

Pengaruh Variasi Jenis Media Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Baja St 37 Pada Proses Mesin Bubut Konvensional

Ahmad Shodikin¹, Razali²

Politeknik Negeri Bengkalis

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau, Indonesia 28711

Email : ahmadshodikin171@gmail.com, razali@polbeng.ac.id

ABSTRAK

Dalam bidang manufaktur dan teknik material, penggunaan media pendingin merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi kualitas permukaan pada proses pembubutan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi jenis media pendingin, yaitu Kombinasi minyak nabati dan oli mesin dan Kombinasi radiator Coolant dan sabun cair terhadap kekasaran permukaan baja ST 37 pada proses pembubutan menggunakan mesin bubut konvensional. Data hasil pengujian diolah menggunakan analisis ANOVA satu arah (One-Way) dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh signifikan antara jenis media pendingin terhadap nilai kekasaran permukaan. Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai F-hitung sebesar 0,66 dengan p-value sebesar 0,43 ($p > 0,05$), yang menunjukkan bahwa jenis media pendingin tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan baja ST 37. Namun secara praktis, campuran air radiator dengan sabun cair menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang sedikit lebih rendah dibandingkan campuran minyak nabati dengan oli mesin. Dengan demikian campuran air radiator dan sabun cair dapat menjadi alternatif media pendingin yang lebih ekonomis, tanpa menurunkan kualitas hasil permukaan secara signifikan dibandingkan penggunaan minyak nabati dan oli mesin.

Kata Kunci : Coolant, Pembubutan, ANOVA satu arah, Kekasaran Permukaan.

PENDAHULUAN

Mesin bubut konvensional umum digunakan dalam industri manufaktur untuk menghasilkan komponen logam simetris dengan presisi tinggi melalui proses penyayatan rotasi. Pada baja karbon rendah seperti ST 37, kehalusan permukaan hasil bubut menjadi salah satu aspek penting dalam mengevaluasi kualitas produk. Untuk menjaga suhu pahat dan benda kerja, serta meminimalkan gesekan selama proses, digunakan media pendingin (*Coolant*). Fluida ini tidak hanya mendinginkan, tetapi juga berfungsi sebagai pelumas dan membantu membuang geram potong.

Berdasarkan studi terkini, jenis media pendingin memiliki peran signifikan dalam menentukan nilai kekasaran permukaan (R_a) setelah bubut. Anis S. N. (2023) menyimpulkan bahwa penggunaan *dromus oil* dan *radiator Coolant* pada baja ST 37 memberikan hasil R_a yang masih dalam batas baik (0,5–6 μm), meskipun perbedaan statistiknya tidak signifikan. Sementara itu, studi oleh Arsana et al. (2019), meski lebih lama, menunjukkan oli *dromus* menghasilkan permukaan paling halus dibanding radiator dan air. Lebih jauh, Leksonowati et al. (2023) meneliti efek viskositas *Coolant* terhadap permukaan Inconel 600, dan menemukan bahwa kenaikan viskositas mampu menurunkan nilai R_a secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa selain jenis fluida, karakteristik seperti viskositas dan komposisi kimia juga

memengaruhi kualitas hasil bubut pada logam. Media pendingin yang digunakan dalam praktik meliputi air, minyak mineral (*oil-based*), emulsi (*soluble oil*), *synthetic*, *semi-synthetic*, hingga minyak nabati. Malikussaleh et al. (2022) membandingkan antara *soluble oil* dan minyak nabati (minyak goreng, kastor), menyatakan *soluble oil* memberikan R_a 0,9 μm pada baja ST 42, tetapi minyak goreng juga efektif dengan R_a 1,5 μm . Hal serupa ditemukan dalam penelitian minyak nabati pada baja AISI 1045: minyak kelapa fluktuatif memberikan $R_a \approx 1,55$ –1,61 μm .

Menurut Utomo (2022), penggunaan campuran minyak nabati dan oli mesin sebagai media pendingin pada proses pembubutan dapat secara signifikan menurunkan nilai kekasaran permukaan. Kombinasi kedua media tersebut meningkatkan sifat pelumasan dan pendinginan sehingga hasil permukaan menjadi lebih halus dibandingkan menggunakan *Coolant* sintesis biasa. Dalam penelitiannya, campuran minyak kelapa dan oli dengan perbandingan tertentu mampu menurunkan kekasaran permukaan hingga 12–18%. Pratama (2023) juga menunjukkan bahwa campuran *Coolant* radiator dengan sabun cair efektif dalam menurunkan kekasaran permukaan material logam. Kombinasi ini meningkatkan efektivitas pendinginan dan mengurangi gesekan selama proses.

1. METODE

1.1 Model Perancangan dan Analisa

Perancangan analisa yang dipakai pada penelitian ini adalah:

1. Untuk mendapatkan kekasaran benda kerja yang digunakan sebagai penentu kualitas hasil bubut dengan membubut dengan membuat beberapa variasi jenis media pendingin.
2. Proses pemesinan dilakukan dengan menggunakan mesin bubut konvensional pada pemotongan bahan Baja ST 37.
3. Selanjutnya untuk mengetahui proses pengukuran kekasaran yang diambil pada setiap panjang pemesinan (l_t) dengan variasi jenis media pendingin. Toleransi kekasaran permukaan diambil sampel 3 titik menurut ISO atau DIN 4763-1981 dari kekasaran yang paling kecil yaitu bernilai $0.08 \mu m$ pada kekasaran sedang bernilai $0.25 - 0.08 \mu m$ dan pada kekasaran yang paling besar bernilai $8 \mu m$. Dengan menggunakan *surface roughness tester*.
4. Berdasarkan pengumpulan data tersebut peneliti akan mendapatkan hasil data pengujian, dari data tersebut maka dapat diketahui nilai tingkat kekasaran permukaan benda kerja pada pembubutan Baja ST 37 menggunakan variasi jenis media pendingin.
5. Penyusunan laporan yang termasuk didalamnya kesimpulan dari hasil yang dicapai serta pengambilan langkah-langkah yang berhubungan terhadap hasil dari kekasaran permukaan benda kerja Baja ST 37

1.2 Teknik Pengumpulan Data dan Analisa

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental nyata (*true experimental research*). Untuk nilai tingkat kekasaran pada permukaan benda kerja baja st 37 pada proses pemotongan dengan variasi jenis media pendingin, kedalaman potong (a) (mm), dan gerak makan (f) (mm/put) yang akan dimasukkan ke dalam tabel agar dapat dianalisa, selanjutnya data yang telah dimasukkan kedalam tabel ditampilkan dalam bentuk grafik untuk melihat karakterisasi tiap faktor variabel pemotongan terhadap kekasaran permukaan benda kerja.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1 Data Hasil Pengukuran Kekasaran

Permukaan

Material yang telah dilakukan proses pemotongan selanjutnya dilakukan pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan nilai kekasaran pada permukaan material Baja ST37 yang telah dilakukan proses pembubutan menggunakan media pendingin yang berbeda. Pada setiap material dengan panjang 100 mm dilakukan pengukuran kekasaran permukaan menggunakan alat ukur kekasaran

permukaan *Surface Roughness Tester* setiap pemakanan dilakukan pengukuran pada 3 titik permukaan yaitu

pada pangkal, tengah, dan ujung permukaan material. Data yang telah didapatkan diinput didalam tabel pengukuran dari setiap kategori pemotongan untuk dilakukan pengolahan data menggunakan perbandingan tabel dan grafik. Dalam hal ini aspek yang dianalisis adalah hubungan antara kecepatan putaran dan media pendingin yang berbeda terhadap kekasaran akibat pembubutan pada benda kerja. Dimana kecepatan putarannya, yaitu 300 dan 460 rpm pada setiap variasi pendingin, dan kecepatan potong yang sudah ditetapkan yaitu 0,3 dan 0,6 mm/putaran untuk semua variasi kecepatan putaran yang sudah ditetapkan. Sementara kedalaman makan ditetapkan 0,5 dan 1 mm untuk setiap Rpm dan panjang pemakanan benda kerja 70 mm.

2.2 Hasil Perhitungan Kecepatan Potong dan Gerak Makan

Berikut adalah perhitungan pada kecepatan potong dengan putaran mesin 300 dan 460 rpm dan benda kerja berdiameter 30 mm.

a. Putaran Spindel (Rpm)

$$V_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

$$V_c = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 300}{1000}$$

$$= 28,26 \text{ m/min}$$

$$V_c = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 460}{1000}$$

$$= 43,33 \text{ m/min}$$

b. Waktu Pemakanan (L_t)

$$t_c = \frac{L_t}{f \cdot n}$$

Diketahui: $L_t = 100 \text{ mm}$

$f = 0,3 \text{ mm/put}$

$n = 300 \text{ mm}$

$$t_c = \frac{100}{0,3 \cdot 300}$$

$$= \frac{100}{90}$$

$$= 1,11 \text{ min}$$

Diketahui $L_t = 100 \text{ mm}$

$f = 0,3 \text{ mm/put}$

$n = 460 \text{ mm}$

$$t_c = \frac{100}{0,3 \cdot 460}$$

$$= \frac{100}{138}$$

$$= 0,72 \text{ min}$$

Diketahui $\dot{L} = 100 \text{ mm}$

$f = 0,6 \text{ mm/put}$

$n = 300 \text{ mm}$

$$\dot{L} = \frac{100}{0,6 \cdot 300}$$

$$= \frac{100}{180}$$

$$= 0,5 \text{ min}$$

Diketahui $\dot{L} = 100 \text{ mm}$

$f = 0,6 \text{ mm/put}$

$n = 460 \text{ mm}$

$$\dot{L} = \frac{100}{0,6 \cdot 460}$$

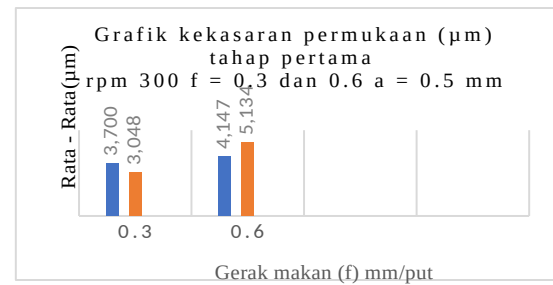
$$= \frac{100}{276}$$

$$= 0,36 \text{ min}$$

2.3 Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Rpm 300 a 0.5 f 0.3 dan 0.6

Tabel 2.1 Hasil Pengukuran Kekasaran Rpm 300 a 0.5 f 0.3 dan 0.6

No	Putaran Spindel (Rpm)	Kedalaman Makan (a), mm	Gerak Makan (f), mm/put	Pendingin	1	2	3	Rata-rata
1	300	0.5	0.3	Kombinasi minyak nabati dan oli mesin	3.463	3.872	3.765	3.700
2	300	0.5	0.3	Kombinasi air radiator dan sabun cair	2.665	2.750	3.728	3.048
3	300	0.5	0.6	Kombinasi minyak nabati dan oli mesin	3.801	4.518	4.122	4.147
4	300	0.5	0.6	Kombinasi air radiator dan sabun cair	5.088	5.328	4.986	5.134



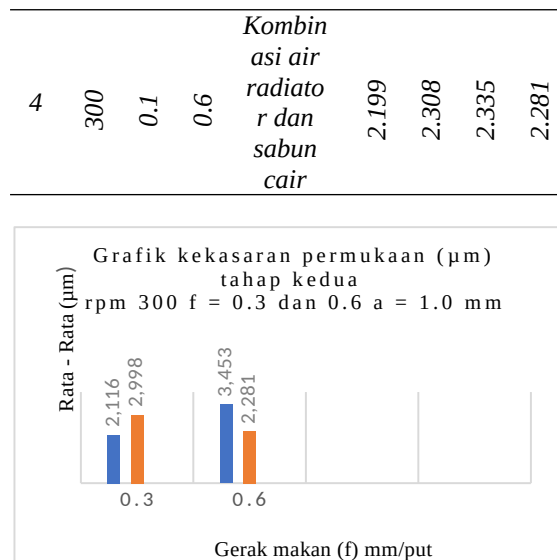
Gambar 2.1 Grafik Kekasaran Tahap Pertama

Berdasarkan data dari tabel 2.1 dan gambar 2.1 pengujian kekasaran permukaan pada putaran spindel 300 rpm, kedalaman pemakanan 0.5 mm, dan gerak makan 0,3 mm/put, diperoleh nilai tertinggi kekasaran rata-rata sebesar 3.700 µm untuk kombinasi pendingin minyak nabati dan oli mesin. Sedangkan pada kombinasi pendingin air radiator dan sabun cair, nilai terendah kekasaran rata-ratanya sebesar 3.048 µm. Sementara itu, pada kondisi pemotongan dengan parameter putaran spindel 300 rpm, kedalaman pemakanan 0.5 mm, dan gerak makan 0,6 mm/put, nilai terendah kekasaran rata-rata yang dihasilkan sebesar 4.147 µm untuk kombinasi pendingin minyak nabati dan oli mesin. Serta nilai tertinggi sebesar 5.134 µm untuk kombinasi pendingin air radiator dan sabun cair.

2.4 Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Rpm 300 a 1.0 f 0.3 dan 0.6

Tabel 2.2 Hasil Pengukuran Kekasaran Rpm 300 a 1.0 f 0.3 dan 0.6

No	Putaran Spindel (Rpm)	Kedalaman Makan (a), mm	Gerak Makan (f), mm/put	Pendingin	1	2	3	Rata-rata
1	300	0.1	0.3	Kombinasi minyak nabati dan oli mesin	2.980	2.187	3.826	2.998
2	300	0.1	0.3	Kombinasi air radiator dan sabun cair	1.467	1.923	2.959	2.116
3	300	0.1	0.6	Kombinasi minyak nabati dan oli mesin	3.233	3.808	3.318	3.453

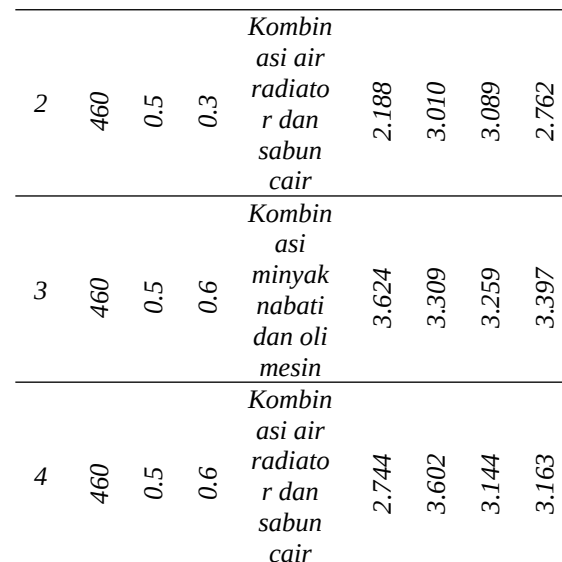
**Gambar 2.2** Grafik Kekasaran Tahap Kedua

Berdasarkan data dari tabel 2.2 dan gambar 2.2 pengujian kekasaran permukaan pada putaran spindel 300 rpm, kedalaman pemakanan 1.0 mm, dan gerak makan 0,3 mm/put, diperoleh nilai tertinggi kekasaran rata-rata sebesar 2.998 µm untuk kombinasi pendingin minyak nabati dan oli mesin. Sedangkan pada kombinasi pendingin air radiator dan sabun cair, nilai terendah kekasaran rata-ratanya sebesar 2.166 µm. Sementara itu, pada kondisi pemotongan dengan parameter putaran spindel 300 rpm, kedalaman pemakanan 1.0 mm, dan gerak makan 0,6 mm/put, nilai tertinggi kekasaran rata-rata yang dihasilkan sebesar 3.453 µm untuk kombinasi pendingin minyak nabati dan oli mesin. Serta nilai terendah sebesar 2.281 µm untuk kombinasi pendingin air radiator dan sabun cair.

2.5 Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Rpm 460 a 0.5 f 0.3 dan 0.6

Tabel 2.3 Hasil Pengukuran Kekasaran Rpm 460 a 0.5 f 0.3 dan 0.6

No	Putaran Spindel (Rpm)	Kedalaman Makan (a), mm	Gerak Makan (f), mm/put	Pendingin	1	2	3	4
1	460	0.5	0.3	Kombinasi minyak nabati dan oli mesin	3.097	2.681	3.336	3.038
2	460	0.5	0.3	Kombinasi air radiator dan sabun cair	2.188	3.010	3.089	2.762
3	460	0.5	0.6	Kombinasi minyak nabati dan oli mesin	3.624	3.309	3.259	3.397
4	460	0.5	0.6	Kombinasi air radiator dan sabun cair	2.744	3.602	3.144	3.163

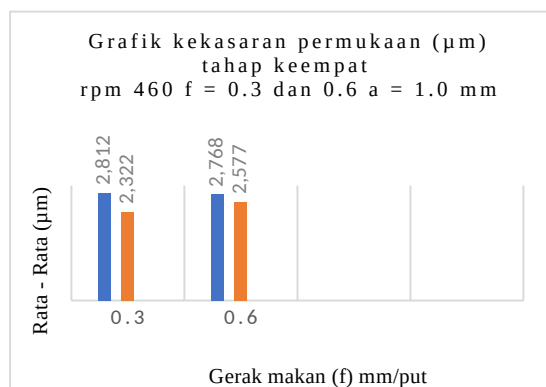
**Gambar 2.1** Grafik Kekasaran Tahap Ketiga

Berdasarkan data dari tabel 2.3 dan gambar 2.3 pengujian kekasaran permukaan pada putaran spindel 460 rpm, kedalaman pemakanan 0,5 mm, dan gerak makan 0,3 mm/put, diperoleh nilai tertinggi kekasaran rata-rata sebesar 3.038 µm untuk kombinasi pendingin minyak nabati dan oli mesin. Sedangkan pada kombinasi pendingin air radiator dan sabun cair, nilai terendah kekasaran rata-ratanya sebesar 2.762 µm. Sementara itu, pada kondisi pemotongan dengan parameter putaran spindel 460 rpm, kedalaman pemakanan 0,5 mm, dan gerak makan 0,6 mm/put, nilai tertinggi kekasaran rata-rata yang dihasilkan sebesar 3.397 µm untuk kombinasi pendingin minyak nabati dan oli mesin. Serta nilai terendah sebesar 3.163 µm untuk kombinasi pendingin air radiator dan sabun cair.

2.6 Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Rpm 460 a 1.0 f 0.3 dan 0.6

Tabel 2.4 Hasil Pengukuran Kekasaran Rpm 460 a 1.0 f 0.3 dan 0.6

No	Putaran Spindel (Rpm)	Kedalaman Makan (a), mm	Gerak Makan (f), mm/put	Pendingin	
1	460	0.1	0.3	Kombinasi minyak nabati dan oli mesin	3.106 2.906 2.424 2.812
2	460	0.1	0.3	Kombinasi air radiator dan sabun cair	2.005 2.079 2.881 2.322
3	460	0.1	0.6	Kombinasi minyak nabati dan oli mesin	2.715 2.846 2.743 2.768
4	460	0.1	0.6	Kombinasi air radiator dan sabun cair	2.199 2.138 3.393 2.577



Gambar 2.2 Grafik Kekasaran Tahap Keempat

Berdasarkan data dari tabel 2.4 dan gambar 2.4 pengujian kekasaran permukaan pada putaran spindel 460 rpm, kedalaman pemakanan 1.0 mm, dan gerak makan 0,3 mm/put, diperoleh nilai tertinggi kekasaran rata-rata sebesar 2.812 μm untuk kombinasi pendingin minyak nabati dan oli mesin. Sedangkan pada kombinasi pendingin air radiator dan sabun cair, nilai terendah kekasaran rata-ratanya sebesar 2.322 μm . Sementara itu, pada kondisi pemotongan dengan parameter putaran spindel 460

rpm, kedalaman pemakanan 1.0 mm, dan gerak makan 0,6 mm/put, nilai tertinggi kekasaran rata-rata yang dihasilkan sebesar 2.768 μm untuk kombinasi pendingin minyak nabati dan oli mesin. Serta nilai terendah sebesar 2.577 μm untuk kombinasi pendingin air radiator dan sabun cair.

2.7 Analisa Kekasaran Menggunakan ANOVA

Dalam penelitian ini hanya terdapat satu variabel bebas yaitu media pendingin. Untuk menganalisis data dengan jumlah variabel bebas satu atau yang hanya memiliki satu factor yaitu menggunakan ANOVA *Single Factor*, dengan menggunakan perangkat lunak *Microsot Excel*. Adapun data kombinasi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan 300 rpm dan 460 rpm, dengan *a* (kedalaman makan) 0,5 dan 1 mm dengan *f* (gerak makan) 0,3 dan 0,6 mm/put, pada dua jenis campuran pendingin yang berbeda. Berikut adalah hasil dari proses pembubutan yang menunjukkan adanya perbedaan tingkat kekasaran permukaan, dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5 Data Kombinasi Campuran

Combo (Putaran, Kedalaman, Gerak)	Campuran Minyak Nabati dan Oli Mesin (μm)	Campuran Air Radiator dan Sabun Cair (μm)
300 rpm, a=0.5, f=0.3	3.700	3.408
300 rpm, a=0.5, f=0.6	4.147	5.134
300 rpm, a=1.0, f=0.3	2.998	2.166
300 rpm, a=1.0, f=0.6	3.453	2.281
460 rpm, a=0.5, f=0.3	3.038	2.762
460 rpm, a=0.5, f=0.6	3.397	3.163
460 rpm, a=1.0, f=0.3	2.812	2.322
460 rpm, a=1.0, f=0.6	2.768	2.577

Adapun untuk hasil perhitungan ANOVA dapat dilihat pada table 4.6 berikut:

Tabel 2.6 Tabel ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,39	1	0,39	0,66	0,43	4,60

<i>Within Groups</i>	8,24	14	0,59
<i>Total</i>	8,63	15	

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diperoleh hasil *F-Hitung* sebesar 0,66, *p-value* sebesar 0,43 dengan α (taraf signifikansi) pada umumnya sebesar 0,05. Yang dimana jika (*p-value* < 0,05) koefisien tersebut signifikan secara statistik. Maka hasil analisis menunjukkan bahwa *p-value* = 0.4289 > 0.05, sehingga keputusan yang diambil adalah tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara nilai kekasaran permukaan benda kerja Baja ST 37 yang menggunakan media pendingin Campuran Minyak Nabati dan Oli Mesin, dan Campuran Air Radiator dan Sabun Cair.

2.8 Pembahasan Perbandingan Antara Jenis Media Pendingin

Tabel 4. 1 Summary Tiap Kelompok Media Pendingin

<i>Groups</i>	<i>Coun t</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>
Campuran Minyak Nabati dan Oli Mesin (μm)	8	26,31	3,29
Campuran Air Radiator dan Sabun Cair (μm)	8	23,81	2,98

Jadi rata-rata campuran minyak nabati dan oli mesin sebesar 3,29 dan rata-rata campuran air radiator dan sabun cair sebesar 2,98. Artinya, permukaan benda kerja dengan media campuran minyak nabati dan oli mesin sedikit lebih kasar dibandingkan campuran air radiator dan sabun cair secara rata-rata, perbandingan nilai kekasaran permukaan (*Ra*) antara dua jenis campuran fluida pendingin. Terlihat bahwa nilai kekasaran pada campuran air radiator dengan sabun cair lebih rendah dibandingkan campuran minyak nabati dengan oli mesin. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan air radiator dengan sabun cair menghasilkan permukaan benda kerja yang lebih halus selama proses pembubutan.

3. KESIMPULAN

Setelah dilakukan uji ANOVA, menunjukkan bahwa *p-value* = 0.4289 > 0.05, sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara nilai kekasaran permukaan benda kerja Baja ST 37 yang menggunakan media pendingin campuran minyak nabati dengan oli mesin, dan campuran air radiator dengan sabun cair. Namun tetap ada perbedaan kekasaran. Penggunaan campuran air radiator dan sabun cair dapat menjadi alternatif media pendingin yang lebih ekonomis, dengan kualitas hasil permukaan secara signifikan

dibandingkan penggunaan campuran minyak nabati dan oli mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfred, H., I Nyoman, G., Rudy, P. (Oktober 2016), *Pengaruh Pemotongan Dengan Dan Tanpa Cairan Pendingin Terhadap Daya Potong Pada Proses Turning*, Jurnal Poros Teknik Mesin Unsrat, (Vol. 5 No. 2), Universitas Sam Ratulangi.
- Angga, S., Yoto, M., Marsono. (2019), *Pengaruh Kecepatan Spindle, Kedalaman Penyayatan, dan Variasi Campuran Cairan Pendingin Terhadap Keausan Pahat Insert Karbida Pada Proses Pembubutan*, Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya, (Vol. 7 No. 1), Universitas Negeri Surabaya.
- Ardiyanto, A., Iskandar, N., Sulardjaka, S. (2023), *Pengaruh Perlakuan terhadap Hasil ANOVA Satu Arah: Studi Nilai P-Value dan F Critical*, Jurnal Teknik Mesin Universitas Diponegoro, (Vol. 11 No. 1), Universitas Diponegoro.
- Didi, S., Haris, F., Muhammad, R. (2014), *Pengaruh Media Pendingin dan Kondisi Pemotongan Baja AISI 1045 Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses CNC Milling*, Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, (Vol. 12 No. 1), Politeknik Negeri Jakarta.
- Farehan, A., Rahmat, H., Sunaryo, T. (2021), *Optimasi Variasi Media Pendingin dari Minyak Nabati Terhadap Kekasaran Permukaan Baja AISI 1045*, Jurnal Inovasi Teknologi Terapan, (Vol. 3 No. 1), Polman Babel.
- Hidayat, T. (2020), *Pengaruh Kedalaman Pemakanan, Jenis Pendingin dan Kecepatan Spindel Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Bubut Konvensional (Baja ST 42)*, Jurnal Teknik Mesin UNESA, (Vol. 8 No. 2), Universitas Negeri Surabaya.
- Malik, A. R., Prabowo, R. A., Wibowo, H. (Februari 2024), *Analisis Pengaruh Kedalaman Potong terhadap Getaran dan Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut Material Baja Karbon ST37*, Jurnal Rekayasa Mesin, (Vol. 15 No. 1), Universitas Sriwijaya.
- Michael, J. R., Ferdinand, R. L., Raymond, L. (2020), *Pengaruh Kecepatan Aliran Pendingin Terhadap Panas Pemotongan Pada Pembubutan Benda Kerja Silindris*, Jurnal Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi, (Vol. 8 No. 1), Universitas Sam Ratulangi.
- Nugraha, A. (2023, Januari). *Uji ANOVA*

- Campuran Pelumas Tellus 32 dan Minyak Kelapa Sawit*, Jurnal Inovasi Teknologi Terapan (JITT), (Vol. 1 No. 1), Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- Nugroho, A., Sukardi, B. A., Widodo, S. (2010), *Karakteristik Bahan Pahat Bubut dan Pengaruhnya Terhadap Kinerja Pemotongan*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, (Vol. 3 No. 2), Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nurrohkayati, A. S. (Juli 2023), *Analisa Variasi Media Pendingin Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan Baja ST37 pada Proses Mesin Bubut Konvensional*, Jurnal Turbine – Jurnal Teknik Mesin UMM, (Vol. 9 No. 1), Universitas Muhammadiyah Malang.
- Oddy, A., Rico, Y. S., Saidi, M. F. (Agustus 2022), *Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Pembubutan Baja ST 41 Dengan Menggunakan Mesin Bubut Konvensional*, Jurnal Teknik Mesin Indonesia, (Vol. 17 No. 2), Universitas Negeri Padang.
- Pratama, R. (Juli 2023), *Pengaruh Alternatif Coolant dari Bio-Oil Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Spesimen pada Proses Pembubutan Konvensional*, Jurnal Senaster, (Vol. 4 No. 1), Universitas Tidar.
- Rahmi, M., Dodi, A. S., Suherman. (Desember 2022), *Pengaruh Coolant dan Waktu Proses Bubut Terhadap Kekasaran Permukaan dan Keausan Pahat Carbide pada Baja AISI 4140 Menggunakan Mesin Bubut CNC E 46*, Prosiding IRWNS, (Vol. 13 No. 1), Politeknik Negeri Bandung.
- Rangkuti, M. S., Ramadhan, A., Hasibuan, M. A. (2022), *Pengaruh Minyak Nabati Sebagai Pendingin Terhadap Temperatur dan Kekasaran Permukaan Baja ST 42*, Jurnal Mahasiswa Teknik Mesin Unimal, (Vol. 1 No. 2), Universitas Malikussaleh.
- Sabar, S., Razali, R. (2023), *Pengaruh Variasi Jenis Pendingin dan Kedalaman Potong pada Proses Bubut dengan Material Baja ST 37 terhadap Umur Pahat HSS*, Jurnal Tektonik, (Vol. 2 No. 1), STT STIKMA Internasional.
- Sri, W., Oyong, N., Dwi H. S., Wisnu W. P. (2020), *Pengaruh Penggunaan Cairan Pendingin (Coolant) Terhadap Keausan Pahat Bubut HSS*, Jurnal Teknik Mesin Universitas Jember, (Vol. 5 No. 2), Universitas Jember.
- Steven, M., Lukas, G., Edi, S. (2015), *Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Temperatur Pemotongan Pada Proses Pembubutan*, Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Manado, (Vol. 6 No. 1), Universitas Negeri Manado.
- Syahrial, A., Budi, S., Andika, R. (2021), *Analisa Pengaruh Jenis Coolant Terhadap Kekasaran Permukaan dan Keausan Pahat Pada Proses Pembubutan Baja ST 42*, Jurnal Rekayasa Mesin, (Vol. 9 No. 2), Universitas PGRI Palembang.
- Utomo, D. R. (Juni 2022), *Pemanfaatan Minyak Kelapa dan Minyak Canola Sebagai Cairan Pendingin Mesin Bubut Terhadap Kekasaran Permukaan*, Jurnal Teknosia, (Vol. 16 No. 1), Universitas Bengkulu.