

PENGARUH JENIS MEDIA PENDINGIN TERHADAP GETARAN DAN NILAI KEKASARAN PERMUKAAN PADA PEMBUBUTAN MATERIAL BAJA AISI 1045

Mudjijanto^{1a}, Hendri Destriyanto¹, Ali Achmadi², Sarjono²

¹Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe,

Korespondensi:

^aProgram Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe
alamat email : mudjijantoswd@gmail.com

ABSTRAK

Media pendingin dalam proses pembubutan berfungsi untuk menstabilkan temperatur pada proses pemotongan, selain temperatur pada benda kerja juga temperatur pada pahat, dimana peningkatan temperatur tentu akan menyebabkan perubahan sifat mekanik. Penelitian ini bertujuan untuk mencari korelasi antara kekasaran permukaan dan getaran pahat dengan variasi media pendingin, pada proses bubut baja AISI 1045. Metode penelitian proses pembubutan baja AISI 1045 dengan kedalaman pemakanan 1 mm dan *feed rate* 0,21 mm/rev dan putaran spindel 1.160 rpm, pendinginan menggunakan variasi: tanpa pendingin, dromus, dan air *coolant*. Getaran di deteksi pada pahat saat proses pembubutan berlangsung menggunakan alat *vibration meter* dan hasil kekasaran permukaan diukur menggunakan *surface roughness tester*. Hasil pengujian menunjukkan Nilai getaran rata-rata tertinggi dihasilkan pada proses tanpa pendingin yaitu sebesar 4,8 mm/s², kemudian media pendingin *coolant* menghasilkan nilai getaran rata-rata sebesar 4,3 mm/s², dan media pendingin dromus menghasilkan nilai getaran rata-rata terendah yaitu sebesar 3,9 mm/s². Sedangkan nilai kekasaran permukaan tertinggi dihasilkan pada proses pembubutan tanpa pendingin yaitu sebesar 6,247 μm , selanjutnya pada media pendingin *coolant* menghasilkan nilai kekasaran permukaan rata-rata sebesar 5,442 μm , dan pada media pendingin dromus menghasilkan nilai kekasaran permukaan rata-rata terendah yaitu sebesar 4,848 μm . Hasil pengujian terhadap nilai getaran dan kekasaran permukaan menunjukkan ada korelasi yaitu semakin tinggi getaran maka semakin tinggi nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan pembubutan baja AISI 1045.

Kata kunci: Pendingin, getaran, kekasaran permukaan

ABSTRACT

The coolant in the turning process functions to stabilize the temperature in the cutting process in addition to the temperature on the workpiece as well as the temperature on the tool, where an increase in temperature will certainly cause changes in mechanical properties. This research aims to find a correlation between surface roughness and vibration with variations in cooling in the AISI 1045 steel turning process. The research method for the AISI 1045 steel turning process is with a depth of cut 1 mm and a feed rate of 0.21 mm/rev and a rotation of 1,160 rpm, cooling using with variations, without cooling, dromus, and air coolant. Vibrations are detected in the tool during the turning process using a vibration meter and the surface roughness results are measured using a surface roughness tester. The results show that the highest vibration value was produced in the process without cooling at 4.8 mm/s², then the coolant cooler produced a vibration value of 4.3 mm/s², and the dromus cooler produced the lowest vibration value at 3.9 mm/s². Meanwhile, the

highest surface roughness value was produced in the turning process without cooling at $6.247 \mu\text{m}$, then the coolant cooling media produced a surface roughness value of $5.442 \mu\text{m}$, and the dromus cooler produced the lowest surface roughness value at $4.848 \mu\text{m}$. The vibration value and surface roughness show that there is a correlation that the higher the vibration, the higher the surface roughness value produced by turning AISI 1045 steel.

Keywords: Cooling, vibration, surface roughness

1. PENDAHULUAN

Proses pemesinan memiliki tempat yang penting dalam industri produksi tradisional. Efektivitas semuanya biaya proses pemesinan telah diselidiki dengan penuh semangat. Hal ini terutama mempengaruhi pemilihan parameter pemesinan yang sesuai, seperti kecepatan pemotongan, laju pemakanan dan kedalaman potong sesuai pahat pemotong dan bahan benda kerja. Pemilihan parameter pemesinan yang optimal akan menghasilkan masa umur pahat yang lebih lama, penyelesaian permukaan akhir yang lebih baik, dan tingkat penghilangan material yang lebih tinggi [1].

Selama operasi pemesinan, gesekan antara pahat pemotong dengan benda kerja dan antarmuka pahat pemotong dengan geram mengakibatkan suhu tinggi dan getaran pada pahat pemotong. Efek dari panas yang dihasilkan ini mempengaruhi umur pahat yang lebih pendek dan getaran menyebabkan kekasaran permukaan yang lebih tinggi dan menurunkan sensitivitas dimensi material kerja. Kasus ini lebih penting ketika pemesinan material yang sulit dipotong, dan tentu lebih banyak panas yang dihasilkan [2]. Berbagai cara telah dilakukan untuk melindungi pahat pemotong dari panas yang dihasilkan. Memilih pahat pemotong berlapis adalah alternatif yang mahal dan umumnya memang demikian pendekatan yang cocok untuk pemesinan beberapa material seperti paduan titanium, paduan tahan panas dan lain-lain.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas pemesinan adalah tingkat kekasaran permukaan, dimana tingkat kekasaran permukaan menjadi peranan penting yang menunjukkan kualitas suatu produk. Beberapa Faktor yang mempengaruhi hasil kualitas kekasaran permukaan benda kerja adalah kecepatan spindle, kecepatan makan (*Feed rate*), dan kedalaman potong (*Depth Of Cut*). Adapun faktor lain yang mendukung kualitas tingkat kekasaran permukaan dari hasil pembubutan adalah jenis pahat yang digunakan dan media pendingin.

Penggunaan media pendingin sangat berpengaruh terhadap sifat fisis, sifat mekanis dan sifat kimia dari material dan pahat yang digunakan pada proses pemotongan. Studi pertama tentang penggunaan cairan telah ditentukan oleh W.H. Northcott pada tahun 1868 dengan bukunya yang berjudul "A treatise on lathes and turning". Pada pertengahan tahun 1890-an, F.W. Taylor menekankan bahwa penggunaan cairan pemotongan akan memungkinkan penggunaan kecepatan pemotongan yang lebih tinggi sehingga menghasilkan umur pahat yang lebih lama dan tingkat penghilangan material yang lebih tinggi. [3] Penerapan fluida pemotongan dalam proses pemesinan akan mempermudah proses pembentukan sehingga akan lebih efisien [4] [5] [6]

Penggunaan media pendingin mampu meminimalisir kekasaran permukaan benda kerja pada proses pembubutan. Kekasaran permukaan merupakan ketidakteraturan konfigurasi dan penyimpangan karakteristik permukaan berupa guratan yang nantinya akan terlihat pada profil permukaan [7] Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kekasaran merupakan hal yang penting untuk memenuhi syarat kualitas hasil dari suatu produk. Cairan pendingin mempunyai kegunaan khusus dalam proses bubut [8].

Penelitian yang pernah dilakukan oleh Arsana (2019) dengan membandingkan jenis pendingin dromus, air, dan *coolant* dengan bahan ST. 37. Penelitiannya bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin terhadap kekasaran permukaan benda kerja hasil pembubutan rata pada baja ST. 37. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan variabel terikat yaitu kekasaran permukaan dan variabel bebas yaitu media pendingin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis pendingin dromus merupakan media pendingin yang menghasilkan kekasaran permukaan yang paling rendah/ paling halus yaitu sebesar $2,031 \mu\text{m}$ [7].

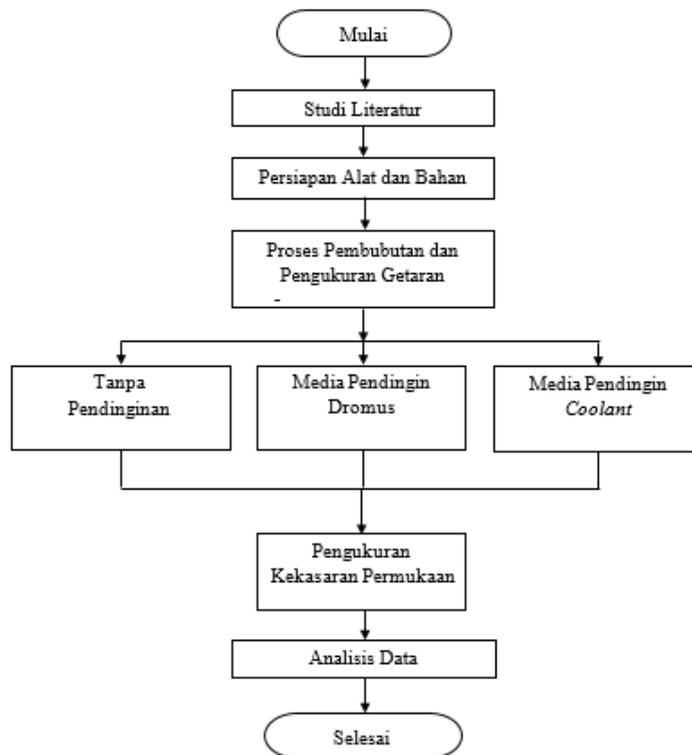
Penelitian membandingkan cairan pendingin oli, *coolant*, air, udara bertekanan, dan tanpa media pendingin terhadap hasil kekerasan permukaan bahan ST 41. Hasil menunjukkan tingkat kekasaran menggunakan cairan pendingin *coolant* sebesar $0,725 \mu\text{m}$, oli sebesar $0,821 \mu\text{m}$, udara bertekanan sebesar $1,203 \mu\text{m}$, tanpa media pendingin sebesar $1,339 \mu\text{m}$ dan air sebesar $1,769 \mu\text{m}$. Bahan ST 41 cocok menggunakan cairan pendingin *coolant* [9].

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut menggunakan material baja standar AISI 1045, baja tersebut masuk dalam golongan baja karbon sedang dan pada dasarnya sama dengan baja karbon rendah, hanya saja kandungan karbonnya antara 0,30 – 0,60% dan kandungan mangan 0,60 – 1,65%. Paduan ini bisa dilakukan perlakuan panas seperti *austenitizing*, *quenching*, dan *tempering* untuk memperbaiki sifat mekaniknya. Biasanya baja ini digunakan untuk bagian mesin seperti *shaft*, *axle*, roda gigi, *crackshaft*, kopling dan sebagainya. Baja karbon sedang dengan kandungan karbon 0,30 - 0,60% juga sering digunakan untuk rel kereta api, roda kereta api dan poros rel kereta. Penggunaan media pendingin terutama dromus dan *coolant* serta tanpa media pendingin perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perbedaannya terhadap proses pembubutan baja AISI 1045.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Diagram Alir Penelitian (Flow Chart)

Pada penelitian ini, langkah-langkah pengujian mengacu pada diagram alir penelitian, sesuai dengan Gambar 1 dibawah.



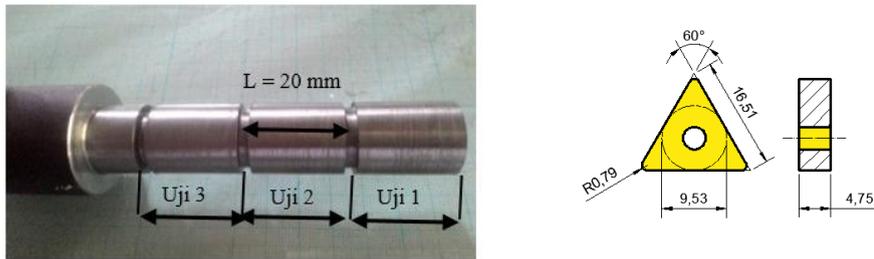
Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.2. Tempat Penelitian

Pembuatan benda uji dan pengambilan data penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe, kecuali untuk pengukuran kekasaran di lakukan di Laboratorium Metrologi Industri & Kontrol Kualitas Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang. Adapun pengambilan data dilakukan sebagai berikut:

- Mempersiapkan bahan dan alat penelitian
 - Benda kerja baja AISI 1045 di siapkan dengan diameter 20 mm dengan jarak alur masing – masing 3 mm dan diameter alur 16 mm sesuai Gambar 2a. serta Pahat bubut yang digunakan

jenis *insert tungsten carbide* dengan kode pahat TMNG 332-GN IC3028 pahai ini mempunyai lapisan (*coated*) *titanium nitride* (TiN) dan *titanium carbon nitride* (TiCN) sesuai Gambar 2b. dimana penggunaan pahat *insert* untuk masing-masing satu kali pengujian [10].

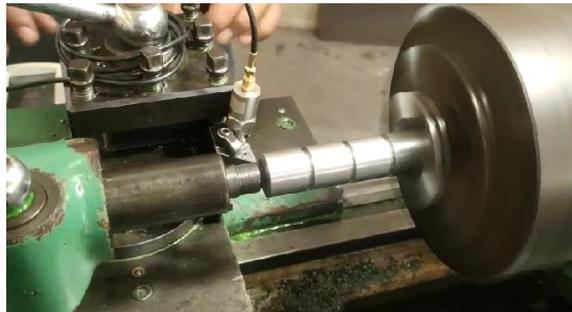


a.

b.

Gambar 2. Benda uji (a), pahat *insert* (b)

- Mesin bubut Kianzi dengan kapasitas maksimal panjang benda kerja 800 mm dan diameter benda kerja 270 mm dan daya 1,5 Hp.
- *Setting* mesin bubut dengan benda kerja serta meletakkan sensor *vibration meter* diatas pahat.
- Pengerjaan dilakukan dengan variasi *feeding* 0,21 mm/rev dengan kedalaman pemakanan 1 mm dan putaran spindel 1.160 rpm.
- Pengukuran getaran menggunakan Vibration Meter Lutron VB-8201HA dimana sensor untuk mendeteksi getaran di letakkan di atas pahat, sesuai Gambar 3. dibawah.

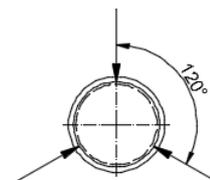


Gambar 3. Pengukuran getaran proses pemesinan bubut

- Pengukuran kekasaran permukaan menggunakan *Surface Roughness Tester* Mitutoyo SJ-210 dan penggunaan alat ukur sesuai Gambar 4a. dan cara pengukuran setiap variasi, diukur secara melingkar dengan sudut 120° sesuai Gambar 4b..dibawah.



a.



b.

Gambar 4. Penggunaan alat ukur kekasaran permukaan

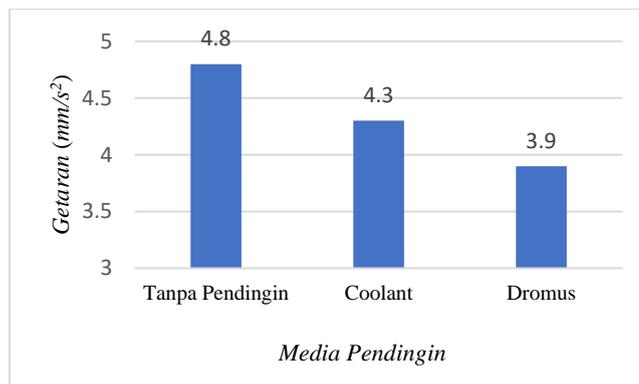
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Getaran

Getaran yang terjadi pada mesin-mesin biasanya menimbulkan efek yang tidak diinginkan seperti ketidaknyamanan, ketidaktepatan dalam pengukuran atau rusaknya struktur mesin. Getaran yang terjadi pada proses pemesinan merupakan getaran yang timbul selama proses pemotongan berlangsung dan juga disebabkan sedikitnya oleh dua hal yaitu getaran yang timbul akibat gaya pemotongan dan getaran akibat eksitasi pribadi [11]. Getaran pada pahat pada proses pemotongan benda kerja AISI 1045, dimana dilakukan pengambilan data sebanyak 3 kali sehingga diperoleh hasil rata-rata dari pengujian, dengan variasi jenis media pendingin dan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 5. dibawah:

Tabel 1. Hasil Uji Nilai Getaran

Media Pendingin	Getaran (mm/s^2)			
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
Tanpa Pendingin	5,0	4,6	4,7	4,8
Coolant	4,4	4,3	4,3	4,3
Dromus	3,9	3,9	3,8	3,9



Gambar 5. Getaran pada pahat dengan variasi media pendingin

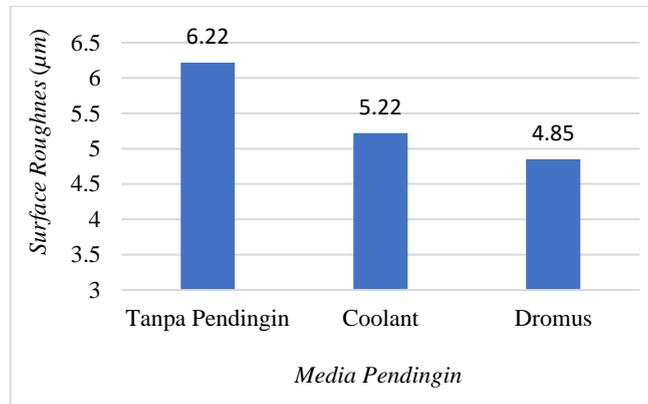
Hasil pengukuran getaran pada Tabel 1. dan ditunjukkan pada Gambar 5. dapat disimpulkan bahwa pendinginan pada proses pembubutan baja AISI 1045 menggunakan Dromus menghasilkan getaran paling rendah yakni rata-rata sebesar $3,9 \text{ mm/s}^2$, dan getaran paling tinggi dihasilkan pada proses bubut tanpa media pendingin yaitu sebesar $4,8 \text{ mm/s}^2$, sedangkan penggunaan media pendingin *coolant* menghasilkan tingkat kekasaran permukaan sebesar $4,3 \text{ mm/s}^2$.

3.2 Kekasaran Permukaan (surface roughness)

Kekasaran permukaan merupakan parameter yang sangat penting dari segi kualitas dan presisi dalam proses manufaktur dan menjadi acuan dalam industri. *Surface roughness* juga akan sangat berpengaruh terhadap kondisi suatu bagian dalam proses perakitan yang berhubungan dengan *contact bodies*, *wear lubricant*, dan *friction*. Kekasaran permukaan yang dihasilkan dalam proses pemotongan sangat dipengaruhi oleh parameter kerjanya, antara lain penggunaan pendingin, sudut pahat, putaran, *feed rate* kedalaman pemakanan. Hasil pengukuran kekasaran permukaan dengan variasi media pendingin pada proses bubut baja AISI 1045 pada Tabel 2. dan ditunjukkan pada Gambar 6 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan

Media Pendingin	Ra (μm)			
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
Tanpa Pendingin	7,037	6,062	5,643	6,220
Coolant	5,138	5,625	5,562	5,224
Dromus	4,871	4,891	4,781	4,848

**Gambar 6. Kekasaran permukaan dengan variasi media pendingin**

Hasil pengukuran kekasaran permukaan pada Tabel 2 dan ditunjukkan pada Gambar 6. dapat disimpulkan bahwa penggunaan media pendingin dromus menghasilkan tingkat kekasaran yang lebih halus yakni sebesar $4,848 \mu\text{m}$ sedangkan tingkat kekasaran yang paling tinggi dihasilkan proses bubut tanpa menggunakan media pendingin yakni sebesar $6,247 \mu\text{m}$, sedangkan penggunaan media *coolant* menghasilkan tingkat kekasaran permukaan sebesar $5,224 \mu\text{m}$.

Tabel 3. Perbandingan pengukuran getaran dan kekasaran permukaan

Media Pendingin	Hasil pengukuran rata-rata	
	Getaran (mm/s^2)	Ra (μm)
Tanpa Pendingin	4,8	6,220
Coolant	4,3	5,224
Dromus	3,9	4,848

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat adanya korelasi antara getaran dan kekasaran permukaan yang dihasilkan proses bubut baja AISI 1045, dimana penurunan getaran berbanding lurus dengan penurunan nilai kekasaran permukaan yang artinya semakin kecil getaran yang dihasilkan maka akan menghasilkan kekasaran permukaan yang semakin kecil atau halus, dan kalau di rata-rata setiap perubahan getaran $0,45 \text{ mm/s}^2$ akan diikuti perubahan kekasaran permukaan sebesar $0,513 \mu\text{m}$ atau sebesar 12-14%. Kekasaran permukaan selain dipengaruhi putaran spindel kedalaman pemotongan, gerakan pemakanan dan juga amplitudo getaran [12], getaran akan berkorelasi terhadap kekasaran permukaan pada proses pemesinan baja AISI 4140 [13], Setiap jenis proses pemotongan memiliki gaya potong yang berbeda. Semakin besar gaya pemotongan yang terjadi pada setiap jenis proses pemotongan, semakin besar nilai getaran dan kekasaran permukaan terjadi [14].

Nilai getaran rata-rata tertinggi dihasilkan pada proses tanpa pendingin yaitu sebesar $4,8 \text{ mm/s}^2$, kemudian media pendingin *coolant* menghasilkan nilai getaran rata-rata sebesar $4,3 \text{ mm/s}^2$, dan media pendingin dromus menghasilkan nilai getaran rata-rata terendah yaitu sebesar $3,9 \text{ mm/s}^2$. Media pendingin dromus mempunyai dampak yang lebih baik dari sisi getaran dan hasil kekasaran permukaan dibandingkan dengan pembubutan menggunakan media pendingin *coolant* dan tanpa media pendingin hal ini disebabkan dromus bahan dasarnya adalah minyak pelumas yang dicampur air selain berfungsi sebagai pendingin pada proses pemotongan dromus juga berfungsi sebagai pelumas yang mempunyai lapisan film dan dapat

mencegak kontak langsung antara dua buah logam sehingga dapat menimbulkan dampak peredaman terhadap getaran yang dapat menghasilkan kekasaran permukaan yang lebih halus sebesar 4,848 μm , hal ini sesuai penelitian yang dilakukan Rudi 2020 dimana kekasaran permukaan selain dipengaruhi oleh putaran spindle, gerak makan juga dipengaruhi oleh media pendingin. [15].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data yang dihasilkan dari pengukuran maka dapat di simpulkan sebagai berikut:

1. Ada pengaruh media pendingin terhadap nilai getaran dan kekasaran permukaan pada pembubutan baja AISI 1045.
2. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa media pendingin dromus menghasilkan nilai getaran yang paling rendah yaitu sebesar 3,9 mm/s^2 , dengan persentase penurunan sebesar 12-14% pada media pendingin dromus dibandingkan tanpa pendingin yang menghasilkan nilai sebesar 4,8 mm/s^2 .
3. Hasil pengujian nilai kekasaran permukaan juga menunjukkan bahwa media pendingin dromus menghasilkan nilai yang paling rendah/ halus yaitu sebesar 4,848 μm dibandingkan dengan tanpa pendingin menghasilkan nilai sebesar 6,247 μm .
4. Hasil pengujian terhadap nilai getaran berkorelasi dengan kekasaran permukaan dimana semakin turun getaran nilai kekasaran permukaan juga akan semakin turun pada proses pembubutan baja AISI 1045.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Cakir, A. Yardimenden, T. Ozhen, E. Kilickap, "Selection of Cutting Fluids in Machining Processes," *Achievements Materials and Manufacturing Engineering*, 25, pp. 99-102, 2007.
- [2] M. B. Da Silva, J. Wallbank, "Lubrication and application method in machining," *Industrial Lubrication and Tribology*, 50, pp. 149-152, 1998.
- [3] G. Avuncun, *Machining Economy and Cutting Tools*, Iatambul: Makine Takim Endustrisi Ltd, 1998.
- [4] E. P. DeGarmo, J. T. Black, R. A. Kosher, *Material and Processes Manufacturing*, New York: MaxWell MacMillan, 1984.
- [5] I. Kavuncu, *Cutting Oils In Metal machining*, Istambul: Turkish Chambers of Mechanical Engineers.
- [6] R. F. Avila, A. M. Abrao, "The Effect of Cutting Fluids on The Machining of Hardenend Aisi 4340 Steel," *Materials Processing Technology*, 119, pp. 21-26, 2021.
- [7] P. Arsana, I. N. P. Nugraha, K. R. Dantes, "PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BENDA KERJA HASIL PEMBUBUTAN RATA PADA BAJA ST. 37," *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 7, pp. 7-17, 2019.
- [8] A. M. S. Bima Aditya S., "PENGARUH KEDALAMAN DAN CAIRAN PENDINGIN TERHADAP KEKASARAN DAN KEKERASAN PERMUKAAN PADA PROSES BUBUT," pp. 10-19, 2013.
- [9] O. Adam, I. Rizianiza, H. D. Haryono, "Pengaruh Variasi Jenis Media Pendingin Terhadap Permukaan Benda Kerja ST 41 dengan Menggunakan Uji Kekasaran (Surface Roughness Tester)," *Teknik Mesin Indonesia*, 17, pp. 106 - 112, 2022.
- [10] M. Batista, J. Salguero, A. Gomez-Parra, S. Fernandez-Vidal, M. Marcos, "SOM Based Methodology for Evaluating Shrinkage Parameter of the Chip Developed in Titanium dry Turning Process," *Procedia CIRP*, 8, pp. 534 - 539, 2013.
- [11] S. Kalpakjian, *Manufacturing Processes for Engineering Material*, Pearson, 1984.

- [12] H. Abbas, Y. Bontong, Y. Aminya, "PENGARUH PARAMETER PEMOTONGAN PADA OPERASI PEMOTONGAN MILLING TERHADAP GETARAN DAN TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN (SURFACE ROUGHNESS)," *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XII (SNTTM XII)*, XII, pp. 971-976, 2013.
- [13] N. A. Aditiya, Mudjijanto, "Pengaruh Kedalaman Pemakanan pada Mesin Frais Terhadap Getaran dan Kekasaran Permukaan Baja Aisi 4140," *Jurnal teknik Mesin dan Energi*, osa/vuosik. 1, pp. 1-6, 2021.
- [14] O. N. Retyawan, I. Yaningsih ja H. Sukanto, "Pengaruh Jenis Proses Pemotongan pada Mesin Milling Terhadap Getaran dan Kekasaran Permukaan dengan Material Aluminium 6061," *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 12, pp. 8-13, 2017.
- [15] A. Rudi, Affandi, Z. Fuadi, "Pengaruh Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Face Milling," *Jrnal UMSU*, 3, pp. 16-22, 2020.