

# Pengaruh Pendingin (Coolant) Terhadap Kekasaran CNC Bubut Dengan Material Stainless Steel SUS 304

## [The Effect of Coolant on the Roughness of CNC Lathe with SUS 304 Stainless Steel Material]

Yesi Alifiana <sup>1)</sup>, A'rasy Fahrudin, ST.,MT\*<sup>2)</sup>

1) Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

2) Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: arasy.fahrudin@umsida.ac.id

**Abstract** the manufacturing industry is very dependent on the success of the production process, which is influenced by the production machines used. One of the machine tools that are widely used in the manufacturing industry is the lathe. The use of cnc machines in the manufacturing industry previously required high costs and large control unit volumes. However, since the development of the microprocessor, the production of cnc machines has grown rapidly and is used in various fields, including education and research. There are three types of coolant tested, namely water coolant, cutting oil, and air blow. Dromus vme 265 water coolant is a mineral oil with good corrosion prevention and a pleasant smell. Cutting oil type sae 5w-20 has a level of viscosity suitable for the cooling process in machinery.

**Keywords** - CNC: Coolant: Stainless steel sus 304.

**Abstrak.** industri manufaktur sangat bergantung pada keberhasilan proses produksi, yang dipengaruhi oleh mesin-mesin produksi yang digunakan. Salah satu mesin perkakas yang banyak digunakan dalam industri manufaktur adalah mesin bubut. Penggunaan mesin cnc pada industri manufaktur sebelumnya membutuhkan biaya tinggi dan volume unit pengendali yang besar. Namun, sejak perkembangan mikroprosesor, produksi mesin cnc semakin berkembang pesat dan digunakan di berbagai bidang, termasuk pendidikan dan riset. terdapat tiga jenis coolant yang diuji, yaitu water coolant, cutting oil, dan air blow. Water coolant dromus vme 265 adalah minyak mineral dengan daya pencegahan korosi yang baik dan aroma harum. Cutting oil type sae 5w-20 memiliki tingkat kekentalan yang sesuai untuk proses pendinginan di permesinan..

**Kata Kunci** – CNC: Coolant: Stainless steel sus 304.

## I. PENDAHULUAN

Dunia industri manufaktur keberhasilan suatu proses produksi sangat dipengaruhi oleh mesin-mesin produksi[1] yang digunakan. Proses pemotongan logam atau di sebut juga dengan proses pemesinan[2] ialah salah satu proses penting dalam industry manufaktur, bahkan proses pemesinan tersebut[3] telah menjadi inti dari industry manufaktur sejak revolusi industri. Coolant mempunyai kegunaan yang khusus dalam proses permesinan. Coolant juga berfungsi untuk melindungi benda kerja dan komponen mesin dari korosi Pada mekanisme pembentukan beram/tatal beberapa jenis pendingin[4], [5] mampu menurunkan rasio pemampatan tebal tatal/beram yang mengakibatkan menurunnya gaya potong. Selain itu pada kecepatan potong tinggi memerlukan pendingin[6] dengan daya pendingin yang besar[7]. Pada daerah kontak antara pemakanan dan bidang insert terjadi gesekan yang cukup besar[7]. Dalam penggunaannya, cairan pendingin dipengaruhi juga oleh material[8] teknik yang di machining. yang akan di uji meliputi Water coolant [9]VME 265 , Air blow, dan Cutting oil SAE 5 W-20 pada material SUS 304[10] di mesin CNC bubut CIAMIX type GSK 980 TDC[11] menggunakan insert tools Kyocera TNMG 160404 MQ TNMG 331 MQ[12]. Macam-macam cairan coolant yaitu Water cooland, Airblow, dan Cutting Oil[13] terhadap hasil produksi dengan menggunakan insert tools dalam penyayatan material SUS 304 di mesin CNC bubut[14].

## II. METODE

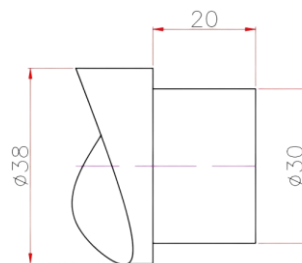
Metode Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, yang merupakan penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya[15]. Metode kuantitatif ini dapat dilakukan dengan metode survey dan metode eksperimen. Dalam penelitian tentang pengaruh Water coolant, Air blow, dan Cutting oil terhadap hasil produksi menggunakan insert tool[16]s pada mesin CNC bubut dalam penyayatan material Stainless Steel SUS 304, penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen adalah metode penelitian yang bertujuan untuk menjelaskan hubungan sebab-akibat antara satu variabel dengan variabel lainnya. Untuk menjelaskan hubungan jenis-jenis coolant[16] terhadap ketahanan insert tools, peneliti harus melakukan kontrol dan pengukuran perbandingan yang teliti terhadap objek yang diteliti untuk mendapatkan hasil yang akurat.

Lokasi penelitian berada di PT. WIDJAYA TEKNIK ENGINEERING, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang manufacture packaging yang menggunakan material stainless steel 304 untuk pengerjaan part mesin. Penelitian ini juga menggunakan studi literatur untuk mengetahui hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan permasalahan yang dibahas. Teori-teori relevan dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti buku, jurnal penelitian, skripsi, tesis, dan artikel. Selain itu, dilakukan observasi lapangan untuk memahami permasalahan yang ada di tempat penelitian dan mengumpulkan data yang diperlukan untuk memecahkan masalah..

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Pengujian

1. Menentukan putaran *spindle* penelitian ke-1 (gambar 1).



**Gambar 1.** Benda Kerja Ø 38

Material = Ø 38 dengan *cutting speed* ditentukan 0.1 mm/rpm (di ubah ke m/rpm). Maka, nilai Rpm yang akan di gunakan.

$$N = \frac{1000 \times 100}{3.14 \times 38} \quad (1)$$

$$= 838,083 \text{ rpm}$$

Jadi nilai Rpm yang di gunakan ialah sebesar 838,083 rpm.

Setelah mengetahui kecepatan putar, selanjutnya kita masukan ke dalam table guna menjadi data variabel awal pengujian. Dan juga supaya menjadi acuan bukti penyamaan permasalahan dalam pengujian pengaruh macam-macam coolant terhadap hasil produksi menggunakan insert tools TNMG di mesin CNC Bubut.

**Tabel 1.** Data Awal Pengujian Ke-1

Jenis Coolant	Type Insert Tools	Kecepatan putar (Rpm)	Cutting speed
Water coolant	TNMG 160408 MA TST 5080	838.083 rpm	0.1 mm/putaran
Cutting Oil	TNMG 160408 MA TST 5080	838.083 rpm	0.1 mm/putaran
Air blow	TNMG 160408 MA TST 5080	838.083 rpm	0.1 mm/putaran



**Gambar 2.** Hasil Spesimen Ø 30

Dari sub program pengerjaan di atas di dapatkan hasil penelitian sebagai berikut:  
Analisa Hasil Penelitian ke -1

a. Analisa waktu pengerjaan (*cycle time*)

$$CT = \frac{L}{\text{Feed} \times \text{Rpm}} \quad (2)$$

Ket.

1. CT = Cycle time
2. L = Panjang penyayatan
3. Feed = Kecepatan penyayatan
4. Rpm = Kecepatan putar

Data ke -1 :

1. Material awal = Ø 38
2. Material akhir = Ø 30
3. Panjang penyayatan = 20 mm
4. Kecepatan penyayatan = 0.1 mm/putaran
5. Kecepatan putar = 838 rpm
6. Angka penyayatan = 0.5 mm dalam jari-jari.

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Tebal penyayatan keseluruhan} &= D1 - D2 \\ &= 38 - 30 \\ &= 8 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Banyak penyayatan} &= \frac{\text{Tebal penyayatan keseluruhan}}{\text{Angka penyayatan} \times 2} \\ &= \frac{8}{0.5 \times 2} \\ &= 8 \text{ kali penyayatan} \end{aligned}$$

Cycle time 1 kali penyayatan.

$$\begin{aligned} CT1 &= \frac{L + \text{Save point}}{\text{Feed} \times \text{rpm}} \\ &= \frac{20\text{mm} + 2 \text{ mm}}{0.10 \text{ mm/put} \times 838 \text{ rpm}} \\ &= 0.2625 \text{ menit atau } 15.75 \text{ detik} \end{aligned}$$

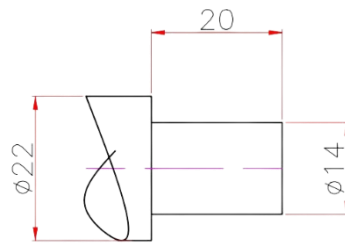
Cycle time Retrack.

$$\begin{aligned} CTR &= \frac{L + \text{Save Point}}{\text{Feed} \times \text{rpm}} \\ &= \frac{20\text{mm} + 2 \text{ mm}}{100 \text{ mm/put} \times 838 \text{ rpm}} \\ &= 0.0002625 \text{ menit atau } 0.0157 \text{ detik} \end{aligned}$$

Cycle time pengerjaan

$$\begin{aligned} &= (CT1 \times 8 \text{ kali}) + (CTR \times 8\text{kali}) \\ &= (0.2625 \times 8) + (0.0002625 \times 8) \\ &= 2,102 \text{ menit atau } 126,12 \text{ detik} \end{aligned}$$

## 2. Menentukan putaran spindle penelitian ke -2



Gambar 3. Benda Kerja Ø22

Material = Ø22 dengan cutting speed ditentukan 0.1 mm/rpm (di ubah ke m/rpm). Maka, nilai Rpm yang akan di gunakan.

$$\begin{aligned} N &= \frac{1000 \times 100}{3.14 \times 22} \quad (3) \\ &= 1447,596 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Jadi nilai Rpm yang digunakan untuk uji ke -2 ialah sebesar 1447,596 rpm.

Setelah mengetahui kecepatan putar, selanjutnya kita masukan ke dalam table guna menjadi data variabel awal pengujian. Dan juga supaya menjadi acuan bukti penyamaan permasalahan dalam pengujian pengaruh macam-macam coolant terhadap hasil produksi menggunakan *insert tools TNMG* di mesin *CNC Bubut*

Tabel 2. Data Awal Pengujian ke – 2

Jenis Coolant	Type Insert Tools	Kecepatan putar (Rpm)	Cutting speed
Water coolant	TNMG 160408 MA TST 5080	1447,596 rpm	0.1 mm/putaran
Cutting Oil	TNMG 160408 MA TST 5080	1447,596 rpm	0.1 mm/putaran
Air blow	TNMG 160408 MA TST 5080	1447,596 rpm	0.1 mm/putaran



Gambar 4. Hasil Spesimen Ø 14

Dari data ke -2 ini, bisa kita lihat perbedaan di diameter awal material dan kecepatan putar (*rpm*) yang berbeda dari sebelumnya. Oleh karena itu, penulisan sub program pun juga kita sesuaikan berdasarkan data awal dari penelitian ke -2.

## Analisa Hasil Penelitian ke -2

a. Analisa waktu pengerjaan (*cycle time*)

$$CT = \frac{L}{\text{Feed} \times \text{Rpm}} \quad (4)$$

Ket.

1. CT = Cycle time
2. L = Panjang penyayatan
3. Feed = Kecepatan penyayatan
4. Rpm = Kecepatan putar

Data ke -2 :

1. Material awal =  $\varnothing 22$
2. Material akhir =  $\varnothing 14$
3. Panjang penyayatan = 20 mm
4. Kecepatan penyayatan = 0.1 mm/putaran
5. Kecepatan putar = 1447 rpm
6. Angka penyayatan = 0.5 mm dalam jari-jari.

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Tebal penyayatan keseluruhan} &= D1 - D2 \\ &= 22 - 14 \\ &= 8 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Banyak penyayatan} &= \frac{\text{Tebal penyayatan keseluruhan}}{\text{Angka penyayatan} \times 2} \\ &= \frac{8}{0.5 \times 2} \\ &= 8 \text{ kali penyayatan} \end{aligned}$$

Cycle time 1 kali penyayatan.

$$\begin{aligned} CT1 &= \frac{L + \text{Save point}}{\text{Feed} \times \text{rpm}} \\ &= \frac{20\text{mm} + 2 \text{ mm}}{0.10 \text{ mm/put} \times 1447 \text{ rpm}} \\ &= 0.152 \text{ menit atau } 9.12 \text{ detik} \end{aligned}$$

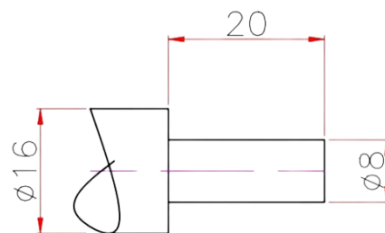
Cycle time Retrack.

$$\begin{aligned} CTR &= \frac{L + \text{Save Point}}{\text{Feed} \times \text{rpm}} \\ &= \frac{20\text{mm} + 2 \text{ mm}}{100 \text{ mm/put} \times 838 \text{ rpm}} \\ &= 0.000152 \text{ menit atau } 0.0912 \text{ detik} \end{aligned}$$

Cycle time pengerjaan

$$\begin{aligned} &= (CT1 \times 8 \text{ kali}) + (CTR \times 8 \text{ kali}) \\ &= (0.152 \times 8) + (0.000152 \times 8) \\ &= 1,217 \text{ menit atau } \mathbf{73,02} \text{ detik} \end{aligned}$$

3. Menentukan putaran spindle penelitian ke -3



**Gambar 5.** Benda Kerja  $\varnothing 16$

Material =  $\varnothing 16$  dengan *cutting speed* ditentukan 0.1 mm/rpm (di ubah ke m/rpm). Maka, nilai *Rpm* yang akan di gunakan.

$$N = \frac{1000 \times 100}{3.14 \times 16} \quad (5)$$

$$= 1990,445 \text{ rpm}$$

Jadi nilai Rpm yang digunakan ialah sebesar 1990,445 rpm.

Setelah mengetahui kecepatan putar, selanjutnya kita masukan ke dalam table guna menjadi data variabel awal pengujian. Dan juga supaya menjadi acuan bukti penyamaan permasalahan dalam pengujian pengaruh macam-macam *coolant* terhadap hasil produksi menggunakan *insert tools TNMG* di mesin *CNC Bubut*.

**Tabel 3.** Data Awal Pengujian ke – 3.

Jenis <i>Coolant</i>	Type <i>Insert Tools</i>	Kecepatan putar ( <i>Rpm</i> )	<i>Cutting speed</i>
<i>Water coolant</i>	<i>TNMG 160408 MA TST 5080</i>	1990,445 <i>rpm</i>	0.1 mm/putaran
<i>Cutting Oil</i>	<i>TNMG 160408 MA TST 5080</i>	1990,445 <i>rpm</i>	0.1 mm/putaran
<i>Air blow</i>	<i>TNMG 160408 MA TST 5080</i>	1990,445 <i>rpm</i>	0.1 mm/putaran



**Gambar 6.** Hasil Spesimen Ø 8

Dari pengerjaan di atas di dapatkan hasil penelitian sebagai berikut:

Analisa Hasil Penelitian ke -3

Analisa waktu pengerjaan (*cycle time*)

$$CT = \frac{L}{\text{Feed} \times \text{Rpm}} \quad (6)$$

Ket.

1. CT = *Cycle time*
2. L = Panjang penyayatan
3. Feed = Kecepatan penyayatan
4. Rpm = Kecepatan putar

Data ke -3 :

1. Material awal = Ø16
2. Material akhir = Ø 8
3. Panjang penyayatan = 20 mm
4. Kecepatan penyayatan = 0.1 mm/putaran
5. Kecepatan putar = 1990 rpm
6. Angka penyayatan = 0.5 mm dalam jari-jari.

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Tebal penyayatan keseluruhan} &= D1 - D2 \\ &= 16 - 8 \\ &= 8 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Banyak penyayatan} &= \frac{\text{Tebal penyayatan keseluruhan}}{\text{Angka penyayatan} \times 2} \\ &= \frac{8}{0.5 \times 2} \\ &= 8 \text{ kali penyayatan} \end{aligned}$$

Cycle time 1 kali penyayatan.

$$\begin{aligned} \text{CT1} &= \frac{L + \text{Save point}}{\text{Feed x rpm}} \\ &= \frac{20\text{mm} + 2 \text{ mm}}{0.10 \text{ mm/put x } 1990 \text{ rpm}} \\ &= 0.1105 \text{ menit atau } 6,63 \text{ detik} \end{aligned}$$

Cycle time Retrack.

$$\begin{aligned} \text{CTR} &= \frac{L + \text{Save Point}}{\text{Feed x rpm}} \\ &= \frac{20\text{mm} + 2 \text{ mm}}{100 \text{ mm/put x } 1990 \text{ rpm}} \\ &= 0.0001105 \text{ menit atau } 0.0663 \text{ detik} \end{aligned}$$

Cycle time pengerjaan

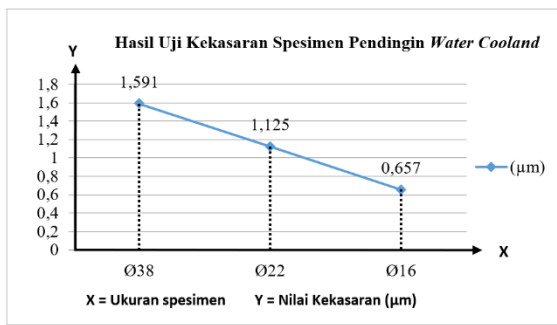
$$\begin{aligned} &= (\text{CT1} \times 8 \text{ kali}) + (\text{CTR} \times 8\text{kali}) \\ &= (0.110 \times 8) + (0.000110 \times 8) \\ &= 0,884 \text{ menit atau } \mathbf{53,093} \text{ detik} \end{aligned}$$

#### 4. Pengujian kekerasan

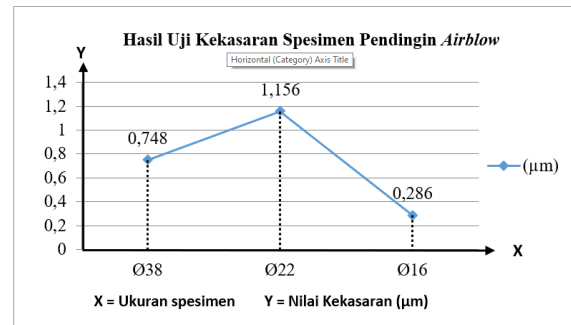
Pada percobaan uji kekasaran pada shaft *Stainlees steel type SUS 304* Dengan gaya yang sudah ditentukan pengujian dilakukan dan dapat diketahui pada tabel 4.

**Tabel 4.** Tabel Hasil Uji Kekasaran dan Waktu Pengerjaan

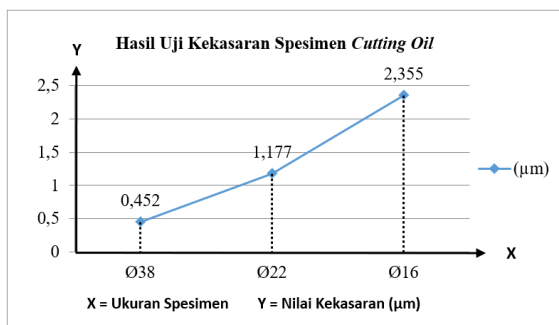
No.	Material	Jenis Coolant	Rpm Mesin CNC	CT Cycle Time	Hasil Dimensi	Hasil Kekasaran ( $\mu\text{m}$ )
1	SUS 304 Ø38	Water Coolant	838	126,12 detik	Ø30	1,591
2	SUS 304 Ø22	Water Coolant	1447	73,02 detik	Ø14	1,125
3	SUS 304 Ø16	Water Coolant	1990	53,093 detik	Ø8	0,657
4	SUS 304 Ø38	Airblow	838	126,12 detik	Ø30	0,748
5	SUS 304 Ø22	Airblow	1447	73,02 detik	Ø14	1,156
6	SUS 304 Ø16	Airblow	1990	53,093 detik	Ø8	0,286
7	SUS 304 Ø38	Cutting Oil	838	126,12 detik	Ø30	0,452
8	SUS 304 Ø22	Cutting Oil	1447	73,02 detik	Ø14	1,177
9	SUS 304 Ø16	Cutting Oil	1990	53,093 detik	Ø8	2,355



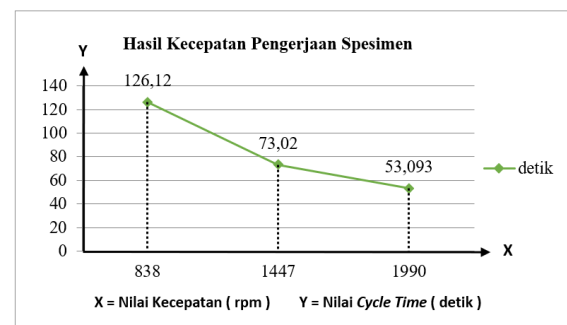
**Gambar 7.** Grafik Hasil Uji Kekasaran Spesimen SUS 304 Ø38, Ø22 dan Ø16 Dengan Water Coolant.



**Gambar 8.** Grafik hasil uji kekerasan SUS 304 Ø38, Ø22 dan Ø16 Dengan Airblow.



**Gambar 9.** Grafik Hasil Uji Kekasaran Spesimen SUS 304 Ø38, Ø22 dan Ø16 Dengan Cutting Oil.



**Gambar 10.** Grafik Hasil Nilai Kecepatan Pengerjaan Spesimen Dengan Water Coolant, Airblow (Tekanan Udara)

Dari penelitian tersebut benda kerja dengan material *stainless steel sus 304* menggunakan *water coolant*, *cutting oil*, dan *air blow* dan *insert tools tnmg 160408 ma tst 5080* di kecepatan putar dan kecepatan penyayatan yang berbeda sangat mempengaruhi dengan hasil uji kekasaran pada benda kerja.

#### IV. KESIMPULAN

kecepatan putar mempengaruhi Water coolant, Cutting oil, dan Air blow terhadap hasil produksi. Hal itu di buktikan berdasarkan hasil produksi dari segi ukuran, waktu dan visual yang berbeda-beda di setiap penelitian yang dilakukan. Selain meningkatkan waktu pengerjaan, Kecepatan putar berpengaruh juga meningkatkan dan menurunkan kualitas hasil produksi suatu jenis coolant tertentu. hasil pengujian kekasaran bahwa penggunaan coolant berbeda maka menghasilkan tingkat kekasaran yang berbeda juga. Padahal, di 2 penelitian lainnya di kecepatan putar 838 rpm dengan diameter Ø30 dan 1990 rpm, dengan diameter Ø16 coolant jenis cutting oil lebih unggul ketimbang coolant jenis Air blow.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada program studi teknik mesin universitas muhammadiyah sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat serta para rekan aslab dan juga teman-teman yang telah membantu untuk menyelesaikan penelitian ini

#### REFERENSI

- [1] S. Thalib dan Adrian Zubairi, "Pengaruh Parameter Pemotongan dan Material Pahat Terhadap Burr Pada Proses Gurdi Baja Tahan Karat (Stainless Steel)," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 10, no. 2, 2022.



- [2] A. Suditomo, "Prosiding The 12 th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung," 2021.
- [3] AHMAD FATTONI, "ANALISA PENGARUH VARIASI CAIRAN PENDINGIN TERHADAP NILAI KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES MESIN CNC 3 AXIS ROUTER MACH 3," 2019.
- [4] R. Aulia, Z. Abadi, and D. Yanti Sari, "THE INFLUENCE OF MACHINING PARAMETERS, CUTTING METHOD, MILLING CUTTER MATERIALS ON SURFACE ROUGHNESS OF ALUMINUM 6061 ON PROCESS END MILLING SURFACES FINISH," 2022.
- [5] U. M. Sidoarjo *et al.*, "Analysis of Tube Design for Clean Water from Stainless Steel 304 and 201," 2021.
- [6] Feri Andrie Aji Saputro, "PENGARUH TIPE PAHAT TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN MENGGUNAKAN MESIN CNC BUBUT," 2022.
- [7] N. Aprianto Jauhari, R. Doni Widodo, S. Artikel, and K. Kunci, "Journal of Mechanical Engineering a PENGARUH MEDIA PENDINGIN (COOLANT) DAN GEOMETRI PAHAT POTONG TERHADAP TINGKAT KEKASARAN DAN MAKROSTRUKTUR PADA PEMBUBUTAN RATA MEMANJANG BAHAN BAJA EMS-45 I N F O ARTIKEL," 2023.
- [8] A. Mashudi and N. A. Susanti, "PENGARUH MEDIA PENDINGIN DAN KECEPATAN PUTAR SPINDLE TERHADAP HASIL KEKASARAN PERMUKAAN BENDA KERJA PADA PROSES FINISHING MENGGUNAKAN MESIN BUBUT CNC PU," 2020.
- [9] F. L. S. Sendie Yulianto Margen, "VARIASI JENIS PAHAT TERHADAP TINGKAT KEKERASAN PERMUKAAN BAJA ST.41 PADA PROSES BUBUT CNC HJ-28," 2019.
- [10] Kukuh Adi Santoso, "ANALISA PENGARUH LAJU KOROSI PLAT BAJA ST 40 DAN STAINLESS STEEL 304 TERHADAP LARUTAN ASAM SULFAT," 2019.
- [11] A. Fauzi and W. Sumbodo, "PENGARUH PARAMETER PEMAKANAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN ST 40 PADA MESIN BUBUT CNC," 2021. [Online]. Available: <https://journal.uny.ac.id/index.php/dynamika/issue/view/2049>
- [12] B. Luhur Widodo and A. T. Makruf, "ANALISA PERBANDINGAN KEKUATAN STRUKTUR BED MESIN BUBUT CNC KIRANA BPPT TERHADAP BED MODIFIKASI DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ANALYSIS COMPARATIVE ANALYSIS OF STRUCTURAL STRENGTH OF THE BPPT KIRANA CNC LATHE BED AGAINST MODIFIED BED BY SOFTWARE ANALYSIS," 2019.
- [13] J. Ilham, B. D. Haripriadi, J. T. Mesin, and P. N. Bengkalis, "EVALUASI CAIRAN PENDINGIN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES MILLING CNC ROUTER ALUMINIUM SHEET 1100," 2019.
- [14] K. Purbono, J. Teknik Mesin, P. Negeri Semarang, and J. Administrasi Bisnis, "ANALISIS PARAMETER PEMESINAN DAN DEBIT PENDINGIN CNC ROUTER TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BATU GRANIT," 2019, [Online]. Available: <http://prosiding.unimus.ac.id>
- [15] R. Mulyadi, Y. Oktriadi, M. Riva'i, T. Mesin, M. Negeri, and B. Belitung, "STUDI KASUS NILAI KEKASARAN PERMUKAAN MATERIAL BAJA S45C PADA PROSES PEMESINAN CNC BUBUT," 2022.
- [16] O. : Ikhsan *et al.*, "EFEKTIVITAS APLIKASI SIMULATOR CNC BUBUT TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA KELAS XI DI SMK N 3 YOGYAKARTA THE

EFFECTIVENESS OF THE APPLICATION OF CNC LATHE SIMULATOR ON THE LEARNING OUTCOMES OF CLASS XI STUDENTS AT SMK N 3 YOGYAKARTA,” 2022.

**Conflict of Interest Statement:**

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*