

## Pengaruh Parameter Mesin CNC Laser *Cutting* Pada Potongan SS304 0,8 mm

Nurul Widadi<sup>1)\*</sup>, Mokh. Hairul Bahri<sup>2)\*</sup>, Ardhi Fathoni Syam PN<sup>3)</sup>,  
Asroful Abidin<sup>4)</sup>

<sup>1,2,3,4)</sup>Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember  
Gumuk Kerang, Karangrejo, Kec. Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68124  
Email: [nurulwidadi@yahoo.com](mailto:nurulwidadi@yahoo.com), [nurulwiwid55@gmail.com](mailto:nurulwiwid55@gmail.com), [mhairulbahri@unmuhjember.ac.id](mailto:mhairulbahri@unmuhjember.ac.id)

doi: <https://doi.org/10.24843/METTEK.2023.v09.i02.p03>

### Abstrak

Salah satu proses penting pembuatan sebuah produk yakni pada proses pemotongan plat, dimana teknologi pemotongan plat sudah beralih dari alat potong hidrolik ke CNC laser *cutting*. Namun pada hasil potongannya masih terdapat masalah, yakni adanya kekasaran permukaan yang cukup tinggi sehingga membutuhkan *finishing* lebih lanjut. Maka dibutuhkan kombinasi parameter yang sesuai untuk menghasilkan kekasaran permukaan yang rendah. Dari penelitian ini dilakukan sembilan perlakuan dengan tiga kali perulangan sehingga didapat 27 data, kemudian data tersebut dianalisis menggunakan metode Taguchi dan didapat nilai optimalnya yakni *cutting speed* 13000 mm/min dan *gas pressure* sebesar 12 bar yang memiliki nilai kekasaran permukaan yang paling rendah yakni 0.791  $\mu\text{m}$ , sehingga kombinasi parameter tersebut menjadi parameter yang optimal dalam pemotongan plat *Stainless Steel* 304 (SS304) tebal 0,8 mm. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi *cutting speed* dan *gas pressure*, maka semakin rendah nilai kekasaran permukaan. Dengan kombinasi variasi tersebut dapat meningkatkan kualitas suatu hasil potongan juga.

**Kata kunci:** Optimal; Kekasaran; CNC Laser *Cutting*

### Abstract

*One of the important processes for making a product is the plate cutting process, where plate cutting technology has shifted from hydraulic cutting tools to CNC laser cutting. However, there are still problems with the cut results, namely that the surface roughness is quite high and requires further finishing. So an appropriate combination of parameters is needed to produce low surface roughness. From this research, nine treatments were carried out with three repetitions so that 27 data were obtained, then the data was analyzed using the Taguchi method and the optimal values were obtained, namely cutting speed of 13,000 mm/min and gas pressure of 12 bar which had the lowest surface roughness value, namely 0.791  $\mu\text{m}$ . , so that the combination of these parameters becomes the optimal parameters for cutting 0.8 mm thick Stainless Steel 304 (SS304) plate. It can be concluded that the higher the cutting speed and gas pressure, the lower the surface roughness value. This combination of variations can also improve the quality of a cut.*

**Keywords:** Optimal; Rudeness; CNC Laser *Cutting*

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi Mesin CNC (*Computer Numerically Control*) sudah sangat berkembang dari waktu ke waktu sejak ditemukan pertama kali pada tahun 1952 dan dikembangkan oleh John Pearson[1]. Salah satu jenis mesin CNC untuk proses pemotongan material yakni CNC Laser

---

Penulis korespondensi,  
Email: [nurulwidadi@yahoo.com](mailto:nurulwidadi@yahoo.com)

*Cutting*. Laser *cutting* pertama kali digunakan pada tahun 1965.[2] Mesin CNC Laser *Cutting* digunakan untuk memotong bahan dengan cepat, akurat, dan efisien. Material yang dapat dipotong oleh mesin CNC Laser *Cutting* yakni metal dan non-metal.

*Stainless Steel* 304 (SS304) dikelompokkan sebagai *austenitic Stainless Steel* yang memiliki ketahanan korosi sangat baik hingga diatas temperatur 650 °C. Bahan *Stainless Steel* 304 merupakan salah satu bahan yang paling umum digunakan dalam industri manufaktur karena memiliki sifat tahan karat yang sangat baik. Dalam industri manufaktur, *Stainless Steel* 304 banyak digunakan dalam pembuatan produk-produk seperti pagar rumah, lemari pendingin, peralatan dapur dan masih banyak lagi.

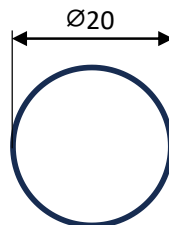
Namun dalam proses pemotongan bahan *Stainless Steel* 304, masih terdapat masalah kualitas potongan yang harus dihadapi. Hasil pemotongan dipengaruhi oleh parameter tekanan gas dan kecepatan potong pada ketebalan plat yang tepat[3]. Oleh karena itu, pengaruh parameter proses Mesin CNC Laser *Cutting* 3 Axis pada kualitas potongan bahan *Stainless Steel* 304 tebal 0,8 mm sangat penting untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan.

Hasil yang diharapkan pada penelitian ini yakni mengetahui pengaruh variasi parameter seperti kecepatan pemotongan (*cutting speed*) dan tekanan gas (*gas pressure*) mempengaruhi kualitas potongan pada bahan *Stainless Steel* 304 tebal 0,8 mm. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan parameter yang optimal sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas potongan pada bahan *Stainless Steel* 304, yang dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam industri manufaktur.

## 2. METODE

### 2.1. Desain dan Bentuk Spesimen

Bentuk spesimen yang dibuat oleh penulis yakni *circle* atau lingkaran. Pada tahap ini penulis mendesain lingkaran dengan diameter 20 mm tiap perlakuan.



Gambar 1. Geometri Objek Penelitian

Gambar 1 menunjukkan geometri benda kerja yang akan dibuat. Pembuatan desain dilakukan menggunakan *Software* VCarve. *Software* Vetric Aspire CNC (VCarve) merupakan salah satu *Software* yang digunakan untuk mengubah desain yang telah dibuat menjadi *G-Code*. *G-Code* merupakan bahasa perintah pada pemrograman CNC yang nantinya digunakan untuk mengeksekusi suatu benda kerja.[4].

### 2.2. CNC Laser *Cutting* 3 Axis

Setelah didapat desain bentuk spesimen, penulis melakukan proses pemotongan dengan desain yang telah dibuat menggunakan mesin CNC Laser *Cutting* 3 Axis dengan variasi parameter *cutting speed* dan *gas pressure*. Untuk menghitung pengulangan percobaan menggunakan rumus Federer (1963) [5]:

$$(n - 1)(t - 1) \geq 15$$

Dimana, t : banyak perlakuan

r : banyak pengulangan

Dijawab:

$$(n - 1)(t - 1) \geq 15$$

$$\begin{aligned}
 (n - 1)(9 - 1) &\geq 15 \\
 (n - 1)(8) &\geq 15 \\
 (8n - 8) &\geq 23 \\
 n &\geq 2.875 \\
 n &= 3
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

maka dari rumus tersebut didapat perulangan pengujian tiap perlakuan 3 kali. Dengan tabel perlakuan sebagai berikut:

Table 1. Tabel Perlakuan

Perlakuan	<i>Cutting speed</i> (mm/min)	<i>Gas pressure</i> (bar)
1	11000	10
2	11000	11
3	11000	12
4	12000	10
5	12000	11
6	12000	12
7	13000	10
8	13000	11
9	13000	12

Jika tiap perlakuan dilakukan 3 kali pengulangan, maka didapat hasil spesimen yang diuji 27 spesimen. Diharapkan dari 27 spesimen tersebut menghasilkan data yang lebih signifikan.

### 2.3. Pengujian Kekasaran Permukaan

Setelah dilakukan eksperimen menggunakan mesin CNC Laser *Cutting 3 Axis* dan didapat spesimen yang diinginkan, dilanjut dengan pengujian hasil potongan menggunakan alat uji kekasaran permukaan (*surface roughness test*). Kekasaran permukaan merupakan nilai kasarnya permukaan suatu material atau tidak rataanya suatu permukaan material yang diukur dari suatu titik acuan. Kekasaran mengacu pada jarak penyimpangan dari permukaan yang nominal yang ditentukan oleh karakteristik material dan cara memproses hingga diperoleh bentuk permukaan itu. [6]. Pengujian kekasaran permukaan ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari hasil potongan. Pengujian kekasaran permukaan dilakukan di Laboratorium bahan Universitas Negeri Jember menggunakan alat *Surface roughness Test* merk *Time 220*.

### 2.4. Pengolahan Data

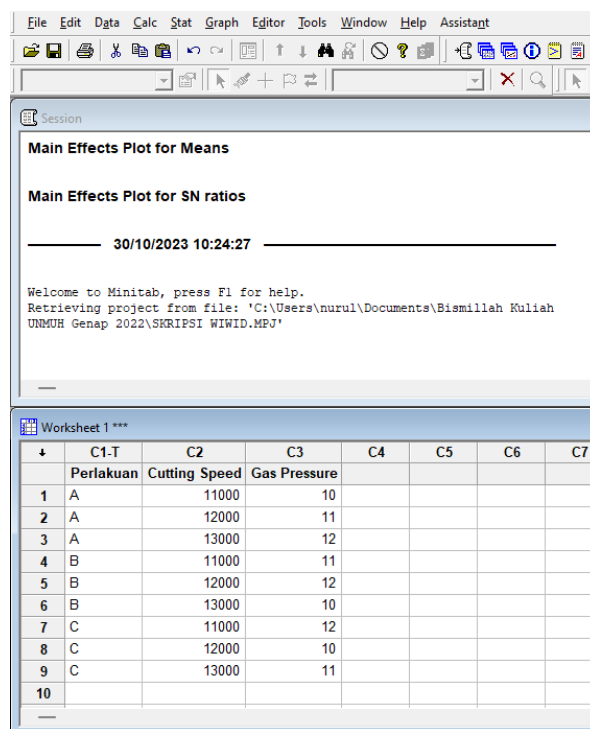
Dari data yang didapatkan oleh alat tersebut akan *diconvert* ke Ms Excel. Kemudian data diolah agar pembaca dapat dengan mudah memahami hasil kekasaran tiap spesimennya. Dengan tabel pengujian kekasaran permukaan sebagai berikut:

Table 2. Tabel Pengujian Kekasaran Permukaan

Perlakuan	Cutting Speed (mm/min)	Gas pressure (bar)	Nilai Ra (µm)		
			T1	T2	T3
1	11000	10			
2	11000	11			
3	11000	12			
4	12000	10			
5	12000	11			
6	12000	12			
7	13000	10			
8	13000	11			
9	13000	12			

## 2.5. Taguchi

Taguchi merupakan suatu metode usaha peningkatan kualitas yang berfokus pada peningkatan variasi parameter proses.[7] Metode ini digunakan dalam perancangan dan peningkatan kualitas dengan cara desain eksperimen untuk menemukan variasi parameter proses, sehingga didapat variasi parameter proses yang paling optimal. Pada metode ini diperoleh perlakuan terbaik antara *cutting speed* dan *gas pressure* untuk mencapai karakteristik hasil potong terbaik.



Gambar 2. Perlakuan Menggunakan Metode Taguchi

Pada Gambar 2 menunjukkan berapa kali perlakuan yang harus dilakukan saat proses pemotongan material menggunakan mesin CNC Laser *Cutting*. Selain berapa kali jumlah perlakuan, metode Taguchi juga menentukan kombinasi variasi parameter proses yang digunakan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karena adanya sisa lelehan hasil laser yang dapat merusak keindahan suatu hasil potongan, maka diperlukan variasi parameter yang sesuai saat menggunakan mesin CNC Laser *Cutting 3 Axis* untuk mengurangi timbulnya sisa lelehan hasil lelehan laser. Kemudian spesimen tersebut akan diuji menggunakan alat roughness surface *test*. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan ( $R_a$ ) yang optimal. Dimana dengan nilai  $R_a$  yang rendah menandakan kualitas permukaan yang baik dan tidak diperlukan proses finishing lagi.

#### 3.1. Mesin CNC Laser *Cutting 3 Axis*

Mesin yang digunakan pada penelitian ini yakni mesin CNC laser *cutting 3 Axis* yang berada di Laboratorium Logam dan Kayu Politeknik Negeri Jember. Mesin laser yang digunakan pada mesin ini yakni Raycus Laser *Source 1000 Watt* dengan maksimal pemotongan material 3 mm. Mesin ini khusus digunakan untuk memotong material metal, antara lain *Stainless Steel*, baja, besi dan lain sebagainya. Variasi parameter yang diuji pada penelitian ini yakni *cutting speed* dan *gas pressure*.

#### 3.2. Pengujian Kekasaran Permukaan

Setelah dilakukan pemotongan dengan mesin CNC Laser *Cutting 3 Axis*, tahap selanjutnya yakni pengujian menggunakan alat *Surface roughness test Time 220*.



Gambar 3. Alat *Surface roughness Time 220*

Gambar 3 menunjukkan alat yang digunakan pada penelitian ini. Alat ini berada di Laboratorium Material Universitas Negeri Jember. Serta dilakukan pengujian terhadap 27 spesimen yang telah dibuat sebelumnya. Saat proses penggosokan specimen dilakukan dibebraa sisi untuk mendapatkan nilai yang akurat.

#### 3.3. Pengolahan Data

Analisis data menggunakan metode Taguchi dilakukan untuk mengetahui kontribusi dari parameter *cutting speed* dan *gas pressure* berdasarkan eksperimen yang telah ditentukan, dalam penelitian ini diharapkan parameter-parameter tersebut dapat mempengaruhi kekasaran permukaan. Karakteristik yang digunakan pada penelitian ini yakni *smaller is better*. Dimana karakteristik kualitas dengan batas nilai 0 dan non negatif sehingga nilai yang semakin kecil atau mendekati nol adalah nilai yang diinginkan.[8] Kemudian dapat diketahui kombinasi dari nilai perlakuan dari parameter tersebut untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan yang minimal.[9] Perhitungan rasio S/N dapat dilihat sebagai berikut:

Eksperimen 1

$$\begin{aligned} S/N1 &= -10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_1^2 + y_2^2 + y_3^2) \right) \\ &= -10 \log \left( \frac{1}{3} \times (0,57^2 + 2,85^2 + 3,91^2) \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= -10 \log (7,9) \\
 &= -8,98
 \end{aligned} \tag{2}$$

Eksperimen 2

$$\begin{aligned}
 S/N2 &= -10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_1^2 + y_2^2 + y_3^2) \right) \\
 &= -10 \log \left( \frac{1}{3} \times (0,57^2 + 1,66^2 + 2,03^2) \right) \\
 &= -10 \log (9,34) \\
 &= -9,70
 \end{aligned} \tag{3}$$

Eksperimen 3

$$\begin{aligned}
 S/N3 &= -10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_1^2 + y_2^2 + y_3^2) \right) \\
 &= -10 \log \left( \frac{1}{3} \times (0,52^2 + 1,07^2 + 0,55^2) \right) \\
 &= -10 \log (1,72) \\
 &= -3,56
 \end{aligned} \tag{4}$$

Hasil dari pengukuran kekasaran permukaan sembilan eksperimen dengan tiga kali pengulangan ditunjukkan pada Tabel 3.

Table 3. Hasil Kekasaran Permukaan

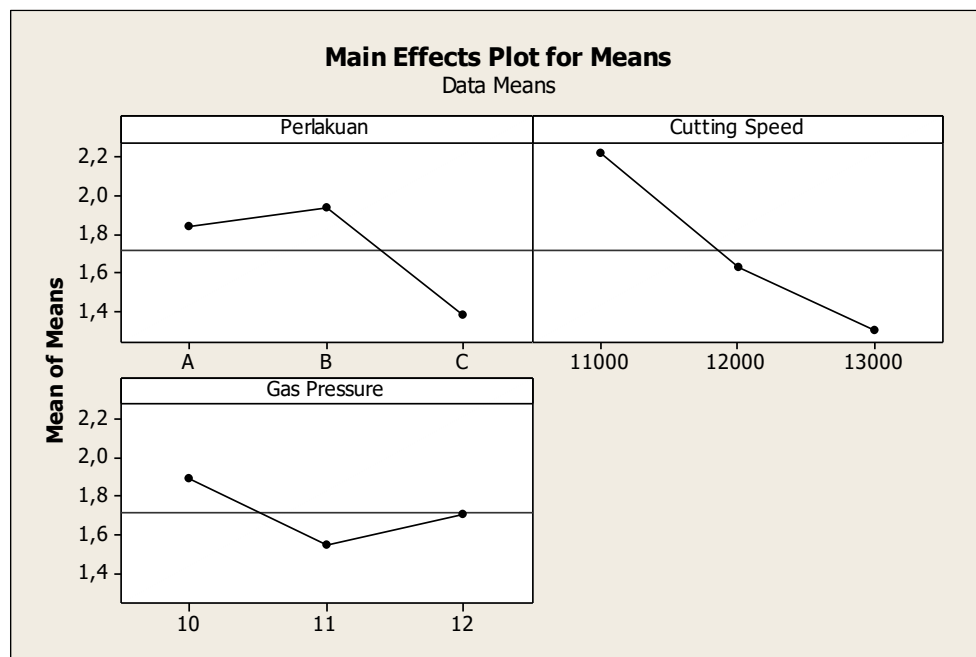
Perlakuan	Cutting speed (mm/min)	Gas pressure (bar)	Ra (µm)			Means (µm)	Nilai S/N Ratio	
			T1	T2	T3			
A	1	11000	10	0,57	2,85	3,91	2,44	-8,98
	2	12000	11	1,57	1,66	2,03	1,75	-9,70
	3	13000	12	0,52	1,07	0,55	0,71	-3,56
B	4	11000	11	1,27	0,70	2,03	1,33	-7,94
	5	12000	12	1,16	1,98	1,20	1,45	-8,26
	6	13000	10	2,35	1,33	1,20	1,63	-9,41
C	7	11000	12	1,79	1,75	1,64	1,73	-9,52
	8	12000	10	2,56	2,66	2,51	2,58	-12,99
	9	13000	11	1,12	2,66	1,55	1,77	-10,31

Nilai rasio S/N diformulasikan untuk menentukan nilai parameter terbesar untuk mengoptimalkan karakteristik kualitas. Walaupun karakteristik kualitas kekasaran permukaan adalah semakin kecil semakin baik, tetapi rasio S/N didefinisikan sedemikian hingga selalu dapat ditransformasikan karakteristik kualitas semakin besar, semakin baik.

Setelah menentukan nilai rasio S/N, didapatkan nilai level optimum pada parameter terhadap respon dengan memisahkan masing-masing parameter berdasarkan rasio S/N pada level yang berbeda. Pada Tabel 3 dan gambar 10 menunjukkan parameter dengan level optimum yaitu perlakuan B dengan *cutting speed* 13000 mm/min dan *gas pressure* 12 bar.

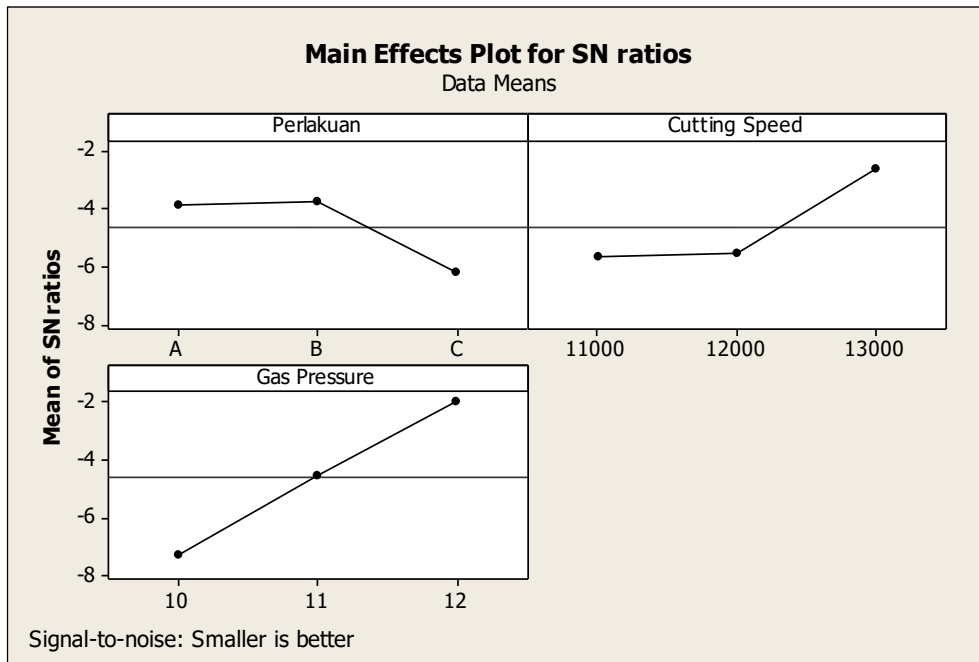
### 3.4. Analisis Data

Semua parameter disorot dalam *main effects* plot pada Gambar 4 dan 5. Kedua gambar tersebut menunjukkan variasi respon individu dengan dua faktor yaitu *cutting pressure* dan *gas pressure* secara terpisah.



Gambar 4. Grafik Nilai Mean

Gambar 4 menunjukkan main effects plot dari kekasaran permukaan yang tidak terbentuk garis horizontal sejajar dengan sumbu X. Ini berarti bahwa setiap level faktor mempengaruhi respon dengan cara yang berbeda.[10] Kondisi optimal untuk setting parameter kekasaran permukaan adalah *cutting speed* 13000 mm/min dan *gas pressure* 12 bar.



Gambar 5. Grafik nilai S/N Ratio

Dari Gambar 5 dapat dilihat grafik yang paling tinggi menandakan nilai yang paling optimal. Dari grafik tersebut mendapatkan hasil yang sama dengan grafik mean, dimana *cutting speed* 13000 mm/min dengan *gas pressure* 12 bar merupakan nilai optimal. Sehingga dapat menghasilkan kualitas paling baik dibanding perlakuan yang lain.

#### 4. SIMPULAN

Setelah dilakukan percobaan dengan 9 perlakuan dan 3 kali pengulangan maka didapat 27 data, dan menggunakan analisis metode Taguchi dapat disimpulkan bahwa variasi parameter yang paling optimal pada saat memotong *Stainless Steel* tebal 0,8 mm menggunakan *cutting speed* sebesar 13000 mm/min dan *gas pressure* sebesar 12 bar dengan hasil kekasaran permukaan sebesar 0.719  $\mu\text{m}$ . Kombinasi parameter ini dapat menghasilkan potongan yang lebih halus, sehingga dapat meningkatkan kualitas potong hasil potongan menggunakan mesin CNC Laser *Cutting 3 Axis*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. F. Ali and R. Hanifi, "Proses Pengoperasian Mesin CNC Milling 3 Axis di PT . Surya Logistik Internasional," 1975.
- [2] R. R, K. BW, and A. I. Juniani, "Optimasi Parameter Mesin Laser Cutting Terhadap Kekasaran Dan Laju Pemoangan Pada Sus 316L Menggunakan Taguchi Grey Relational Analysis Method," *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 11, no. 2, p. 97, 2016, doi: 10.14710/jati.11.2.97-106.
- [3] M. A. Hidayat, A. Farid, and P. Suwandono, "Analisa parameter pada pemotongan plate menggunakan CNC fiber laser cutting terhadap kekasaran permukaan," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 2, pp. 239–247, 2021, doi: 10.24127/trb.v10i2.1737.
- [4] S. Irfan and R. Rusiyanto, "Perancangan CNC Plasma Cutting Menggunakan Software Autodesk Inventor 2015," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 12, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.21776/ub.jrm.2021.012.01.1.
- [5] D. Indratama and Y. Yenita, "Uji Efektivitas Antibiotik Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Billimbi L*) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro," *J.*



- Pandu Husada*, vol. 1, no. 1, pp. 61–65, 2019, doi: 10.30596/jph.v1i1.3874.
- [6] M. Ginting, S. Pengajar, J. Teknik, M. Politeknik, and N. Sriwijaya, “Analisa kekasaran permukaan hasil proses pengampelasan terhadap logam dengan perbedaan kekerasan,” vol. 5, pp. 1–7, 2013.
- [7] P. Halimah and Y. Ekawati, “Penerapan Metode Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Bata Ringan pada UD. XY Malang,” *JIEMS (Journal Ind. Eng. Manag. Syst.*, vol. 13, no. 1, pp. 13–26, 2020, doi: 10.30813/jiems.v13i1.1694.
- [8] A. A. Wulandari, T. Wuryandari, and D. Ispriyanti, “PENERAPAN METODE TAGUCHI UNTUK KASUS MULTIRESPON MENGGUNAKAN PENDEKATAN GREY RELATIONAL ANALYSIS DAN PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (Studi Kasus Proses Freis Komposit GFRP),” vol. 5, pp. 791–800, 2016.
- [9] F. Rachman, B. W. K, T. A. Setiawan, and P. Nurkholies, “Penerapan Metode Taguchi untuk Optimasi Setting Parameter CNC Milling Terhadap Kekasaran Permukaan Material,” vol. 2, no. 2, pp. 49–60, 2020.
- [10] N. A. Miftah, D. Sukma, E. Atmaja, and A. Oktafiani, “Optimasi Multi-Objektif Proses Pemesinan Milling dengan Metode Taguchi Kolaborasi Grey Relational Analysis,” *J. Sist. Cerdas*, vol. 05, no. 02, pp. 117–127, 2022.