



Analisis Coolant Dromus Beserta Variasi Coolant dari Minyak Kelapa dan Jagung terhadap Kekasaran Permukaan Material Baja ST-60 pada Pembubutan Konvensional

Rony Irawan^{1*}, Nurhadi Nurhadi², M. Fendy Kussuma.H.S³

¹⁻³ Universitas Tidar, Indonesia

Email : ronyirawan861@gmail.com *

Abstract. Product quality is affected by the conventional turning process that requires coolant to maintain surface smoothness and reduce tool wear. Vegetable oils such as coconut, corn, and palm oil are environmentally friendly alternatives to chemical coolants (dromus). This study tested the effect of vegetable coolants on the surface of ST 60 steel using an experimental method with variations in a mixture of oil, water, and liquid soap. Turning was carried out at a depth of 0.5 mm, a rotation speed of 1035 rpm, and a cutting speed of 65 mm/min. The results showed that the lowest roughness was in variation 7 (80% corn oil + 10% water + 10% liquid soap) with an initial roughness value of 2.438 μm ; colon 2.276 μm ; and end point 2.363 μm .

Keywords: coolant; roughness; turning; vegetable oil

Abstrak. Kualitas produk dipengaruhi oleh proses pembubutan konvensional yang membutuhkan coolant untuk menjaga kehalusan permukaan dan mengurangi keausan pahat. Minyak nabati seperti kelapa, jagung, dan sawit menjadi alternatif ramah lingkungan pengganti coolant kimia (dromus). Penelitian ini menguji pengaruh coolant nabati terhadap permukaan baja ST 60 menggunakan metode eksperimen dengan variasi campuran minyak, air, dan sabun cair. Pembubutan dilakukan pada kedalaman 0,5 mm, putaran 1035 rpm, dan kecepatan potong 65 mm/menit. Hasil penelitian menunjukkan kekasaran terendah berada di variasi 7 (minyak jagung 80% + air 10% + sabun cair 10%) dengan nilai kekasaran awal 2,438 μm ; titik dua 2,276 μm ; dan titik akhir 2,363 μm .

Kata Kunci: cairan pendingin, kekasaran, minyak nabati, pembubutan

1. PENDAHULUAN

Kualitas produk merupakan keunggulan suatu barang atau jasa yang ditentukan oleh sejauh mana produk tersebut mampu memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan. Kualitas ini mencakup berbagai aspek seperti inovasi desain, keunggulan teknologi, serta kesesuaian terhadap standar hukum dan lingkungan. Dalam dunia industri, pengelolaan kualitas produk sangat penting untuk mempertahankan reputasi dan daya saing suatu perusahaan [1]. Produk yang berkualitas dihasilkan melalui proses produksi yang memanfaatkan berbagai jenis mesin, seperti mesin bubut (*turning machine*), frais (*milling machine*), gerinda, bor, dan lainnya.

Mesin bubut merupakan salah satu peralatan penting dalam industri manufaktur yang digunakan untuk memotong dan membentuk benda kerja berbahan logam atau non-logam dengan prinsip kerja pemotongan berputar. Dalam penerapannya, terdapat dua jenis utama mesin bubut, yaitu mesin bubut CNC (*Computer Numerical Control*) dan mesin bubut konvensional. Mesin bubut CNC dioperasikan menggunakan perangkat lunak komputer untuk menghasilkan presisi tinggi dan efisiensi produksi, sementara mesin bubut konvensional

dioperasikan secara manual dan memerlukan keterampilan operator yang tinggi, namun lebih ekonomis dan fleksibel dalam penggunaannya [2].

Pada proses pembubutan, digunakan cairan pendingin (*coolant*) yang berfungsi untuk menurunkan suhu kerja, mengurangi keausan pahat, dan memperhalus permukaan benda kerja. *Coolant* juga berperan dalam memperpanjang umur pahat serta membersihkan sisa pemotongan yang dapat mempengaruhi kualitas hasil kerja [3]. Berdasarkan bahan dasarnya, *coolant* dibedakan menjadi dua jenis, yaitu berbahan dasar minyak nabati dan berbasis kimia. Di Indonesia, cairan pendingin berbasis kimia seperti dromus masih menjadi pilihan utama, dengan produsen seperti Shell, Ridgid, Tuff Jet, dan Lexeex. Namun, dromus terbuat dari bahan mineral tak terbarukan yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan, seperti gangguan pernapasan dan iritasi kulit [4].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, minyak nabati atau *bio-oil* mulai dikembangkan sebagai alternatif cairan pendingin yang lebih ramah lingkungan. Selain memiliki kemampuan pendinginan dan pelumasan yang cukup baik, minyak nabati juga mudah terurai secara hayati, tidak beracun, dan tidak mencemari lingkungan [5]. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *coolant* berbahan dasar minyak nabati mampu meningkatkan kehalusan permukaan dan menurunkan tingkat keausan pahat. [6] menemukan bahwa rasio *coolant* yang tidak tepat dapat mempercepat keausan pahat HSS, sedangkan [7] melaporkan bahwa penggunaan minyak nabati dapat mengurangi kekasaran permukaan hingga 30% dibandingkan *coolant* kimia.

[8] menguji campuran minyak kelapa dan canola terhadap permukaan aluminium 6061, dan hasilnya menunjukkan peningkatan kualitas kekasaran permukaan hingga 18,6%. Studi Ilham & Haripriadi (2019) membuktikan bahwa penggunaan minyak goreng sawit pada proses pembubutan menghasilkan kekasaran permukaan yang lebih rendah dibandingkan dengan *coolant* dromus, berkat kandungan *stearic acid* yang tinggi. Demikian pula, penelitian oleh [9] menyimpulkan bahwa campuran minyak jagung, air, dan sabun cair (30%:60%:10%) dapat menghasilkan kekasaran permukaan terendah sebesar 0,488 μm pada pembubutan aluminium 6061.

Baja merupakan salah satu material yang paling banyak digunakan dalam industri, terutama dalam pembuatan kendaraan, kapal, dan infrastruktur lainnya. Baja ST 60, yang tergolong sebagai baja karbon menengah dengan kandungan karbon sebesar 0,5012%, banyak digunakan untuk komponen seperti poros propeller [10];[11]). Studi oleh [12] menunjukkan bahwa penggunaan *coolant* dromus dengan pahat HSS Japan pada kedalaman pemakanan 0,2

mm menghasilkan kekasaran permukaan terendah sebesar 14,81 μm pada proses pembubutan baja ST 60.

Berbagai penelitian telah membuktikan potensi penggunaan minyak nabati sebagai *coolant* alternatif dalam proses pembubutan konvensional.[13] membuktikan bahwa minyak kelapa dan minyak sawit lebih efektif dibandingkan *coolant* sintetik dalam meningkatkan kehalusan permukaan baja S45C. [14] juga menunjukkan bahwa minyak jelantah dengan campuran air dan sabun cair dalam rasio 70%:20%:10% menghasilkan nilai kekasaran terendah sebesar 0,417 μm pada aluminium 6061. Selain itu,[15] dan[5] menyimpulkan bahwa minyak sawit dapat memberikan performa pendinginan yang lebih baik daripada soluble oil atau dromus pada berbagai parameter pemotongan.

Melihat hasil dari penelitian-penelitian sebelumnya yang menunjukkan variasi kekasaran permukaan pada spesimen yang dibubut dengan *coolant* minyak nabati, maka dalam penelitian ini penulis akan mengkaji pengaruh penggunaan minyak dromus sebagai pembanding dengan variasi cairan pendingin dari minyak kelapa dan minyak jagung terhadap kualitas permukaan material baja ST 60 pada proses pembubutan konvensional.

2. METODOLOGI

Metode penelitian merupakan bagian dari naskah hasil penelitian yang menjelaskan tentang langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian, alasan pemilihan sampel, proses validasi, dan pengukuran yang dilakukan, sebaiknya menggunakan diagram, gambar atau skema pengujian.

Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif, yaitu dengan cara melakukan pembubutan specimen dengan variasi cairan pendingin minyak nabati yang kemudian dicari tingkat kekasaran permukaan pada spesimen baja ST 60. Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam jangka waktu 3 bulan. Pembuatan specimen uji dan pengujian kekasaran permukaan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Tidar.

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu mesin bubut, pahat bubut HSS, jangka sorong, piknometer, viscometer Ostwald, surface roughnes tester, timbangan digital, gelas ukur.

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu spesimen baja ST 60, minyak kelapa, minyak jagung, air, dan sabun serta minyak dromus murni.

Di dalam penelitian ini, terdapat beberapa variabel yang digunakan sebagai berikut:

1. Variabel bebas

Variabel bebas disebut sebagai variabel pengaruh yang berfungsi untuk mempengaruhi variabel lain. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cairan pendingin minyak kelapa, minyak jagung dan yang dicampur air dan sabun cair 10% setiap variasi. Berikut jumlah perbandingan minyak nabati, air dan sabun cair sebagai berikut:

- a. V1 (Variasi 1), Minyak Dromus
- b. V2 (Variasi 2), Minyak Kelapa 70 % + Air 20% + Sabun cair 10%
- c. V3 (Variasi 3), Minyak Kelapa 75% + Air 15% + Sabun cair 10%
- d. V4 (Variasi 4), Minyak Kelapa 80% + Air 10% + Sabun cair 10%
- e. V5 (Variasi 5), Minyak Jagung 70% + Air 20% + Sabun cair 10%
- f. V6 (Variasi 6), Minyak Jagung 75% + Air 15% + Sabun cair 10%
- g. V7 (Variasi 7), Minyak Jagung 80% + Air 10% + Sabun cair 10%

2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel lain. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu tingkat kekasaran permukaan dan keausan pahat pada spesimen hasil proses pembubutan.

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang membatasi atau sebagai pembanding penelitian yang dilakukan. Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu mesin bubut konvensional, jenis pahat bubut, kedalaman pemakanan, kecepatan putaran mesin, kecepatan potong, spesimen yang digunakan baja ST 60, alat ukur kekasaran, alat ukur keausan pahat, konsentrasi cairan pendingin.

Prosedur Penelitian

1. Persiapan

Dalam tahap persiapan, mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan cairan pendingin. Bahan dasar yang digunakan untuk pembuatan cairan pendingin yaitu minyak dromus, variasi minyak kelapa dan variasi minyak jagung.

2. Pembuatan Cairan Pendingin

Dalam pembuatan cairan pendingin, minyak nabati yang berupa minyak kelapa dan minyak jagung yang masing-masing dicampurkan dengan air dan sabun cair 10% setiap variasi beserta minyak dromus sebagai pembanding. Berikut jumlah perbandingan minyak nabati dan air sebagai berikut:

- a. V1 (Variasi 1), Minyak Dromus
- b. V2 (Variasi 2), Minyak Kelapa 70 % + Air 20% + Sabun cair 10%
- c. V3 (Variasi 3), Minyak Kelapa 75% + Air 15% + Sabun cair 10%
- d. V4 (Variasi 4), Minyak Kelapa 80% + Air 10% + Sabun cair 10%
- e. V5 (Variasi 5), Minyak Jagung 70% + Air 20% + Sabun cair 10%
- f. V6 (Variasi 6), Minyak Jagung 75% + Air 15% + Sabun cair 10%
- g. V7 (Variasi 7), Minyak Jagung 80% + Air 10% + Sabun cair 10%

3. Pengujian Densitas dan Viskositas Cairan Pendingin

Pengujian densitas dan viskositas cairan pendingin bertujuan untuk mengetahui massa jenis dan tingkat kekentalan dan setiap campuran cairan yang digunakan untuk penelitian. Berikut proses uji densitas dan uji viskositas sebagai berikut.

1) Proses uji densitas terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut:



Gambar 1. Pengukuran densitas

- a. Membersihkan piknometer sebelum digunakan dan menyiapkan timbangan digital.
- b. Menghitung berat piknometer kosong dengan menggunakan timbangan digital.
- c. Memasukan sampel yang akan diuji ke dalam piknometer.
- d. Menghitung berat sampel dan mengurangkan dengan berat piknometer kosong.
- e. Membersihkan kembali piknometer dan timbangan digital.

2) Proses uji viskositas terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut



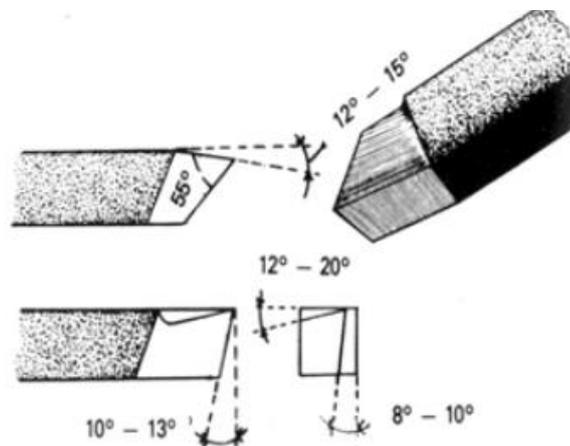
Gambar 2. Pengukuran viskositas

- a. Membersihkan viskometer sebelum digunakan.
- b. Memasang sampel yang akan diuji ke dalam viskometer otswald.
- c. Memasang pushball pada lubang viskometer otswald dan hisap cairan yang ada didalam hingga melewati batas.
- d. Mengamati waktu menggunakan stopwatch.
- e. Mengurangi hisapan pada pushball secara perlahan hingga cairan berada di batas pertama, lalu hitung waktunya.
- f. Membersihkan kembali alat viskometer otswald.

4. Pembuatan Sudut Pahat Bubut Muka

Untuk proses pembubutan muka / facing pada benda kerja dari material baja yang lunak, pahat bubut muka memiliki sudut potong dan sudut-sudut kebebasan sebagai berikut:

- a. Sudut potong 55°
- b. Sudut potong sisi samping (*side cutting adge angle*) $12^\circ - 15^\circ$
- c. Sudut bebas tatal (*side rake angle*) $12^\circ - 20^\circ$
- d. Sudut bebas muka (*front clearance angle*) $8^\circ - 10^\circ$
- e. Sudut bebas samping (*side clearance angle*) $10^\circ - 13^\circ$

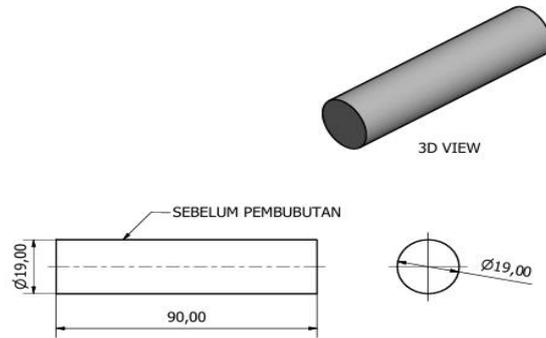


Gambar 3. Pahat bubut muka / facing

5. Pembuatan Spesimen Uji dan Proses Pembubutan

Dalam proses pembuatan spesimen, proses pembuatan baja ST 60 dilakukan menggunakan pahat bubut HSS dengan cairan pendingin minyak nabati. Urutan proses pembubutan benda kerja adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan spesimen yang akan dikerjakan.
- b. Spesimen dipotong dengan dimensi ukuran panjang 90 mm dan diameter 19 mm dengan jumlah 7 spesimen.



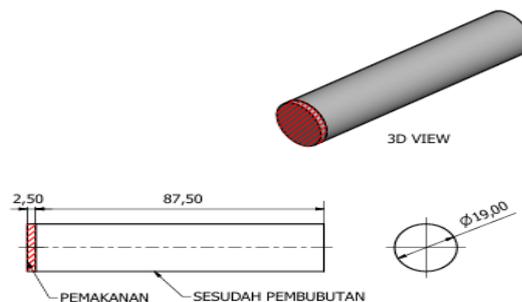
Gambar 4. Sebelum pembubutan

- c. Menyiapkan alat yang diperlukan proses pembubutan yaitu mesin bubut, alat ukur dan alat keselamatan kerja.
- d. Menghidupkan mesin bubut untuk proses pembubutan.
- e. Memasang pahat bubut HSS pada tempat pahat.
- f. Memasang spesimen pada cekam mesin bubut.
- g. Melakukan proses pembubutan dengan parameter putaran mesin 1035 rpm, kedalaman potong 0,5 mm sebanyak 5 kali, kecepatan potong 65 mm/menit, selama pengoprasian menggunakan variasi *coolant* yang telah dibuat.



Gambar 5. Proses pembubutan konvensional

- h. Proses pembubutan dilakukan pada satu sisi spesimen (facing)



Gambar 6. Sesudah pembubutan

- i. Setelah proses pembubutan spesimen selesai, kemudian mesin dimatikan dan dibersihkan.

Pengujian Tingkat Kekasaran Permukaan

6. Pengujian tingkat kekasaran permukaan spesimen standar ISO 1302 menggunakan alat Surface Roughness Tester. Urutan pengukurannya adalah sebagai berikut:

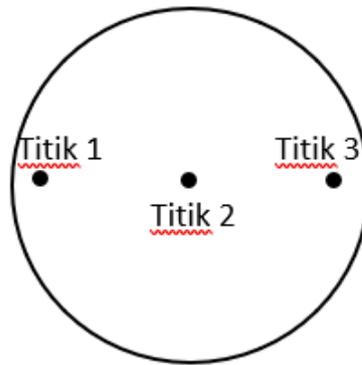


Gambar 7. Pengukuran kekasaran permukaan baja ST 60

- a. Menyiapkan perlengkapan alat ukur Surface Roughness Tester.
- b. Melakukan kalibrasi alat ukur agar alat ukur yang digunakan presisi.
- c. Meletakkan spesimen pada dudukan yang sudah disediakan.
- d. Meletakkan alat ukur di meja yang disediakan, sentuhlah ujung dial indicator pada spesimen dan atur pada posisi stabil untuk pembacaan skala tekanan terhadap spesimen.
- e. proses pengukuran dengan cara menempelkan ujung dial indicator pada spesimen dan geser sejauh atau sepanjang jarak yang ditentukan (5,6mm). Untuk nilai kekasaran permukaan spesimen akan terbaca dan dapat dilihat di monitor.

Dalam proses pengambilan nilai tingkat kekasaran spesimen, dilakukan tahapan-tahapan pengukuran sebagai berikut:

Proses pengujian kekasaran dilakukan menggunakan spesimen baja ST 60. Pengujian kekasaran pada spesimen dilakukan pada satu sisi yang diambil 3 titik. Pada gambar 7 menunjukkan sketsa titik pengukuran kekasaran. Pengambilan nilai kekasaran dilakukan pada 7 spesimen yang masing masing spesimen diambil nilai kekasarannya, kemudian data disajikan ke dalam grafik dan tabel pengujian.



Gambar 8. Titik permukaan kekasaran

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan menggunakan spesimen baja ST 60 yang berbentuk silinder pejal. Spesimen dibubut menggunakan mesin bubut konvensional dengan dimensi ukuran diameter 19mm dan Panjang 90 mm. alat potong yang digunakan yaitu pahat bubut HSS. Proses pembubutan menggunakan parameter permesinan yaitu kedalaman pemakanan (a) 0,5 mm, kecepatan spindle mesin (n) 1035 rpm, kecepatan potong (Cs) yaitu 65 mm/menit. Jumlah spesimen yang digunakan yaitu sebanyak 7 buah. Masing masing spesimen dilakukan proses pembubutan dengan menggunakan 7 variasi cairan pendingin.

Proses pembubutan cairan pendingin menggunakan minyak dromus beserta minyak kelapa, minyak jagung, yang di variasikan dengan air dan sabun cair dengan presentase sebagai berikut

- a. V1 (Variasi 1), Minyak Dromus
- b. V2 (Variasi 2), Minyak Kelapa 70 % + Air 20% + Sabun cair 10%
- c. V3 (Variasi 3), Minyak Kelapa 75% + Air 15% + Sabun cair 10%
- d. V4 (Variasi 4), Minyak Kelapa 80% + Air 10% + Sabun cair 10%
- e. V5 (Variasi 5), Minyak Jagung 70% + Air 20% + Sabun cair 10%
- f. V6 (Variasi 6), Minyak Jagung 75% + Air 15% + Sabun cair 10%
- g. V7 (Variasi 7), Minyak Jagung 80% + Air 10% + Sabun cair 10%

Pengujian Densitas Cairan Pendingin

Pengujian densitas atau massa jenis cairan pendingin dilakukan menggunakan alat yaitu piknometer. Hasil perhitungan densitas masing-masing cairan pendingin adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil pengujian densitas

No Variasi	Variasi Cairan Pendingin	Densitas kg/m ³
V1	Minyak dromus	900
V2	Minyak kelapa 70 % + air 20 % +sabun cair 10%	940
V3	Minyak kelapa 75 % + air 15 % +sabun cair 10%	920
V4	Minyak kelapa 80 % + air 10 % +sabun cair 10%	880
V5	Minyak jagung 70 % + air 20 % +sabun cair 10%	900
V6	Minyak jagung 75 % + air 15 % +sabun cair 10%	880
V7	Minyak jagung 80 % + air 15 % +sabun cair 10%	880

Pengujian Viskositas Cairan Pendingin

Pengujian viskositas atau kekentalan cairan pendingin dilakukan menggunakan alat yaitu Viskometer Ostwald. Hasil perhitungan viskositas masing-masing cairan pendingin adalah sebagai berikut .

Tabel 2. Hasil pengujian viskositas

No Variasi	Variasi Cairan Pendingin	Viskositas Ns/m ²
V1	Minyak dromus	9,1158
V2	Minyak kelapa 70 % + air 20 % +sabun cair 10%	3,2773
V3	Minyak kelapa 75 % + air 15 % +sabun cair 10%	4,5863
V4	Minyak kelapa 80 % + air 10 % +sabun cair 10%	12,2724
V5	Minyak jagung 70 % + air 20 % +sabun cair 10%	3,8654
V6	Minyak jagung 75 % + air 15 % +sabun cair 10%	13,9473
V7	Minyak jagung 80 % + air 15 % +sabun cair 10%	25,4787

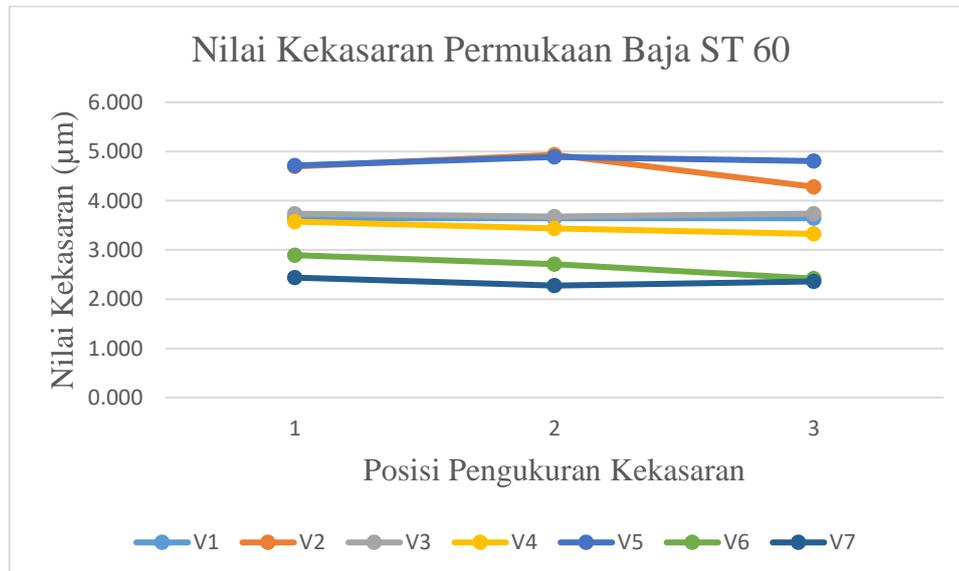
Pengujian Kekasaran Permukaan

Pengujian tingkat kekasaran permukaan dilakukan menggunakan alat Surface Roughness Tester. Pengujian diambil 3 titik ukur (kanan, tengah, dan kiri sisi) dengan Panjang langkah pengukuran 5,6 mm. pengujian akan memperoleh hasil pengukuran kekasaran Ra. Hasil pengujian kekasaran permukaan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian kekasaran permukaan

No Variasi	Variasi Coolant	Nilai Kekasaran		
		1	2	3
V1	Minyak dromus	3,643	3,559	3,522
V2	Minyak kelapa 70% + air 20% + sabun cair 10%	4,696	4,932	4,283
V3	Minyak kelapa 75% + air 15% + sabun cair 10%	3,732	3,677	3,738
V4	Minyak kelapa 80% + air 10% + sabun cair 10%	3,573	3,439	3,325
V5	Minyak jagung 70% + air 20% + sabun cair 10%	4,716	4,888	4,807
V6	Minyak jagung 75% + air 15% + sabun cair 10%	2,893	2,713	2,418
V7	Minyak jagung 80% + air 10% + sabun cair 10%	2,438	2,276	2,363

Dari hasil pengujian kekasaran permukaan disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut.



Gambar 1. Grafik hubungan variasi cairan pendingin terhadap kekasaran permukaan

Hasil dari pengujian didapatkan bahwa minyak jagung menghasilkan nilai kekasaran permukaan terendah dengan kandungan kadar lemak yang cukup tinggi yang mampu

digunakan sebagai pelumas yang baik karena dapat mengurangi gesekan dan panas yang terjadi antara spesimen dengan pahat pada proses pembubutan. Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan bahwa hasil pengukuran uji densitas dan viskositas berpengaruh terhadap hasil kekasaran permukaan, karena dapat mengurangi gesekan yang terjadi pada spesimen dengan pahat pada proses pembubutan. Semakin baik cairan pendingin dalam mengurangi gesekan, maka semakin rendah tingkat kekasaran permukaan yang dihasilkan. Hasil kekasaran terendah berada pada variasi 7 (minyak jagung 80% + air 10% +sabun cair 10%) yang menghasilkan nilai kekasaran awal 2,438 um; titik dua 2,276 um; dan titik akhir 2,363 um. Hal ini menunjukkan bahwa variasi 7 mampu memberikan performa yang lebih baik dalam mengurangi kekasaran permukaan dibandingkan variasi lainnya, sehingga dapat dijadikan sebagai pilihan yang efektif dalam meningkatkan kualitas hasil pemesinan.

4. KESIMPULAN

Beberapa jenis minyak nabati memiliki kemampuan yang dapat mengungguli cairan pendingin (dromus) dalam hal kekasaran permukaan. Hasil pengujian kekasaran permukaan yang dilakukan pada spesimen Baja ST 60 menggunakan cairan pendingin V7 (minyak jagung 80% + air 10% +sabun cair 10%) menghasilkan nilai kekasaran terendah dengan nilai kekasaran awal 2,438 um; titik dua 2,276 um; dan titik akhir 2,363 um.

DAFTAR PUSTAKA

- O. Adam, I. Rizianiza, and H. D. Haryono, "Pengaruh variasi jenis media pendingin terhadap permukaan benda kerja ST41 dengan menggunakan uji kekasaran (surface roughness tester)," *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, vol. 17, no. 1, pp. 106–112, 2022.
- Gustaman, "OTOMATISASI MESIN BUBUT KONVENSIONAL CELTIC 14 NBC MENGGUNAKAN KENDALI CNC GSK 928 TE II," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, vol. 20, no. 1, pp. 36–48, 2015.
- P. Arsana, I. N. P. Nugraha, and K. R. Dantes, "PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BENDA KERJA HASIL PEMBUBUTAN RATA PADA BAJA ST. 37," *JJTM*, vol. 7, no. 1, 2019.
- R. Nuri, D. M. Yarangga, N. Sari, A. Jannifar, and Sumardi, "PENGARUH MINYAK NABATI DALAM MENGURANGI KEAUSAN TEPI PAHAT HSS PADA PROSES TURNING," *JURNAL MESIN SAINS TERAPAN*, vol. 3, no. 2, pp. 42–46, 2019.
- D. Sulaiman and M. Mas'ud, "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*, vol. 1, no. 2, 2020.

- S. Widiyawati, O. Novareza, D. H. Sulistyarini, and W. W. Putro, "PENGARUH PENGGUNAAN CAIRAN PENDINGIN (COOLANT) TERHADAP KEAUSAN PAHAT BUBUT HSS," REKAYASA MESIN, pp. 467–475, 2020.
- X. Wang et al., "Vegetable oil-based nanofluid minimum quantity lubrication turning: Academic review and perspectives," Nov. 01, 2020, Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.jmapro.2020.09.044.
- D. R. Utomo, "PEMANFAATAN MINYAK KELAPA DAN MINYAK CANOLA SEBAGAI CAIRAN PENDINGIN MESIN BUBUT TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN," Jurnal TEKNOLOGIA, vol. 16, no. 1, pp. 31–38, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/teknosia>
- A. R. . Aszani, "PEMANFAATAN MINYAK JAGUNG SEBAGAI CAIRAN PENDINGIN MESIN BUBUT TERHADAP KEKASARAN DAN KEKERASAN ALUMINIUM 6061," 2023.
- R. R. Putra, S. Jokosisworo, and A. W. Budi, "Analisa Kekuatan Puntir, Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja ST 60 sebagai Bahan Poros Baling-baling Kapal (Propeller Shaft) setelah Proses Tempering," Jurnal Teknik Perkapalan, vol. 6, no. 1, pp. 83–90, 2018, [Online]. Available: <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- S. Jatmiko and S. Jokosisworo, "ANALISA KEKUATAN PUNTIR DAN KEKUATAN LENTUR PUTAR POROS BAJA ST 60 SEBAGAI APLIKASI PERANCANGAN BAHAN POROS BALING-BALING KAPAL," Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan, 5(1), 42-51., vol. 5, no. 1, pp. 42–51, 2012.
- D. A. Ardiansyah and A. M. Sakti, "Pengaruh Jenis Pahat dan Cairan Pendingin serta Kedalaman Pemakanan terhadap Tingkat Kekasaran dan Kekerasan Permukaan Baja ST 60 pada Proses Bubut Konvensional," JTM, vol. 1, no. 3, pp. 83–89, 2013.
- A. H. Fauzi, "POTENSI PENGGUNAAN CAIRAN PENDINGIN MINYAK SAWIT DAN MINYAK KELAPA TERHADAP KUALITAS PERMUKAAN HASIL PEMBUBUTAN BAJA S45C," 2023.
- R. Pratama, N. Mulyaningsih, and F. Hilmy, "PENGARUH ALTERNATIF COOLANT DARI BIO OIL TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN SPESIMEN PADA PROSES PEMBUBUTAN KONVENSIONAL," PROSIDING SEMINAR NASIONAL RISET TEKNOLOGI TERAPAN, 2023.
- P. D. Purnomo, J. W. Dika, and Mashudi, "The Effect Off Coolant Variations On Surface Roughness And Temperature In The Manufacturing Process Off Low Carbon Steel ST 41," JSNu : Journal of Science Nusantara, vol. 1, no. 2, pp. 47–57, 2021.