

Impact of Coolant and Speed on Stainless Steel with Opening Machining Efficiency: Dampak Pendingin dan Kecepatan pada Baja Tahan Karat dengan Membuka Efisiensi Pememesinan

Yesi Alifiana
A'rasy Fahrudin

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

This study investigates the impact of coolant types (water coolant, cutting oil, and air blow) and rotational speeds on machining outcomes for stainless steel SUS 304 using insert tools on CNC lathe machines. Conducted at PT. WIDJAYA TEKNIK ENGINEERING, a manufacturing company, the research employs experimental methods alongside literature review and field observations. Results reveal significant effects of rotational speed on coolant efficacy, influencing production metrics such as dimensional accuracy, machining time, and surface finish quality. Notably, cutting oil demonstrates superior performance over air blow coolant at specific speeds. These findings provide valuable insights for optimizing coolant selection and machining parameters, thereby enhancing production efficiency and product quality in machining processes.

Highlights:

Experimental Study: Investigating coolant types and rotational speed on machining outcomes.

Optimizing Production: Enhancing efficiency and quality through coolant and speed optimization.

Industry Insights: Applicable findings for machining stainless steel on CNC lathe machines.

Keywords: Coolant types, Rotational speed, Machining outcomes, CNC lathe machines, Stainless steel SUS 304.

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 pememesinan[2] ialah salah satu proses penting dalam industry manufaktur, bahkan proses pememesinan 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].

Metode

Metode Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, yang merupakan penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya. 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 tools 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 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..

Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Pengujian

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

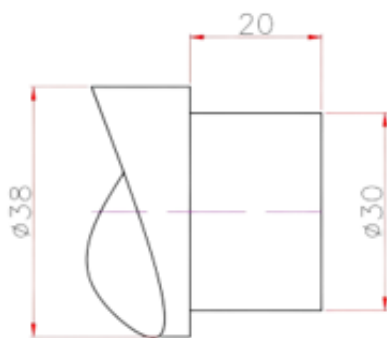


Figure 1. Benda Kerja Ø 38

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

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

$$= \underline{\underline{838.083 \text{ rpm}}}$$

Figure 2.

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.

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

Table 1. Data Awal Pengujian Ke-1



Figure 3. 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*)

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

Figure 4.

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 :

Tebal penyayatan keseluruhan

= D1 - D2

= 38 - 30

= 8 mm

Banyak penyayatan

= Tebal penyayatan keseluruhan

Angka penyayatan x 2

= 8

0.5 x 2

= 8 kali penyayatan

Cycle time 1 kali penyayatan.

CT1= L + Save point

Feed x rpm

= 20mm + 2 mm

0.10 mm/put x 838 rpm

= 0.2625 menit atau 15.75 detik

Cycle time Retrack.

CTR=L+ Save Point

Feed x rpm

= 20mm + 2 mm

100 mm/put x 838 rpm

= 0.000 2625 menit atau 0.0157 detik

Cycle time pengerjaan

=(CT1 x 8 kali) + (CTR x 8kali)

=(0.2625 x 8) + (0.0002625 x 8)

=2,102 menit atau 126,12 detik

2. Menentukan putaran spindle penelitian ke -2

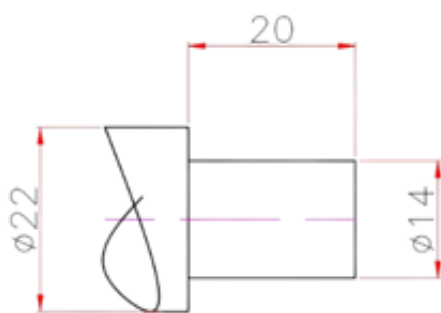


Figure 5. Benda Kerja Ø22

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

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

Figure 6.

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*

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

Table 2. Data Awal Pengujian ke - 2



Figure 7. 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)

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

Figure 8.

Ket.

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

Data ke -2 :

1. Material awal = Ø 22
2. Material akhir = Ø 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 :

Tebal penyayatan keseluruhan

$$= D1 - D2$$

$$= 22 - 14$$

$$= 8 \text{ mm}$$

Banyak penyayatan

$$= \frac{\text{Tebal penyayatan keseluruhan}}{\text{Angka penyayatan} \times 2}$$

$$= \frac{8}{0.5 \times 2}$$

$$= 8 \text{ kali penyayatan}$$

Figure 9.

Cycle time 1 kali penyayatan.

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

Figure 10.

Cycle time Retrack.

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

Figure 11.

Cycle time pengerjaan

$$=(CT1 \times 8 \text{ kali}) + (CTR \times 8 \text{ kali})$$

$$=(0.152 \times 8) + (0.000152 \times 8)$$

$$=1,217 \text{ menit atau } \mathbf{73,02} \text{ detik}$$

3. Menentukan putara spindle penelitian ke-3

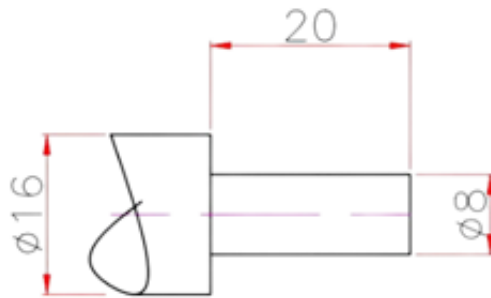


Figure 12. Benda Kerja Ø16

Material = Ø16 dengan *cutting speed* ditentukan 0.1 mm/rpm (di ubah ke m/rpm). Maka, nilai *Rpm* yang akan di gunakan.

$$\begin{aligned} N &= \frac{1000 \times 100}{3.14 \times 16} \quad (5) \\ &= 1990,445 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Figure 13.

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*.

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

Table 3. Data Awal Pengujian ke - 3.



Figure 14. Hasil Spesimen Ø 8

Dari pengerjaan di atas di dapatkan hasil penelitian sebagai berikut:

Analisa Hasil Penelitian ke -3

Analisa waktu pengerjaan (*cycle time*)

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

Figure 15.

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 :

Tebal penyayatan keseluruhan

$$= D1 - D2$$

$$= 16 - 8$$

$$= 8 \text{ mm}$$

Banyak penyayatan

$$= \frac{\text{Tebal penyayatan keseluruhan}}{\text{Angka penyayatan} \times 2}$$

Figure 16.

$$= \frac{8}{0.5 \times 2}$$

$$= 8 \text{ kali penyayatan}$$

Figure 17.

Cycle time 1 kali penyayatan.

$$CT1 = \frac{L + \text{Save point}}{\text{Feed} \times \text{rpm}}$$

$$= \frac{20\text{mm} + 2 \text{ mm}}{0.10 \text{ mm/put} \times 1990 \text{ rpm}}$$

$$= 0.1105 \text{ menit atau } 6,63 \text{ detik}$$

Figure 18.

Cycle time Retrack.

$$CTR = \frac{L + \text{Save Point}}{\text{Feed} \times \text{rpm}}$$

$$= \frac{20\text{mm} + 2 \text{ mm}}{100 \text{ mm/put} \times 1990 \text{ rpm}}$$

$$= 0.0001105 \text{ menit atau } 0.0663 \text{ detik}$$

Figure 19.

Cycle time pengerjaan

$$=(CT1 \times 8 \text{ kali}) + (CTR \times 8\text{kali})$$

$$=(0.110 \times 8) + (0.000110 \times 8)$$

$$=0,884 \text{ menit atau } \mathbf{53,093} \text{ detik}$$

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.

No.	Material	Jenis Coolant	Rpm Mesin CNC	CT Cycle Time	Hasil Dimensi	Hasil Kekasaran (µm)
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
---	-------------	-------------	------	--------------	----	-------

Table 4. Tabel Hasil Uji Kekasaran dan Waktu Pengerjaan

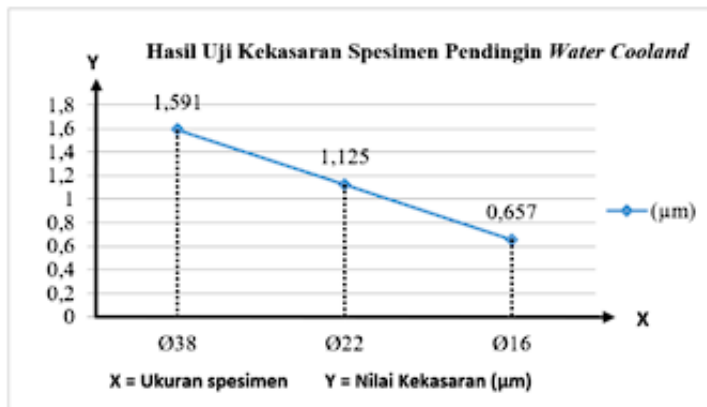


Figure 20. Grafik Hasil Uji Kekasaran Spesimen SUS 304 Ø38, Ø22 dan Ø16 Dengan Water Coolant.

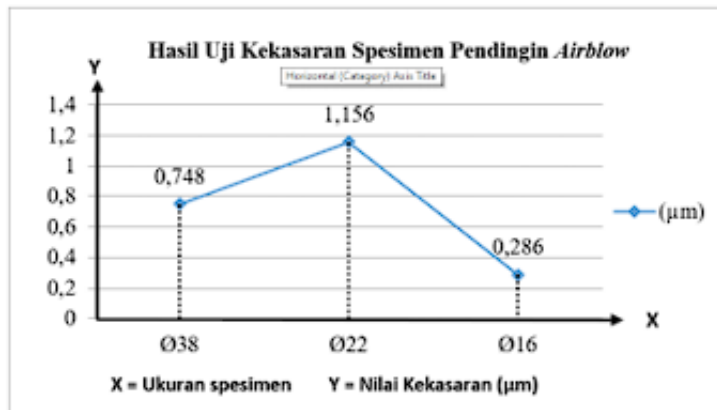


Figure 21. Grafik hasil uji kekerasan SUS 304Ø38, Ø22 dan Ø16 Dengan Airblow.

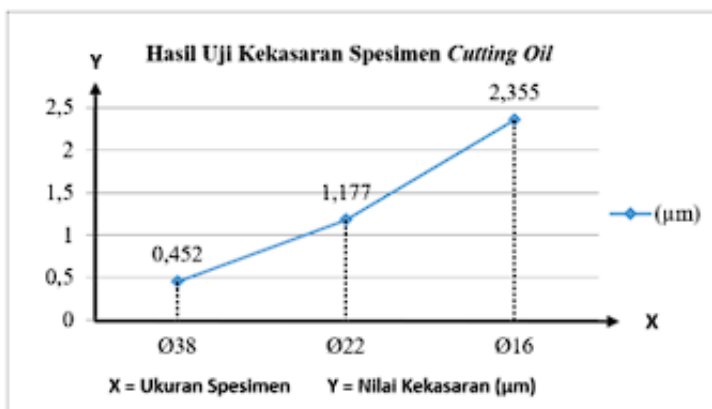


Figure 22. Grafik Hasil Uji Kekasaran Spesimen SUS 304 Ø38, Ø22 dan Ø16 Dengan Cutting Oil.

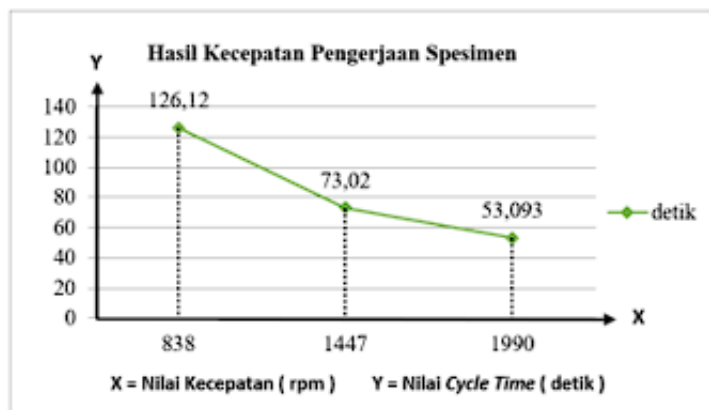


Figure 23. Grafik Hasil Nilai Kecepatan Pengerjaan Spesimen Dengan Water Coolant, Airblow (Tekanan Udara)

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

Simpulan

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.

References

- [1] S. Thalib and A. Zubairi, "Pengaruh Parameter Pemotongan dan Material Pahat Terhadap Burr Pada Proses Gurdi Baja Tahan Karat (Stainless Steel)," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 10, no. 2, pp. 2022.
- [2] A. Suditomo, "Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung," 2021.
- [3] A. 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. Y. 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] F. A. A. Saputro, "Pengaruh Tipe Pahat Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Menggunakan Mesin CNC Bubut," 2022.
- [7] N. A. Jauhari, R. D. 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. [9] F. L. S. S. Y. Margen, "Variasi Jenis Pahat Terhadap Tingkat Kekerasan Permukaan Baja St.41 pada Proses Bubut CNC HJ-28," 2019.
10. [10] K. A. Santoso, "Analisa Pengaruh Laju Korosi Plat Baja ST 40 dan Stainless Steel 304 Terhadap Larutan Asam Sulfat," 2019.
11. [11] A. Fauzi and W. Sumbodo, "Pengaruh Parameter Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan ST 40 pada Mesin Bubut CNC," 2021.
12. [12] B. L. 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. [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. [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.
15. [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. [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.