
STUDI KOMPARASI PENGARUH KEDALAMAN POTONG PEMBUBUTAN LOGAM TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN MENGGUNAKAN MATA PAHAT KERAMIK

Andry Christopher, Rosehan dan M. Sobron Y. Lubis

Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara Jakarta, Indonesia

Email: andry.515150016@stu.untar.ac.id, rosehan@ft.untar.ac.id dan
sobronl@ft.untar.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima

28 Januari 2021

Diterima dalam bentuk revisi

08 Februari 2021

Diterima dalam bentuk revisi

Keywords:

turning; ceramic cutting
tool; surface roughness

ABSTRACT

Surface roughness is an important aspect of the machining process. Surface roughness affects the quality results of the workpiece specimen, and its ability in the assembly process as well as the workpiece's performance when friction occurs. Surface roughness can be affected by cutting parameters, one of which is the depth of cut. This study aims to determine how much is the influence of depth of cut on surface roughness in turning process and to determine the factors that influence the significance of depth of cut on surface roughness. The research was carried out using AISI 4140 steel and AISI 4340 steel and using alumina ceramic material. The research was carried out using correlational research methods involving the dependent variable and the independent variable. This research method was chosen to see the correlation between the independent variables and the dependent variable. The independent variable is the depth of cut that has been determined, 0.1 mm, 0.2 mm, and 0.3 mm and the dependent variable is the surface roughness. Based on the results of data analysis, it is concluded that the depth of cut has a significant effect on surface roughness and the magnitude of the effect of depth of cut on surface roughness can be influenced by the hardness of the material.

ABSTRAK

Kekasaran permukaan merupakan salah satu aspek yang penting dalam proses pemesinan. Kekasaran permukaan mempengaruhi hasil kualitas pada spesimen benda kerja, dan kemampuannya dalam proses perakitan maupun kemampuan benda kerja ketika harus terjadi pergesekan. Kekasaran permukaan dapat dipengaruhi oleh parameter pemotongan yang salah satunya adalah kedalaman pemotongan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui tentang seberapa besar pengaruh dari

kedalaman pemotongan terhadap kekasaran permukaan dalam proses pembubutan serta mengetahui faktor yang mempengaruhi nilai signifikansi dari pengaruh kedalaman pemotongan terhadap kekasaran permukaan. Penelitian dilakukan menggunakan material baja AISI 4140 dan baja AISI 4340 serta menggunakan mata potong berjenis material keramik alumina. Penelitian dilaksanakan menggunakan metode penelitian korelasional dengan melibatkan variabel terikat dan variabel bebas. Metode penelitian ini dipilih untuk melihat korelasi antar variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan adalah kedalaman potong yang telah ditentukan yaitu sebesar 0.1 mm, 0.2 mm, dan 0,3 mm serta variabel terikat nya adalah kekasaran permukaan. Berdasarkan hasil analisis data maka diperoleh kesimpulan bahwa kedalaman potong memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap kekasaran permukaan serta besarnya pengaruh kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan dapat dipengaruhi oleh kekerasan material.

Kata kunci:
bubut; mata potong keramik;
kekasaran permukaan

Pendahuluan

Proses pemesinan merupakan salah satu bagian dari sebuah proses manufaktur. Proses ini dilakukan dengan menggunakan mesin-mesin perkakas seperti mesin bubut atau mesin *milling* untuk memotong benda kerja, sehingga membentuk produk akhir yang sesuai dengan bentuk, dimensi, serta kekasaran permukaan yang telah direncanakan (Husni et al., 2020).

Salah satu bentuk proses pemesinan adalah proses bubut atau *turning*. Bubut merupakan proses pemotongan benda kerja menggunakan satu mata pahat yang memotong benda kerja yang berputar. Mata pahat pada proses bubut dapat bergerak sejajar dengan sumbu putar benda kerja atau tegak lurus terhadap sumbu putar benda kerja (S. Omasa and O. Khayal, 2019).

Berdasarkan material, mata pahat terbagi dalam beberapa jenis antara lain mata pahat keramik. Spesifikasi mata pahat pada mesin bubut dapat mempengaruhi hasil benda kerja yang dikerjakan. Antara lain mempengaruhi kekasaran permukaan benda kerja (Grzesik, 2008). Peningkatan performa material mata pahat dapat meningkatkan kualitas permukaan, toleransi yang lebih rapat, akurasi manufaktur serta mengurangi biaya produksi (Byrne et al., 2003). Penelitian yang dilakukan oleh Yallese menemukan bahwa perbedaan jenis mata pahat keramik yang digunakan memiliki hasil kekasaran permukaan yang berbeda-beda (Yallese et al., 2005).

Kekasaran permukaan merupakan ukuran sebuah ketidakaturan mikro pada tekstur permukaan benda kerja. Kualitas dari Kemampuan sebuah proses manufaktur untuk dapat menghasilkan kekasaran permukaan dapat dipengaruhi beberapa faktor seperti variabel pemesinan, salah satu variabel pemesinan adalah kedalaman potong atau *depth*

of cut (Choudhury & Chinchani, 2016). Secara teoritis peningkatan kedalaman pemotongan dapat meningkatkan tinggi serta lebar gelombang kekasaran permukaan sehingga mempengaruhi nilai kekasaran permukaan material (Husni et al., 2020). (Cakir et al., 2009) menemukan bahwa dari ketiga parameter pemesinan, *feed rate* memiliki pengaruh yang paling signifikan terhadap kekasaran permukaan kemudian diikuti oleh *cutting speed* lalu yang terakhir *depth of cut* (Cakir et al., 2009). Namun dalam penelitian lain menemukan bahwa pada keadaan tertentu, *depth of cut* memiliki pengaruh yang lebih signifikan dibandingkan dengan *feed rate* dan *cutting speed* (Chinchani & Choudhury, 2014).

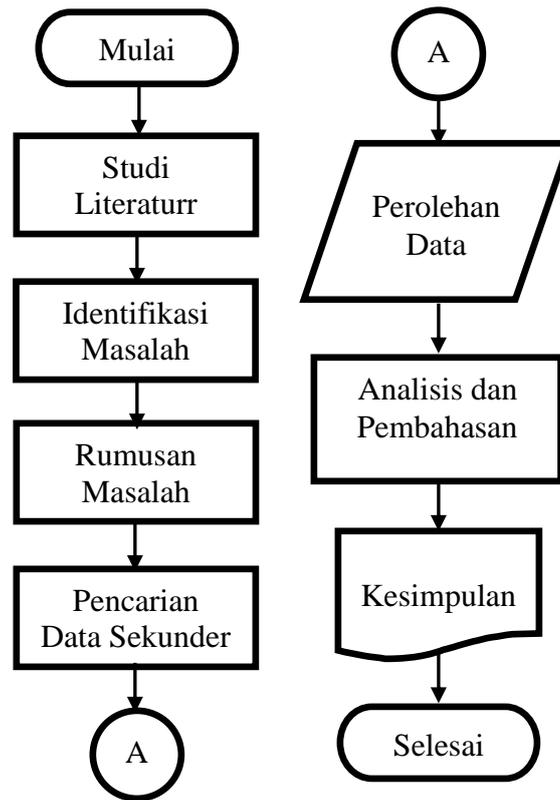
Berdasarkan uraian di atas maka dalam penelitian yang dilakukan mempunyai permasalahan yaitu faktor apa yang dapat mempengaruhi besarnya pengaruh *depth of cut* dalam pembubutan terhadap nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan. Penelitian mempunyai beberapa batasan yang dibuat dengan tujuan untuk menjaga fokus dari penelitian yaitu menganalisis dampak yang terjadi pada tingkat kekasaran permukaan ketika dilakukan variasi kedalaman pemotongan, penggunaan *coolant* tidak dibahas, varian kedalaman potong yang digunakan 0.1, 0.2, 0.3 mm dan kecepatan pemotongan serta gerak pemakanan yang digunakan berdasarkan data.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh *depth of cut* terhadap kekasaran permukaan serta mengetahui faktor yang dapat mempengaruhi besarnya pengaruh *depth of cut* terhadap kekasaran permukaan dibandingkan dengan parameter pemesinan yang lain.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian korelasional. Metode penelitian ini bertujuan untuk melihat korelasi antara dua atau lebih variabel (Yusuf, 2016). Metode ini digunakan agar dapat melihat pengaruh atau signifikansi *depth of cut* terhadap kekasaran permukaan.

Dalam penelitian ini, data yang digunakan berasal dari data sekunder yang berupa jurnal penelitian. Jumlah sampel dari tiap data sekunder berjumlah 9 sampel. Dari data sekunder yang telah diperoleh, kemudian dilakukan pengolahan data yaitu ekstrapolasi dan interpolasi untuk menyamakan antar data kemudian dilakukan analisis statistik dengan metode regresi linear berganda. Kemudian dilakukan pembahasan.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Data sekunder di peroleh dari sumber yaitu data sekunder A berasal dari jurnal “*comparative assessment of wiper and conventional ceramic tools on surface roughness in hard turning AISI 4140 steel.*” (Elbah et al., 2013) dan data sekunder B bersumber dari jurnal berjudul “*parametric analysis and optimization of hard turning at different levels of hardness using wiper ceramic insert*” (Subbaiah et al., 2020). Berikut adalah sifat mekanik dari material yang digunakan pada penelitian.

Tabel 1
Sifat Mekanik AISI 4140

| <i>Yield Strength</i> (MPa) | <i>Tensile Strength</i> (MPa) | <i>Elongation (%)</i> | <i>Hardness</i> (HRC) |
|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 757 | 1031 | 5.6 | 60 |

Tabel 2
Sifat Mekanik AISI 4340

| <i>Yield Strength</i> (MPa) | <i>Tensile Strength</i> (MPa) | <i>Elongation (%)</i> | <i>Hardness</i> (HRC) |
|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------------|
|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------------|

| | | | |
|-----|-----|-------|----|
| 600 | 730 | 12.67 | 45 |
|-----|-----|-------|----|

Dari data sekunder kemudian dilakukan pengolahan data berupa interpolasi dan ekstrapolasi untuk memperoleh data baru. Berikut adalah data hasil pengolahan interpolasi dan ekstrapolasi.

Tabel 3
Kekasaran Permukaan Data A

| No | Kedalaman Potong (mm) | Feeding (mm/put) | Kekasaran Permukaan Ra (μm) |
|----|-----------------------|------------------|--|
| 1 | 0.10 | 0.10 | 0.273 |
| 2 | 0.10 | 0.13 | 0.349 |
| 3 | 0.10 | 0.16 | 0.447 |
| 4 | 0.20 | 0.10 | 0.281 |
| 5 | 0.20 | 0.13 | 0.347 |
| 6 | 0.20 | 0.16 | 0.428 |
| 7 | 0.30 | 0.10 | 0.353 |
| 8 | 0.30 | 0.13 | 0.373 |
| 9 | 0.30 | 0.16 | 0.394 |

Tabel 4
Kekasaran Permukaan Data B

| No | Kedalaman Potong (mm) | Feeding (mm/put) | Kekasaran Permukaan Ra (μm) |
|----|-----------------------|------------------|--|
| 1 | 0.10 | 0.10 | 0.315 |
| 2 | 0.10 | 0.13 | 0.34 |
| 3 | 0.10 | 0.16 | 0.368 |
| 4 | 0.20 | 0.10 | 0.404 |
| 5 | 0.20 | 0.13 | 0.424 |
| 6 | 0.20 | 0.16 | 0.445 |
| 7 | 0.30 | 0.10 | 0.432 |
| 8 | 0.30 | 0.13 | 0.452 |
| 9 | 0.30 | 0.16 | 0.473 |

Dari data yang diperoleh dari hasil pengolahan interpolasi dan ekstrapolasi, kemudian dilakukan analisis dengan metode regresi linear berganda. Berikut adalah hasil analisis data dengan metode regresi linear berganda menggunakan aplikasi SPSS.

Tabel 5
Coefficients data A

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized | t | Sig. |
|-------|------------|-----------------------------|------------|----------------------|-------|------|
| | | B | Std. Error | Coefficients Beta | | |
| 1 | (Constant) | .082 | .059 | | 1.386 | .215 |
| | doc (X1) | .085 | .122 | .125 | .695 | .513 |
| | feed (X2) | 2.011 | .408 | .889 | 4.931 | .003 |

Tabel 6
Coefficients data B

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized | t | Sig. |
|-------|------------|-----------------------------|------------|----------------------|-------|------|
| | | B | Std. Error | Coefficients Beta | | |
| 1 | (Constant) | .197 | .032 | | 6.142 | .001 |
| | doc (X1) | .557 | .066 | .895 | 8.401 | .000 |
| | feed (X2) | .750 | .221 | .362 | 3.396 | .015 |

Berdasarkan tabel *coefficient* diatas dapat dilihat bahwa pada data A, kedalaman potong (*doc*) memiliki nilai Sig. > 0,05 yakni Sig. = 0,513 maka kedalaman potong tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan, sedangkan pada data B, kedalaman potong (*doc*) memiliki nilai Sig. < 0,05 yakni Sig. = 0,000 maka kedalaman potong memiliki pengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan.

Tabel 7
ANOVA Data A

| Model | | Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|-------|------------|----------------|----|-------------|--------|-------------------|
| 1 | Regression | .022 | 2 | .011 | 12.397 | .007 ^b |
| | Residual | .005 | 6 | .001 | | |
| | Total | .028 | 8 | | | |

a. Dependent Variable: Ra (Y1)

b. Predictors: (Constant), feed (X2), doc (X1)

Tabel 8
ANOVA Data B

| Model | | Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|-------|--|----------------|----|-------------|---|------|
|-------|--|----------------|----|-------------|---|------|

| | | | | | | |
|---|------------|------|---|------|--------|-------------------|
| 1 | Regression | .022 | 2 | .011 | 41.051 | .000 ^b |
| | Residual | .002 | 6 | .000 | | |
| | Total | .023 | 8 | | | |

a. Dependent Variable: Ra (Y1)

b. Predictors: (Constant), feed (X2), doc (X1)

Berdasarkan tabel ANOVA diatas dapat dilihat bahwa pada data A nilai sig. adalah 0,007 dimana nilai tersebut < 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai X1 (*doc*) dan X2 (*feed*) secara simultan memiliki pengaruh terhadap variabel Y (kekasaran permukaan). Sedangkan pada data B nilai sig. adalah 0,000 dimana nilai tersebut < 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai X1 (*doc*) dan X2 (*feed*) secara simultan memiliki pengaruh terhadap variabel Y (kekasaran permukaan).

Tabel 9
Model Summary Data A

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .897 ^a | .805 | .740 | .029972 |

Tabel 10
Model Summary data B

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .965 ^a | .932 | .909 | .016 |

Pada data A nilai *R square* adalah 0,805 x 100%, sehingga didapatkan nilai persentase pengaruh variabel X1 (*doc*) dan X2 (*feed*) terhadap variabel Y (kekasaran permukaan) secara simultan pada data A yaitu sebesar 80,5%. Sedangkan pada data B nilai *R square* adalah 0,932 x 100%, sehingga didapatkan nilai persentase pengaruh variabel X1 (*doc*) dan X2 (*feed*) terhadap variabel Y (kekasaran permukaan) secara simultan pada data A yaitu sebesar 93.2%.

Tabel 11
Correlations Data A

| | | Ra (Y1) | doc (X1) | feed (X2) |
|---------------------|-----------|---------|----------|-----------|
| Pearson Correlation | Ra (Y1) | 1.000 | .125 | .889 |
| | doc (X1) | .125 | 1.000 | .000 |
| | feed (X2) | .889 | .000 | 1.000 |

Studi Komparasi Pengaruh Kedalaman Potong Pembubutan Logam terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Mata Pahat Keramik

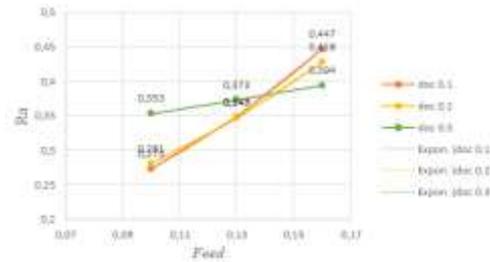
| | | | | |
|-----------------|-----------|------|------|------|
| Sig. (1-tailed) | Ra (Y1) | . | .374 | .001 |
| | doc (X1) | .374 | . | .500 |
| | feed (X2) | .001 | .500 | . |
| N | Ra (Y1) | 9 | 9 | 9 |
| | doc (X1) | 9 | 9 | 9 |
| | feed (X2) | 9 | 9 | 9 |

Tabel 12
Correlations Data A

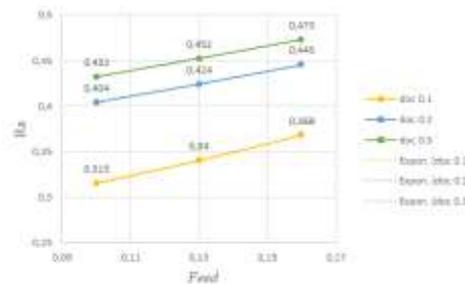
| | | Ra (Y1) | doc (X1) | feed (X2) |
|---------------------|-----------|---------|----------|-----------|
| Pearson Correlation | Ra (Y1) | 1.000 | .895 | .362 |
| | doc (X1) | .895 | 1.000 | .000 |
| | feed (X2) | .362 | .000 | 1.000 |
| Sig. (1-tailed) | Ra (Y1) | . | .001 | .169 |
| | doc (X1) | .001 | . | .500 |
| | feed (X2) | .169 | .500 | . |
| N | Ra (Y1) | 9 | 9 | 9 |
| | doc (X1) | 9 | 9 | 9 |
| | feed (X2) | 9 | 9 | 9 |

Berdasarkan tabel *correlations* diatas pada data A dapat diperoleh nilai koefisien korelasi kedalaman potong (*doc*) terhadap kekasaran permukaan (Ra) adalah 0,125. Dari tabel 5 diperoleh nilai Beta (koefisien regresi) untuk kedalaman potong (*doc*) sebesar 0.125. Jika data tersebut dimasukkan ke dalam rumus sumbangan efektif, maka diperoleh nilai SE variabel X1 (*doc*) terhadap Y (Ra) adalah sebesar 1,56%. Sedangkan pada data B nilai koefisien korelasi kedalaman potong (*doc*) terhadap kekasaran permukaan (Ra) adalah 0,895. Dari tabel 6 diperoleh nilai Beta (koefisien regresi) untuk kedalaman potong (*doc*) sebesar 0.895. Jika data tersebut dimasukkan ke dalam rumus sumbangan efektif, maka diperoleh nilai SE variabel X1 (*doc*) terhadap Y (Ra) adalah sebesar 80,1%.

Hasil dari perolehan data kekasaran permukaan yang telah dilakukan interpolasi dan ekstrapolasi data kemudian dibuat kedalam bentuk grafik untuk dilakukan analisa. Berikut adalah grafik kekasaran permukaan.



Grafik 1. Kedalaman Potong dan Feed Terhadap Kekasaran Permukaan Data A



Grafik 2. Kedalaman Potong dan Feed Terhadap Kekasaran Permukaan Data B

Berdasarkan dari perolehan data A pada grafik 1, variasi kedalaman potong memiliki pengaruh yang tidak signifikan terhadap tingkat kekasaran permukaan. Pada percobaan menggunakan *feed* 0.10 mm/put, terlihat bahwa semakin tinggi nilai kedalaman potong maka tingkat kekasaran permukaan akan semakin tinggi yaitu pada kedalaman potong 0.3 mm dengan kekasaran permukaan 0.353 μm . Namun pada percobaan menggunakan *feed* 0.16 mm/put, terlihat bahwa semakin rendah nilai kedalaman potong maka nilai kekasaran permukaan akan semakin tinggi yaitu pada kedalaman 0.1 mm dengan kekasaran permukaan 0.447 μm yang merupakan nilai kekasaran permukaan tertinggi dalam percobaan.

Pada data B variasi kedalaman potong memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap tingkat kekasaran permukaan. Terlihat bahwa pada percobaan menggunakan *feed* 0.10, 0.13, dan 0.16 mm/put nilai kekasaran permukaan semakin meningkat seiring dengan kenaikan nilai kedalaman potong. Nilai kekasaran permukaan tertinggi terdapat pada kedalaman potong 0.3 mm dengan *feed* 0.16 mm/put yaitu 0.473 μm .

Dari grafik 1 dan 2 terlihat bahwa walaupun nilai *feed* dan *depth of cut* yang digunakan antara data A dan data B adalah sama tetapi pada data A nilai kekasaran permukaan lebih dipengaruhi oleh *feed* sedangkan pada data B nilai kekasaran permukaan lebih dipengaruhi oleh *depth of cut*. Hal ini dapat dipengaruhi oleh tingkat kekerasan material yang berbeda antara material pada data A dan data B.

Nilai signifikansi pengaruh *depth of cut* terhadap kekasaran material dapat akan semakin meningkat ketika proses pembubutan dilakukan pada benda kerja yang tingkat kekerasan materialnya lebih rendah. Hal ini terjadi akibat menurunnya gaya pemotongan karena pelunakan material benda kerja pada saat kenaikan *depth of cut*

Studi Komparasi Pengaruh Kedalaman Potong Pembubutan Logam terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Mata Pahat Keramik

(Chinchanikar & Choudhury, 2014). *Depth of cut* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap gaya pemotongan (Rao et al., 2013).

Kesimpulan

Kedalaman potong dan *feed* sama-sama memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan. Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa tingkat kedalaman pemotongan dapat mempengaruhi nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan. Pada data A pengaruhnya sebesar 1,56 % sedangkan pada data B pengaruhnya sebesar 80.1%.

Besarnya signifikansi pengaruh kedalaman pemotongan terhadap kekasaran permukaan dipengaruhi oleh faktor lain yaitu tingkat kekerasan material.

BIBLIOGRAFI

- Byrne, G., Dornfeld, D., & Denkena, B. (2003). Advancing cutting technology. *CIRP Annals*, 52(2), 483–507.
- Cakir, M. C., Ensarioglu, C., & Demirayak, I. (2009). Mathematical modeling of surface roughness for evaluating the effects of cutting parameters and coating material. *Journal of Materials Processing Technology*, 209(1), 102–109.
- Chinchanikar, S., & Choudhury, S. K. (2014). Experimental investigations to optimise and compare the machining performance of different coated carbide inserts during turning hardened steel. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 228(9), 1104–1117.
- Choudhury, S. K., & Chinchanikar, S. (2016). 1.3 finish machining of hardened steel. *Comprehensive Materials Finishing*, 29, 47.
- Elbah, M., Yallese, M. A., Aouici, H., Mabrouki, T., & Rigal, J.-F. (2013). Comparative assessment of wiper and conventional ceramic tools on surface roughness in hard turning AISI 4140 steel. *Measurement*, 46(9), 3041–3056.
- Grzesik, W. (2008). *Advanced machining processes of metallic materials: theory, modelling and applications*. Elsevier.
- Husni, T., Asmadi, A., Pusvyta, Y., & Hidayat, T. (2020). Pengaruh Jenis Pahat Dan Kedalaman Pemakanan Pada Proses Pembubutan Terhadap Kekasaran Permukaan Aisi 4340. *Teknika: Jurnal Teknik*, 6(2), 119–133.
- Rao, C. J., Rao, D. N., & Srihari, P. (2013). Influence of cutting parameters on cutting force and surface finish in turning operation. *Procedia Engineering*, 64, 1405–1415.
- S. Omasa and O. Khayal. (2019). *Literature Review on Lathe Machine*.
- Subbaiah, K. V., Raju, C., & Suresh, C. (2020). Parametric analysis and optimization of hard turning at different levels of hardness using wiper ceramic insert. *Measurement*, 158, 107712.
- Yallese, M. A., Rigal, J. F., Chaoui, K., & Boulanouar, L. (2005). The effects of cutting conditions on mixed ceramic and cubic boron nitride tool wear and on surface roughness during machining of X200Cr12 steel (60 HRC). *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 219(1), 35–55.
- Yusuf, A. M. (2016). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif & penelitian gabungan*. Prenada Media.