

PENGARUH VARIASI PENDINGIN DAN PUTARAN SPINDEL DENGAN PAHAT CARBIDE TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BAJA ST 37 PADA MESIN BUBUT KONVENSIONAL

Dimas Septya Prayudha¹, Priyagung Hartono², Ismi Choirotin³

¹Universitas Islam Malang

email: 22001052004@unisma.ac.id

²Universitas Islam Malang

email: priyagung@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang

email: ismi.choirotin@unisma.ac.id

ABSTRAK

Teknologi dalam dunia manufaktur saat ini mengalami perkembangan yang semakin canggih, mengakibatkan permintaan produk semakin meningkat. Peran mesin bubut dalam dunia industri yaitu dapat membentuk suatu logam dalam skala besar seperti membuat poros, pulley, benda berbentuk tirus, membuat lubang, dan membuat ulir. Penggunaan *coolant* sebagai media pendingin antara benda kerja dan alat potong, tidak hanya sebagai media pendingin melainkan juga sebagai pelumas terhadap gesekan pada saat proses pengerjaan. Mata pahat *carbide* merupakan jenis pahat dengan berbahan material padat melalui proses yang namanya proses sintering dengan bahan pengikat serbuk karbida. Penggunaan baja ST 37 sebagai benda kerja mempunyai komposisi kimia karbon 0,5%, mangan 0,8%, dan silikon 0,3%, setara dengan baja AISI 1045. dengan kekerasan ± 170 HB dan kekuatan tarik 650–800 N/mm² yang tidak memerlukan proses pelakuan panas sebelum digunakan. Seringnya terjadi ketidaksesuaian pada nilai kekasaran permukaan *steel* maka, dilakukan proses pembubutan dengan menggunakan variasi *cutting fluid* dan putaran spindel pada baja ST 37 dengan menggunakan mesin bubut konvensional untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan memotong spesimen sesuai ukuran yang telah ditentukan dan dilakukan proses pembubutan dengan menambah variasi *cutting fluid* dan rpm yang telah ditetapkan. Setelah dilakukan proses pembubutan didapatkan hasil bahwa terbukti *cutting fluid aloe vera* dan radiator dapat mengurangi nilai kekasaran permukaan. Hasil kekasaran permukaan yang didapatkan setelah proses pembubutan dengan *cutting fluid aloe vera* adalah 3.441 μm pada 700 rpm dan 2,127 μm pada 900 rpm. Adapun nilai kekasaran permukaan dengan *cutting fluid* radiator adalah 3,584 μm pada 700 rpm dan 2,779 μm pada 900 rpm. Hal itu disebabkan *cutting fluid aloe vera* adalah *cutting fluid* yang mempunyai nilai viskositas tinggi yang membuat nilai kekasaran permukaan menjadi rendah dibandingkan *cutting fluid* radiator. putaran spindel yang tinggi juga mempengaruhi kekasaran permukaan benda kerja menjadi lebih halus,

Kata Kunci: Mesin bubut, cairan pemotong, baja ST 37, pahat *carbide*

ABSTRACT

Technology in the manufacturing world is currently experiencing increasingly sophisticated developments, resulting in a growing demand for products. The role of the lathe machine in the industrial world is to shape metal on a large scale, such as making shafts, pulleys, and conical objects; creating holes; and making threads. The use of coolant as a cooling medium between the workpiece and the cutting tool serves not only as a cooling medium but also as a lubricant against friction during the machining process. Carbide cutting tools are a type of tool made from solid material through a process called sintering with a binder of carbide powder. The use of ST 37 steel as the workpiece has a chemical composition of 0.5% carbon, 0.8% manganese, and 0.3% silicon, equivalent to AISI 1045 steel, with a hardness of ± 170 HB and a tensile strength of 650–800 N/mm², which does not require a heat treatment process before use. The frequent discrepancies in the surface roughness values of steel led to the turning process using variations

of cutting fluid and spindle speed on ST 37 steel with a conventional lathe to determine the surface roughness values. This research uses an experimental method by cutting the specimens to the specified dimensions and performing the turning process by adding variations of cutting fluid and the established RPM. After the turning process, it was found that aloe vera and radiator cutting fluids can reduce surface roughness values. The surface roughness values obtained after the turning process with aloe vera cutting fluid were $3.441\ \mu\text{m}$ at 700 rpm and $2.127\ \mu\text{m}$ at 900 rpm. The surface roughness values with radiator cutting fluid were $3.584\ \mu\text{m}$ at 700 rpm and $2.779\ \mu\text{m}$ at 900 rpm. This is because aloe vera cutting fluid has a high viscosity value, which makes the surface roughness lower compared to radiator cutting fluid. The high spindle speed also affects the workpiece surface roughness, making it smoother.

Keywords: Lathe machine, cutting fluid, ST 37 steel, carbide cutting tools

PENDAHULUAN

Teknologi dunia manufaktur mengalami perkembangan yang semakin canggih, hal tersebut mempengaruhi permintaan produk semakin meningkat. Seperti mesin perkakas yang digunakan dalam proses permesinan seperti mesin bubut, frais, bor, gerinda, dan mesin lainnya. Peran mesin bubut dalam dunia industri dapat mengolah logam dengan skala besar, dikarenakan mesin bubut dapat membentuk benda-benda silindris seperti membuat poros, pulley, benda berbentuk tirus, membuat lubang, dan membuat ulir. (Purnomo et al., 2021).

Coolant merupakan media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan benda kerja dan alat potong selama proses pengerjaan. *Coolant* tidak hanya berperan sebagai pendingin yang dapat mengurangi temperatur, tetapi juga memberikan pelumasan untuk gesekan terhadap benda kerja dan mata pahat. *Straight oil*, *saluble oils*, *synthetic fluids*, dan *semisynthetic fluids* tersebut, merupakan beberapa jenis cairan pendingin yang biasanya digunakan selama proses pengerjaan. Pahat harus didinginkan agar membuat umur pahat lebih lama (Nur Hadi et al., 2023).

Mata pahat *carbide* adalah jenis pahat dengan berbahan material yang padat, dibuat dengan melalui proses sintering yang menggunakan serbuk karbida sebagai bahan pengikat umum dari kobalt, keuletan dan kekerasan pahat akan dipengaruhi oleh proses kimia tertentu (Yaya Hidayatulloh, 2023).

Baja ST 37 memiliki komposisi kimia karbon 0,5%, mangan 0,8%, dan silikon 0,3%, setara dengan baja AISI 1045. dengan kekerasan $\pm 170\ \text{HB}$ dan kekuatan tarik 650–800 N/mm². Pada umumnya, baja ST 37 tidak memerlukan perlakuan panas untuk digunakan secara langsung (Hafidz Annafi et al., 2024).

Pada nilai kekasaran permukaan *steel* sering terjadi ketidak sesuaian saat proses pembubutan. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kecepatan makan, jenis material pahat, kedalaman potong, putaran spindel, dan media *cutting fluid*.

Maka dari itu penelitian ini di fokuskan pada beberapa variasi *cutting fluid* dan putaran spindel untuk mengetahui kekasaran permukaan Baja ST 37 dengan menggunakan mesin bubut konvensional.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dimana bahan spesimen dipotong sesuai ukuran yang telah ditentukan, kemudian dilakukan proses pembubutan dengan menambah variasi *cutting fluid* dan rpm yang telah ditetapkan sebelumnya untuk tahap pengujian.

Alat dan Bahan penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar seperti berikut:

Alat Penelitian

- Mesin Bubut
- Mesin Gergaji Besi
- Pahat *Carbide*
- Jangka Sorong
- Kacamata *Safety*

dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Ra = \frac{Ra1 + Ra2 + Ra3}{3}$$

$$Ra = \frac{5.867 + 5.094 + 4.925}{3} = 5.295 \mu m$$

Rata-rata nilai kekasaran permukaan pada putaran spindle 900 rpm yang menggunakan variasi *cutting fluid aloe vera* dengan kedalaman potong 0,4 mm, didapatkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Ra = \frac{Ra1 + Ra2 + Ra3}{3}$$

$$Ra = \frac{2.022 + 2.202 + 2.159}{3} = 2.127 \mu m$$

Rata-rata nilai kekasaran permukaan pada putaran spindle 900 rpm yang menggunakan variasi *cutting fluid radiator* dengan kedalaman potong 0,4 mm, didapatkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Ra = \frac{Ra1 + Ra2 + Ra3}{3}$$

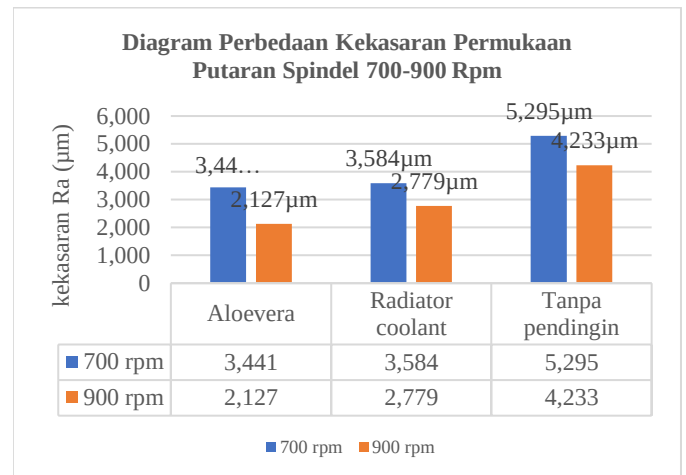
$$Ra = \frac{3.694 + 2.458 + 2.185}{3} = 2.779 \mu m$$

Rata-rata nilai kekasaran permukaan pada putaran spindle 900 rpm yang menggunakan variasi *cutting fluid tanpa pendingin* dengan kedalaman potong 0,4 mm, didapatkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Ra = \frac{Ra1 + Ra2 + Ra3}{3}$$

$$Ra = \frac{4.515 + 4.708 + 3.477}{3} = 4.233 \mu m$$

Nilai kekasaran permukaan yang lebih rendah, yaitu dengan menggunakan media *cutting fluid aloe vera* pada putaran spindle 900 rpm sebesar 2,127 μm . Hasil tersebut dianggap lebih efektif, dikarenakan memiliki angka kekasaran N7 yang melebihi acuan sebesar 1,6 μm pada tabel nilai kekasaran.



Gambar 2. Grafik nilai rata-rata kekasaran putaran spindle 700 dan 900 rpm

Secara keseluruhan, diagram di atas menunjukkan bahwa *cutting fluid aloe vera* memberikan hasil terbaik dalam mengurangi kekasaran permukaan pada putaran spindle 900 rpm karena nilai kekentalan 17,293 cSt, pada proses hasil penyaringan 80 mesh (Hartono *et al.*, 2018), sementara itu *cutting fluid Radiator* pada putaran spindle 900 rpm memberikan efek yang sedikit lebih besar dari pada aloe vera.

Tabel 2. Tabel Nilai Kekasaran

Angka kekasaran	Harga kekasaran Ra (μm)
N 12	50
N 11	25
N 10	12,5
N 9	6,3
N 8	3,2
N 7	1,6
N 6	0,8
N 5	0,4
N 4	0,2
N 3	0,1
N 2	0,05
N 1	0,025

II. Visualisasi Hasil Pemotongan Geram

Putaran spindel 700 rpm

Hasil geram sedikit lebih tebal pada proses pembubutan yang berbentuk *continuous* dan spiral kecil pada putaran spindel 700 rpm. Hal ini karena gaya potong tinggi pada putaran spindel 700 rpm, yang mengakibatkan geram menjadi lebih tebal dan mengalami deformasi yang lebih besar.



Gambar 3. hasil geram dengan putaran spindel 700 rpm

Putaran spindel 900 rpm

Hasil geram selama proses pembubutan dengan putaran spindel 900 rpm menghasilkan serpihan logam berbentuk *continuous* dan spiral lebih panjang dengan diameter tipis. Putaran spindel 900 rpm menghasilkan gaya potong yang relatif rendah maka, semakin cepat putaran spindel dan *feeding* yang tetap akan menghasilkan serpihan geram yang tipis.



Gambar 4. hasil geram dengan putaran spindel 900 rpm

III. Analisis Uji Anova

Tabel berikut merupakan tabel total data hasil pengujian yang akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus anova.

Tabel 3. Analisa data uji kekasaran permukaan (ANOVA)

Variasi Putaran Spindel (Rpm)	Cutting Fluid			Total
	Aloe Vera Ra (μm)	Radiator Ra (μm)	Tanpa Pendingin Ra (μm)	
700	3.984	4.394	5.867	36,962
	3.177	3.525	5.094	
	3.163	2.833	4.925	
Rata-rata	3.441	3.584	5.295	
900	2.022	3.694	4.515	27,42
	2.202	2.458	4.708	
	2.159	2.185	3.477	
Rata-rata	2.127	2.779	4.233	
Total	16,707	19,089	28,586	64,382

Uji anova dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

- $\frac{T^2}{bkn} = \frac{64,382^2}{18} = 230,2801$
- $\sum_{i=1}^n \cdot \sum_{j=1}^J \cdot \sum_{k=1}^K X_{ijk}^2 = 3,984^2 + 3,177^2 + 3,163^2 + 4,394^2 + 3,525^2 + 2,833^2 + 5,867^2 + 5,094^2 + 4,925^2 + 2,022^2 + 2,202^2 + 2,159^2 + 3,694^2 + 2,458^2 + 2,185^2 + 4,515^2 + 4,708^2 + 3,477^2 = 253,0553$
- $\frac{\sum_{i=1}^b \cdot \sum_{j=1}^J \cdot T_{ij}^2}{n} = \frac{(3,984 + 3,177 + 3,163)^2 + (4,394 + 3,525 + 2,833)^2 + (5,867 + 5,094 + 4,925)^2 + (2,022 + 2,202 + 2,159)^2 + (3,694 + 2,458 + 2,185)^2 + (4,515 + 4,708 + 3,477)^2}{3} = 248,6979$
- Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = \sum_{i=1}^b \cdot \sum_{j=1}^J \cdot \sum_{k=1}^K X_{ijk}^2 - \frac{T^2}{bkn} = 253,0553 - 230,2801 = 22,77516$$
- Jumlah Kuadrat Baris (JKB)

$$JKB = \frac{\sum_{i=1}^b T_{ij}^2}{kn} - \frac{T^2}{bkn} = \frac{36,962^2 + 27,42^2}{9} - 230,2801 = 235,3384 - 230,2801 = 5,05832$$
- Jumlah Kuadrat Kolom (JKK)

$$JKK = \frac{\sum_{j=1}^J T_{ij}^2}{bn} - \frac{T^2}{bkn} = \frac{16,707^2 + 19,089^2 + 28,586^2}{6} - 230,2801 = 243,4455 - 230,2801 = 13,16542$$
- Jumlah Kuadrat Interaksi (JKI)

$$JKI = \frac{\sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^k T_{ij}^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^b T_{i.}^2}{kn} - \frac{\sum_{j=1}^k T_{.j}^2}{bn} + \frac{T^2}{bkn}$$

$$= 248,6979 - 235,3384 - 243,4455 + 230,2801$$

$$= 0,194063$$

8. Jumlah Kuadrat Interaksi (JKE)

$$JKE = JKT - JKB - JKK - JKI$$

$$= 22,77516 - 5,05832 - 13,16542 - 0,194063$$

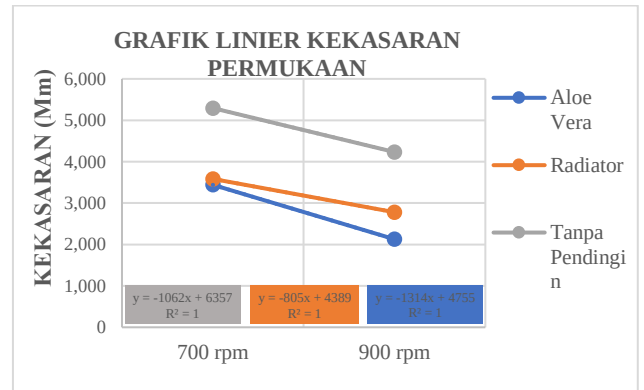
$$= 4,357355$$

Sumber Varian	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rata-Rata Kuadrat	F Hitung	Ftabel
Rata-rata Baris	5,05832	1	5,05832	13,93043	4,747
Rata-rata Kolom	13,16542	2	6,58271	18,12855	3,885
Interaksi	0,194063	2	0,097032	0,267222	3,885
Error	4,357355	12	0,363113		
Total	22,77516	17			

Tabel 4. Hasil Analisa (ANOVA) Uji Kekasaran Permukaan

Dari hasil uji anova dapat disimpulkan kan bahwa:

- F hitung = 13,93043 > $F_{0,05}$ 4,727 artinya H_0 ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan pada variasi putaran spindel 700 rpm terhadap *cutting fluid*.
- F hitung = 18,12855 > $F_{0,05}$ 3,885 artinya H_0 ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan pada variasi putaran spindel 900 rpm terhadap *cutting fluid*.
- F hitung = 0,267222 < $F_{0,05}$ 3,885 artinya H_0 diterima. Jadi tidak terdapat interaksi antara variasi antara putaran spindel 700 rpm dan putaran spindel 900 rpm terhadap *cutting fluid*.



Gambar 5. Grafik linier kekasaran permukaan

Pada grafik diatas, secara keseluruhan menunjukkan kondisi media *cutting fluid aloe vera*, radiator dan tanpa pendingin, semakin tinggi kecepatan putaran spindel maka, nilai kekasaran permukaan cenderung semakin menurun. Kecepatan putaran spindel sangat mempengaruhi terhadap nilai kekasaran permukaan Ra (μm) benda kerja, Dikarenakan semakin rendah nilai kekasaran, semakin halus permukaan pada benda kerja.

KESIMPULAN

- Selama proses pembubutan, kekasaran baja st 37 sangat dipengaruhi oleh media *cutting fluid*. Terbukti bahwa *cutting fluid aloe vera* dan radiator dapat mengurangi nilai kekasaran permukaan. Hasil kekasaran permukaan yang didapatkan setelah proses pembubutan dengan *cutting fluid aloe vera* adalah 3.441 μm pada 700 rpm dan 2,127 μm pada 900 rpm. Adapun nilai kekasaran permukaan dengan *cutting fluid radiator* adalah 3,584 μm pada 700 rpm dan 2,779 μm pada 900 rpm.

Dapat disimpulah bahwa:

- pada media *aloe vera* dengan putaran spindel 900 rpm merupakan Variasi *cutting fluid* yang baik
- cutting fluid aloe vera* adalah *cutting fluid* yang ramah lingkungan dan mempunyai nilai kekasaran permukaan yang rendah jika dibandingkan dengan *cutting fluid radiator* yang mengandung zat kimia. Oleh karena itu, *aloe vera* dapat

- digunakan sebagai pengganti radiator karena kekasarannya yang hampir sama.
2. Permukaan benda kerja berpegaruh terhadap peningkatan putaran spindel yang menghasilkan permukaan benda kerja menjadi lebih halus, karena adanya kontak benda kerja dalam waktu singkat yang diakibatkan oleh gaya gesek pada saat proses pembubutan. Serta penggunaan media *cutting fluid* dapat menambah keefektifan dalam mengurangi kekasaran permukaan.

DAFTAR RUJUKAN

1. Purnomo, P. D., Wayan Dika, J., & Mashudi, D. (2021). *The Effect Off Coolant Variations On Surface Roughness And Temperature In The Manufacturing Process Off Low Carbon Steel St 41*. In *JSNu: Journal of Science Nusantara* (Vol. 1, Issue 2).
2. Nur Hadi, A., Siti Nurroh kayati, A., Nugroho, A., Mujianto, A., Ir Juanda No, J. H., Samarinda Ulu, K., Samarinda, K., & Timur, K. (2023). *Analisa Variasi Media Pendingin Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan Baja St37 Pada Proses Mesin Bubut Konvensional*. In *Journal Technology Urgency Breakthrough in Engineering* (Vol. 2, Issue 1).
3. Yaya Hidayatulloh, B. S. I. N. G. (2023). *Pengaruh Variasi Kecepatan Putar Spindel Mesin Bubut Terhadap Keausan Pahat Karbida Pada Material Baja S45c*. 8(2), 1–6.
4. Hafidz Annafi *et al.* (2024). *Effect Of Coolant And Tool Blade Variation On Surface Roughness Of St 37 Stee On Conventional Lathes*. 6, 27216225. <https://doi.org/10.20527/jtamro.taryv7i1.216>
5. Hartono, P., Pratikto, Suprpto, A., & Irawan, Y. S. (2018). *Aloe Vera As Cutting Fluid Optimization Using Response Surface Method*. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(1–91), 55–63. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.123223>