

PENGARUH PARAMETER PERMESINAN MILLING TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN MATERIAL STAINLESS STEEL 304 PADA BRACKET CALIPER SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI

Michael Setiawan, M. Sobron Y. Lubis, Rosehan

Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, Indonesia

Email: michael.515180035@stu.untar.ac.id, sobronl@ftuntar.ac.id,
rosehan@ft.untar.ac.id

Abstrak

Dalam proses penggilingan, parameter cutting tool dan machining seperti spindle speed, feed rate, depth of cut dan cutting speed akan mempengaruhi kualitas kekasaran permukaan. Parameter yang tepat dan optimal akan memberikan kualitas permukaan yang merupakan kekasaran permukaan sesuai rencana. Oleh karena itu untuk meningkatkan efektivitas pemesinan, diperlukan metode untuk menghasilkan kualitas permukaan yang diinginkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kecepatan spindle yang optimal, laju umpan, kedalaman cut and cutting speed pada Stainless Steel 304 dengan proses CNC untuk mendapatkan kekasaran permukaan terendah yang diukur dengan surface roughness tester. Metode optimasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode taguchi dibantu dengan software Minitab 19 untuk mendapatkan parameter pemesinan yang optimal. Kecepatan spindle, laju umpan, kedalaman pemotongan, kecepatan potong dan kekasaran permukaan merupakan data yang sangat penting dalam penelitian ini. Eksperimen dilakukan dengan parameter yang telah ditentukan. Penelitian dilakukan dengan mengamati perubahan nilai kekasaran permukaan pada tiga variasi 550 rpm, 500 rpm dan 450 rpm pada kecepatan Spindle, 180 mm/menit, 160 mm/menit dan 140 mm/menit pada laju umpan, 0,5, 0,4 dan 0,3 pada kedalaman pemotongan dan 150 m/menit, 140 m/menit, 130 m/menit pada kecepatan potong. Hasil penelitian menemukan bahwa pada kecepatan spindle 550 rpm, kecepatan pemotongan 160 mm/menit, dan kedalaman pemotongan 0,4 menghasilkan nilai Ra terbaik pada 0.978 μm .

Kata Kunci: kekasaran permukaan, taguchi, kecepatan spindle, laju umpan, kedalaman pemotongan, kecepatan potong

Abstract

In a milling process, cutting tool and machining parameters such as spindle speed, feed rate, depth of cut and cutting speed will affect the quality of the surface roughness. The right and optimum parameters will give the quality of the surface which is the surface roughness as planned. Therefore in order to increase the effectiveness of the machining, a method to generate the desired surface quality is needed. The purpose of this study was to determine the optimum spindle speed, feed

How to cite:	Michael Setiawan. et al (2022) Pengaruh Parameter Permesinan Milling terhadap Kekasaran Permukaan Material Stainless Steel 304 pada Bracket Caliper Sepeda Motor Menggunakan Metode Taguchi, <i>Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia</i> , 7 (6).
E-ISSN:	2548-1398
Published by:	Ridwan Institute

rate, depth of cut and cutting speed on the Stainless Steel 304 with CNC process to obtain the lowest surface roughness that measured with surface roughness tester. Optimization methods used in this study was the taguchi method aided with software Minitab 19 to get optimum machining parameters. Spindle speed, feed rate, depth of cut, cutting speed and surface roughness are very important data in this study. Experiments are carried out with predetermined parameters. The study was conducted by observing changes on the value of surface roughness at three variation 550 rpm, 500 rpm and 450 rpm on Spindle speed, 180 mm/min, 160 mm/min and 140 mm/min on feed rate, 0,5, 0,4 and 0,3 on depth of cut and 150 m/min, 140 m/min, 130 m/min on cutting speed. The result of the study found that at 550 rpm spindle speed, 160 mm/min speed rate and 0.4 depth of cut delivered the best Ra value at 0,978 μm .

Keywords: *surface roughness, taguchi, spindle speed, feed rate, depth of cut, cutting speed*

Pendahuluan

Pada proses pemesinan *milling* juga terdapat beberapa parameter pemesinan yang dapat mempengaruhi hasil akhir dari benda kerja, beberapa parameter permesinan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *spindle speed, feed rate* dan *depth of cut*.

Parameter permesinan dalam proses pemesinan dapat mempengaruhi kekasaran permukaan pada benda kerja serta geram yang dihasilkan. Parameter pemesinan harus ditentukan terlebih dahulu untuk mendapatkan tingkat kekasaran yang diinginkan dan efisiensi waktu dapat dicapai (Estriyanto, Sutrisno, & Saputra, 2021).

Dalam proses produksi terutama di industri diperlukan parameter permesinan yang optimal menjadi peranan penting untuk mendapatkan tingkat kekasaran permukaan yang sesuai dan efisiensi waktu dapat dilakukan dengan metode Taguchi dan dilakukan kajian ulang untuk mendapatkan hasil yang paling optimal.

Stainless steel 304 secara umum digunakan dalam industri yaitu untuk penyeduhan, pemrosesan susu, pembuatan anggur, jalur pipa, panci, proses fermentasi, tempat penyimpanan bahan baku, dan sparepart otomotif. Kemampuannya antara lain dapat menahan korosi yang disebabkan oleh berbagai macam zat kimia dari buah-buahan, daging, susu dan debu selain itu juga umum digunakan sebagai wastafel, meja, tempat minum, kulkas, kompor dan berbagai jenis alat perkakas serta peralatan memasak (Ritonga & Idris, 2017).

Proses *milling* adalah suatu proses permesinan yang pada umumnya menghasilkan bentukan bidang datar, bidang datar yang terbentuk dari pergerakan kerja mesin dimana proses pengurangan material benda kerja terjadi karena adanya kontak antara alat potong yang berputar pada *spindle* dengan benda kerja yang tercekam pada meja mesin (Milling, 2022).

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah metode eksperimental. Untuk mencapai objektif penelitian maka dilakukan proses pemesinan menggunakan mesin milling CNC yang bisa dilihat pada Gambar 1.

1. Mesin CNC *Milling* OKUMA MB-46VAE-R



Gambar 1. Mesin CNC *Milling* OKUMA MB-46VAE-R

2. Material benda kerja yang digunakan adalah *Stainless Steel* 304.



Gambar 2. Material *Stainless Steel* 304

3. Mata pahat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pahat *Carbide Tai Ya Hsin* Dia 10x40x100x10x4 *Flute*.



Gambar 3. Pahat *Carbide Tai Ya Hsin* Dia 10x40x100x10x4 *Flute*

Tabel 1 Komposisi Kimia *Stainless Steel 304* [4]

Chemical Composition % (≤)										
ASTM	AISI (UNS)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	N	Product
ASTMA240	304 (UNS S30400)	0.07	0.75	2.00	0.045	0.03	17.5-19.5	8.-10.5	0.10	Plate, Sheet, and Strip
ASTM A276		0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	18.0-20.0	8.0-11.0	-	Bars and Shapes

Tabel 2 Sifat Mekanis *Stainless Steel 304* [4]

Mechanical Properties									
ASTM Type	AISI (UNS)	Tensile Strength (MPa) ≥	Yield Strength ≥(MPa) at 0.2% Offset	Elongation in 50 mm (%), ≥	Reduction of area, %	Brinell Hardness (HBW) ≤	Rockwell Hardness (HRBW) ≤	Product	Condition
ASTM A240/A240 M	304 (UNS S30400)	515	205	40	-	201	92	Plate, Sheet, and Strip	-
		515	205	40	50	-	-		Hot finished
ASTM A276 A/276 M		620	310	30	40	-	-	Bars and Shapes	Cold finished, Dia ≤ 12.7mm
		515	205	30	40	-	-		Cold finished, Dia ≤ 12.7mm

Tabel 3
Sifat Fisik *Stainless Steel 304* [4]

Physical Properties	
Density, g/cm ³	7.93
Melting point	1398-1454 °C (2550-2650 °F)
Magnetic in annealed condition	No
Magnetic permeability	1.02 (Approximate)
Specific heat capacity, J/(Kg.K)	500 (0-100 °C)
Electrical resistivity, $\mu\Omega$.m	0,73 (20 °C)
Modulus of elasticity (Elastic modulus), GPa (psi)	193 (28x10 ⁶)
Thermal diffusivity, mm ² /s	3.84 (20-100 °C)
Thermal conductivity (W/m.K)	16.3 (100 °C) (212 °F)
	21.5 (500 °C) (932 °F)
Mean coefficient of thermal expansion, (10 ⁻⁶ /K)	17.2 (0-100 °C) (32-212 °F)
	17.8 (0-315 °C) (32-600 °F)
	18.4 (0-538 °C) (32-1000 °F)

4. *Surface Roughness Tester* Mitutoyo SJ-210



Gambar 4 *Surface Roughness Tester* Mitutoyo SJ-210

5. Jangka Sorong untuk pengukuran dimensi benda kerja.



Gambar 5. Jangka Sorong

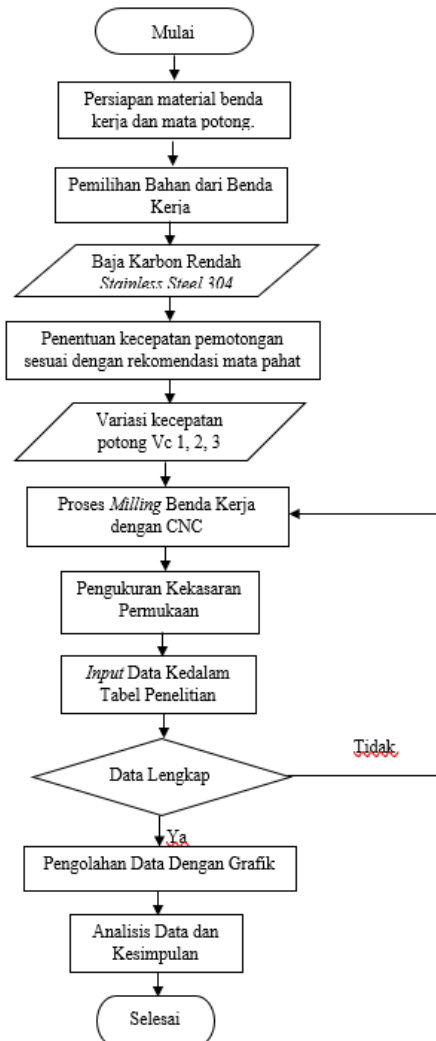
6. Metode yang digunakan untuk melakukan analisis parameter permesinan adalah dengan menggunakan metode Taguchi, metode Taguchi merupakan usaha peningkatan kualitas yang berfokus pada peningkatan rancangan produk dan proses. Sasaran metode tersebut adalah menjadikan produk tidak sensitif terhadap variabel gangguan (*noise*), sehingga disebut sebagai *robust design*. Desain eksperimen *orthogonal array* merupakan modifikasi dari desain *fractional factorial* yang

kemudian dilengkapi transformasi respon dalam bentuk Rasio *signal* terhadap *noise* (*S/N ratio*) Taguchi ini tetap memiliki risiko kesalahan pengambilan kesimpulan karena banyaknya eksperimen yang terpangkas (Halimah & Ekawati, 2020).

7. *Orthogonal Array* merupakan sebuah *matriks* dari sejumlah baris dan kolom matriks faktor dan level yang tidak membawa pengaruh dari faktor atau *level* yang lain. Setiap kolom merepresentasikan faktor atau kondisi tertentu yang dapat berubah dari suatu percobaan ke percobaan lainnya. *Array* disebut *orthogonal* karena setiap *level* dari masing-masing faktor adalah seimbang (*balance*) dan dapat dipisahkan dari pengaruh faktor yang lain dalam percobaan (Andriani, 2014).

Flowchart Penelitian

Berikut ini merupakan diagram alir dari metode eksperimen yang akan dilakukan:



Gambar 6 Flowchart Proses Eksperimen

Nilai kekasaran permukaan dalam proses bubut harus sesuai dengan toleransi kekasaran permukaan N5–N8 yang digunakan pada proses bubut, *milling* dan *reaming*. Sementara itu variasi *spindle speed* yang digunakan 550 rpm, 500 rpm, dan 450 rpm, variasi *feed rate* yang digunakan 180 mm/min, 160 mm/min dan 140 mm/min, Variasi *Depth of Cut* 0,5 mm, 0,4 mm dan 0,3 mm, variasi *cutting speed* yang digunakan adalah 150 m/min, 140 m/min dan 130 m/minserta menggunakan satu mata potong agar menghindari keausan sebagai faktor eksternal yang dapat mempengaruhi nilai kekasaran permukaan. Setelah hasil proses pemesinan didapatkan akan diambil nilai kekasaran permukaan dengan *surface roughness tester*.

Hasil dan Pembahasan

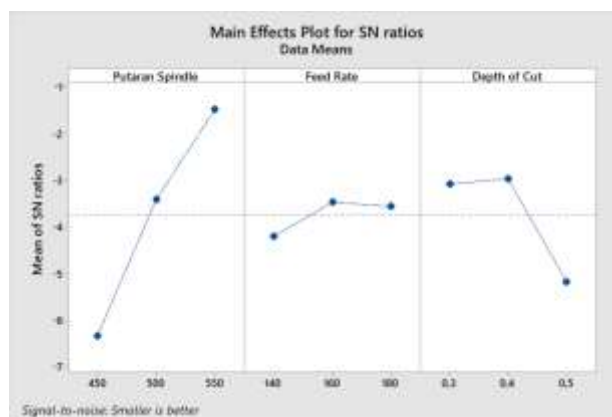
Hasil data dari penelitian diolah dalam bentuk tabel serta dianalisis dalam bentuk grafik.

Tabel 4
Orthogonal array L₉ dan Tabel Hasil Experimen

Putaran Spindle (rpm)	Feed Rate (mm/min)	Depth of Cut (mm)	Ra1 (µm)	Ra2 (µm)	Ra3 (µm)	Cutting Speed (m/min)	SNRA1
550	180	0,5	1,37	1,371	1,374	150	-2,745
550	160	0,4	0,978	1,032	1,018	150	-0,0829
550	140	0,3	1,136	1,333	1,127	150	-1,6012
500	180	0,4	1,408	1,329	1,393	140	-2,7793
500	160	0,3	1,333	1,329	1,331	140	-2,4836
500	140	0,5	1,754	1,774	1,781	140	-4,958
450	180	0,3	1,781	1,821	1,815	130	-5,1332
450	160	0,5	2,461	2,46	2,453	130	-7,8116
450	140	0,4	1,992	2,0	2,003	130	-6,0134

Tabel 5
Pengaruh dari setiap level Tabel ranking parameter paling berpengaruh berdasarkan SNR

Level	Putaran Spindle	Feed Rate	Depth Of Cut
1	-6,319	-4,191	-3,073
2	-3,407	-3,459	-2,959
3	-1,476	-3,552	-5,172
Delta	4,843	0,731	2,213
Rank	1	3	2



Gambar 7. Pengaruh nilai (SNR) parameter permesinan kepada kekasaran permukaan (semakin kecil semakin baik)

Dapat disimpulkan dari grafik diatas yang dihasilkan dari *software* MINITAB diperoleh nilai parameter yang paling optimal yaitu *Spindle Speed* (550 rpm), *Feed Rate* (160 mm/min) dan *Depth of Cut* (0,4 mm), berdasarkan hasil parameter yang paling optimal menurut *software* didapatkan nilai kekasaran permukaan (R_a) terkecil sebesar 0,978 µm.

Tabel 6
Pengaruh dari setiap level Tabel *ranking* parameter paling berpengaruh

Level	Putaran Spindle	Feed Rate	Depth Of Cut
1	-6,319	-4,191	-3,073
2	-3,407	-3,459	-2,959
3	-1,476	-3,552	-5,172
Delta	4,843	0,731	2,213
Rank	1	3	2

Tabel 7
Tabel rata rata *Signal to Noise Ratios* (SNR) dari setiap percobaan

Percobaan	SNR1	Rata - rata
1	-2,745	
2	-0,083	-1,476
3	-1,601	
4	-2,779	
5	-2,484	-3,407
6	-4,958	
7	-5,133	
8	-7,812	-6,319
9	-6,013	

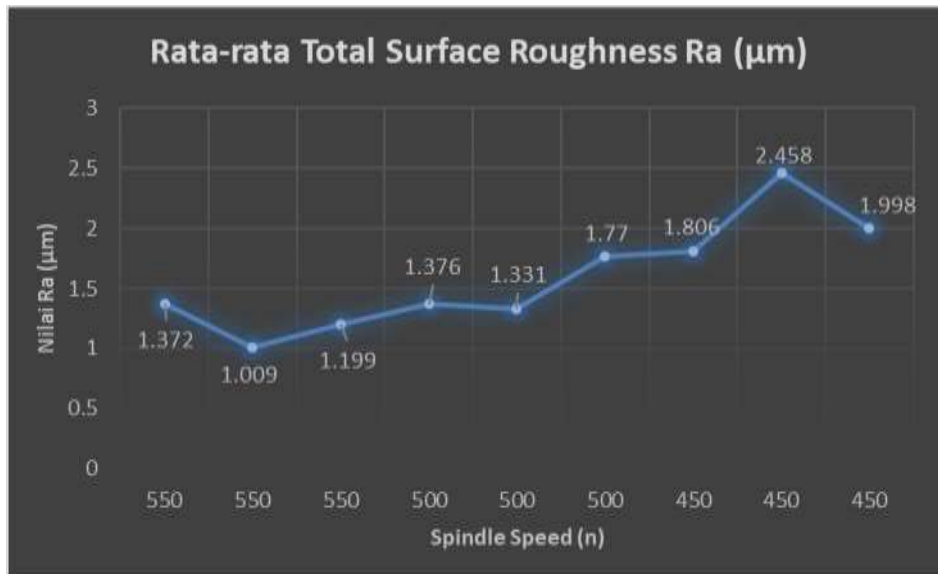
Menentukan Setting Level Optimum

Dalam menentukan *setting level* optimum dapat diketahui dari grafik *signal to noise ratio* yang tertera pada grafik 4.2, dimana hasil parameter yang paling optimum terhadap kekasaran permukaan berdasarkan hasil grafik *signal to noise* dapat dilihat dibawa ini:

Putaran Spindle (A) : level 3 : 550 mm/s
 Feedrate (B) : level 2 : 140 mm/min
 Depth Of Cut (C) : level 2 : 0,4 mm

Tabel 8
Hasil Rata-rata Total Surface Roughness R_a (μm) SUS 304 tiap level

Cutting Speed (m/min)	Putaran Spindle (rpm)	Feed Rate (mm/min)	Depth of Cut (mm)	Rata-rata Total Surface Roughness R_a (μm)
150	550	180	0,5	1,372
150	550	160	0,4	1,009
150	550	140	0,3	1,199
140	500	180	0,4	1,376
140	500	160	0,3	1,331
140	500	140	0,5	1,770
130	450	180	0,3	1,806
130	450	160	0,5	2,458
130	450	140	0,4	1,998



Gambar 7. Spindle Speed (n) terhadap Kekasaran Permukaan (R_a) sus 304

Berdasarkan hasil rata-rata total nilai kekasaran permukaan tiap pemesinan pada Tabel 4, nilai perbandingan *Spindle Speed* (n) terhadap kekasaran permukaan dapat didefinisikan pada gambar 7. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa nilai R_a yang didapatkan berbanding terbalik dengan nilai n. Hal ini dapat dibuktikan dari data dimana saat *Spindle Speed* (n) 550 rpm, nilai R_a rata-rata yang dihasilkan merupakan yang terendah sebesar 1,372 μm , 1,009 μm serta 1,199 μm dan semakin nilai n diturunkan, hasil R_a yang didapatkan semakin meningkat, seperti pada saat *Spindle Speed* (n) 450 rpm didapatkan nilai R_a rata-rata yang dihasilkan merupakan yang tertinggi yaitu sebesar 1,806 μm , 2,458 μm serta 1,998 μm .

Dari hasil data tersebut, dapat dikatakan bahwa semakin tinggi nilai n yang digunakan dalam penelitian maka semakin rendah nilai R_a yang bisa didapatkan atau semakin halus permukaan benda kerja yang dihasilkan dari proses pemesinan. Dengan begitu jika ingin mendapatkan permukaan dari spesimen atau benda kerja yang lebih halus dan nilai R_a (kekasaran permukaan) yang lebih rendah maka dapat menggunakan nilai n yang tinggi.

Hal ini dapat disebabkan kecepatan spindle yang lebih tinggi yang menyebabkan pahat berputar pada kecepatan yang lebih tinggi dan menghasilkan pergerakan yang lebih stabil serta peningkatan intensitas penyayatan terhadap permukaan benda kerja (Sunyapa, 2016).

Terdapat perbedaan dalam hasil akhir dari kekasaran permukaan yang tergantung dari variasi dari *cutting speed*. Semakin tinggi *cutting speed* yang digunakan, semakin kecil nilai kekasaran permukaan yang didapatkan dengan kata lain, kualitas permukaan benda kerja lebih baik. Jika putaran *spindle* tinggi maka *cutting speed* juga tinggi, dan alat potong bergerak dengan cepat untuk menyayat permukaan benda kerja (Lubis, Siahaan, Darmawan, Adiinto, & Ronald, 2019).

Kesimpulan

Dari hasil penelitian secara experimental dengan judul Pengaruh Parameter Permesinan Milling terhadap Kekasaran Permukaan Material Stainless Steel 304 pada Bracket Caliper Sepeda Motor Menggunakan Metode Taguchi dapat disimpulkan bahwa: 1). Berdasarkan hasil optimasi Parameter dari *software* MINITAB diperoleh nilai parameter yang paling optimal yaitu *Spindle Speed* (550 rpm), *Feed Rate* (160 mm/min) dan *Depth of Cut* (0,4 mm), berdasarkan hasil parameter yang paling optimal menurut *software* didapatkan nilai kekasaran permukaan (R_a) terkecil sebesar 0,978 μm . 2). Berdasarkan hasil rata-rata total nilai kekasaran permukaan tiap pemesinan pada Tabel 7 nilai perbandingan *Spindle Speed* (n) terhadap kekasaran permukaan dapat didefinisikan pada gambar 7. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa nilai R_a yang didapatkan berbanding terbalik dengan nilai n. Hal ini dapat dibuktikan dari data dimana saat *Spindle Speed* (n) 550 rpm, nilai R_a rata-rata yang dihasilkan merupakan yang terendah sebesar 1,372 μm , 1,009 μm serta 1,199 μm dan semakin nilai n diturunkan, hasil R_a yang didapatkan semakin meningkat, seperti pada saat *Spindle Speed* (n) 450 rpm didapatkan nilai R_a rata-rata yang dihasilkan merupakan yang tertinggi yaitu sebesar 1,806 μm , 2,458 μm serta 1,998 μm . 3). Berdasarkan hasil data pada gambar 7, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai n yang digunakan dalam penelitian maka semakin rendah nilai R_a yang bisa didapatkan atau semakin halus permukaan benda kerja yang dihasilkan dari proses pemesinan. Dengan begitu jika ingin mendapatkan permukaan dari spesimen atau benda kerja yang lebih halus dan nilai R_a (kekasaran permukaan) yang lebih rendah maka dapat menggunakan nilai n yang tinggi.

BIBLIOGRAFI

- Andriani, Debrina Puspita. (2014). “Metode Taguchi Pengendalian Kualitas.” *Teknik Industri Universitas Brawijaya*, 19–21.
- Estriyanto, Yuyun, Sutrisno, Valiant Lukad Perdana, & Saputra, Taufik Wisnu. (2021). Studi Keselarasan Pembelajaran CNC/CAM Pada LPTK, SMK, Dan Industri Menyongsong Era Revolusi Industri 4.0 Bidang Manufaktur. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 18(1), 111–120. [Google Scholar](#)
- Halimah, Putri, & Ekawati, Yurida. (2020). Penerapan Metode Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Bata Ringan pada UD. XY Malang. *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, 13(1). [Google Scholar](#)
- Lubis, M. Sobron Yamin, Siahaan, Erwin, Darmawan, Steven, Adianto, Adianto, & Ronald, Ronald. (2019). Variation of Cutting Parameters in the Process of Turning AISI 4340 Steel on Surface Roughness. *Sinergi: Jurnal Teknik Mercu Buana*, 23(2), 139–144. [Google Scholar](#)
- Milling. (2022). *Mesin Milling Adalah? [online]*.
- Ritonga, D. A., & Idris, M. (2017). Karakteristik Bahan Steel 304 Terhadap Kekuatan Impak Benda Jatuh Bebas. *Wahana Inovasi Volume 6 No, 2*, 208–215.
- Sunyapa, Bijak. (2016). *Analisis Variasi Proses Milling CNC Terhadap Kekasaran Permukaan Baja ST41 dengan Metode Taguchi*. [Google Scholar](#)

Copyright holder:

Michael Setiawan, M. Sobron Y. Lubis, Rosehan (2022)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

