



PENGARUH KEDALAMAN PEMAKANAN DAN *FEEDRATE* PADA MESIN FRAIS TERHADAP HASIL GETARAN DAN KEKASARAN PERMUKAAN

Muh Farid Hidayat¹, Fadil Ahmad²

^{1,2}Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng, Nipa-nipa, Kecamatan Pa'jukukang, Kabupaten Bantaeng, Sulawesi Selatan 92461

E-mail : faridhidayat@akom-bantaeng.ac.id

Masuk : 6 Februari 2025

Direvisi : 3 Maret 2025

Disetujui : 20 Maret 2025

Abstrak: Proses permesinan dengan mesin frais merupakan salah satu metode utama dalam industri manufaktur untuk menghasilkan komponen dengan bentuk kompleks dan akurasi tinggi. Kualitas hasil pemotongan sangat dipengaruhi oleh parameter permesinan, terutama kedalaman pemakanan dan kecepatan pemakanan (*feedrate*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kedalaman pemakanan dan *feedrate* terhadap getaran serta kekasaran permukaan dalam proses permesinan menggunakan mesin frais. Material benda kerja yang digunakan adalah baja karbon rendah ST42. Parameter permesinan yang divariasikan meliputi kecepatan pemakanan sebesar 16 mm/min, 21 mm/min, dan 41 mm/min, serta kedalaman pemakanan 1 mm dan 2 mm. Pengukuran getaran dilakukan menggunakan Lutron VT-8204 dan kekasaran permukaan dianalisis menggunakan Mitutoyo SJ-310. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan pemotongan pada kedalaman pemakanan 1 mm menyebabkan peningkatan kekasaran permukaan, dengan nilai tertinggi sebesar 6.46 μm . Sebaliknya, pada kedalaman pemakanan 2 mm, peningkatan kecepatan pemotongan cenderung menurunkan kekasaran permukaan, dengan nilai terendah 2.68 μm pada kecepatan potong 41 mm/min. Getaran terbesar terjadi pada kecepatan pemotongan tertinggi, sementara pada beberapa kondisi, variasi getaran tidak signifikan.

Kata kunci: getaran, kekasaran permukaan, kecepatan potong, frais

Abstract: The machining process of milling machines is one of the main methods in the manufacturing industry to produce components with complex shapes and high accuracy. The quality of the cutting results is greatly influenced by the machining parameters, especially the depth of the cut and the feed rate. This study aims to analyze the effect of the depth of cut and the feed rate on vibration and surface roughness in the machining process using a milling machine. The workpiece material used is the low-carbon steel ST42. The machining parameters that were varied included feed rates of 16 mm/min, 21 mm/min, and 41 mm/min, and feed depths of 1 mm and 2 mm. Vibration measurements were carried out using Lutron VT-8204 and surface roughness was analyzed using Mitutoyo SJ-310. The results showed that increasing the cutting speed at a feed depth of 1 mm caused an increase in surface roughness, with the highest value of 6.46 μm . On the other hand, at a feed depth of 2 mm, increasing cutting speed tends to decrease surface roughness, with the lowest value of 2.68 μm at a cutting speed of 41 mm/min. The largest vibration occurs at the highest cutting speed, while in some conditions, the vibration variation is not significant.

Keywords: vibration, surface roughness, feed rate, milling

PENDAHULUAN

Proses permesinan merupakan salah satu metode utama dalam industri manufaktur untuk membentuk material menjadi komponen dengan spesifikasi yang diinginkan. Mesin frais (*milling machine*) adalah salah satu peralatan permesinan yang banyak digunakan karena kemampuannya dalam menghasilkan bentuk yang kompleks dengan akurasi tinggi. Namun, kualitas hasil pemotongan sangat dipengaruhi oleh berbagai parameter permesinan, termasuk kedalaman pemakanan dan kecepatan pemakanan (*feedrate*).

Kedalaman pemakanan (*depth of cut*) dan *feedrate* merupakan dua parameter penting yang mempengaruhi kinerja proses pemotongan. Studi secara eksperimen dilakukan dengan melihat parameter pemotongan seperti kedalaman pemotongan, kecepatan pemakanan, dan kecepatan pemotongan terhadap kekasaran permukaan pada proses milling [1]. Kualitas kekasaran permukaan dipengaruhi oleh kecepatan potong dan kedalaman pemakanan saat proses pembubutan [2]. Bukan hanya variasi parameter permesinan, juga metode penyayatan dan material pisau mempengaruhi hasil kekasaran permukaan pada proses *end milling surfaces finish* [3].

Efektivitas parameter pada permesinan merupakan studi penting untuk mengetahui kualitas hasil pemakanan pada kekasaran permukaan [4]. Perbandingan tingkat kekasaran permukaan pada permesinan bubut dan frais memperhatikan parameter pemotongan dan parameter alat potong hingga memperoleh kualitas kekasaran permukaan [5]. Uji tegangan yang terjadi pada pemotongan permesinan menggunakan metode elemen hingga dilakukan guna mengetahui parameter yang digunakan berpengaruh terhadap *tools* [6].

Getaran yang terjadi selama proses pemotongan dapat menyebabkan cacat pada permukaan benda kerja sehingga mengurangi ketahanan alat potong serta menurunkan presisi hasil akhir. Analisis getaran dengan melihat aspek getaran mesin saat proses pemotongan dengan kenaikan putaran *spindel* dan peningkatan kedalaman pemakanan [7]. Getaran mesin yang terjadi pada mesin bor duduk yang dipengaruhi oleh tekanan tangan mendapatkan hasil getaran yang berbeda sehingga akan mempengaruhi hasil pengeboran [8]. Pengukuran getaran alat potong saat proses pemakanan untuk mengetahui keausan alat potong tersebut dipengaruhi oleh kecepatan potong, Gerak makan, dan kedalaman potong [9], [10].

Di sisi lain, kekasaran permukaan merupakan parameter penting dalam menilai kualitas hasil permesinan, karena berpengaruh pada sifat mekanik, ketahanan aus, dan kinerja komponen dalam aplikasi industri [11]. Pemilihan parameter pemotongan yang tidak tepat dapat menyebabkan getaran yang berlebihan dan kekasaran permukaan yang tinggi, yang pada akhirnya dapat menurunkan kualitas produk akhir. Studi terdahulu menguji getaran yang terjadi pada mesin VMC-200 menggunakan *vibrocord* pada material AlMgSi untuk mengetahui tingkat kekasaran permukaan material tersebut dengan mempertimbangkan putaran spindel dan kedalaman pemakanan [12].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kedalaman pemakanan dan *feedrate* terhadap getaran serta kekasaran permukaan pada proses permesinan menggunakan mesin frais. Variabel yang dianalisis adalah hubungan kedua parameter tersebut dengan tingkat getaran dan kualitas permukaan, dengan pengukuran menggunakan *vibrometer* dan *surface roughness tester*.

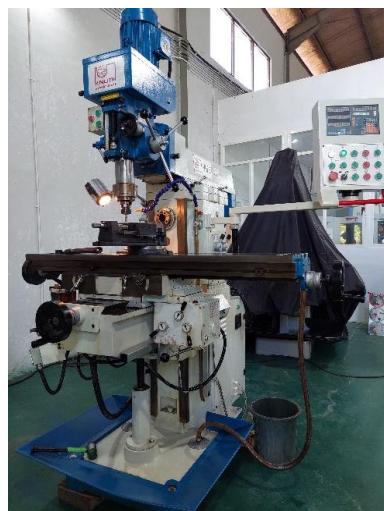
METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan untuk menganalisis pengaruh variabel kedalaman pemakanan dan *feedrate* pada mesin frais terhadap getaran yang dihasilkan serta kekasaran permukaan benda kerja. Material benda kerja permesinan yang digunakan ialah baja karbon rendah ST42. Pemilihan alat potong yang digunakan adalah *roughing endmill* jenis HSS yang memiliki 4 *flute*. Alat potong tersebut berbentuk *coarse*

pada sisi alat potong dengan sudut helix sebesar 30° untuk pemakanan kasar. Proses pemakanan menerapkan metode *dry cutting* tanpa adanya pendinginan saat pemotongan.



Gambar 1. Alat potong HSS roughing endmill



Gambar 2. Mesin frais Knuth VHF 3

Mesin frais vertikal merek Knuth VHF 3 digunakan untuk mengetahui tingkat getaran yang dihasilkan saat terjadi proses pemakanan. Kapasitas meja mesin yang ditampung hingga 300 Kg dan kecepatan spindel hingga 2000 RPM. Parameter permesinan seperti kecepatan spindel, kecepatan pemotongan, dan ketebalan pemakanan ditentukan. Kecepatan putar spindel dipilih 460 RPM sesuai tuas pada mesin frais. Kecepatan laju pemotongan dalam proses permesinan divariasikan. Hal tersebut akan menentukan lama proses permesinan dan kualitas hasil pemotongan. Nilai kecepatan pemotongan disesuaikan dengan pilihan di mesin frais yaitu 16 mm/min, 21 mm/min, dan 41 mm/min. Kekasaran permukaan juga akan dipengaruhi oleh kedalaman pemotongan material sehingga dipilih kedalaman 1 mm dan 2 mm untuk melihat perbandingan kekasaran permukaan.



Gambar 3. Alat ukur getaran Lutron VT-8204

Hasil penelitian diketahui besar getaran pada ragum penyekaman saat pemotongan. Alat ukur getaran yang digunakan ialah Lutron VT-8204. Satuan pengukuran getaran diperoleh dari getaran berdasarkan percepatan yaitu m/s^2 . Pengambilan data getaran dilakukan dengan menempelkan *magnetic base* ke ragum penyekaman hingga pembacaan getaran dideteksi oleh sensor *vibration* dari alat ukur *vibrometer*. Selain itu, diketahui pula kekasaran permukaan hasil permesinan sampel benda kerja setelah dilakukan pemotongan. Alat ukur kekasaran permukaan benda kerja ialah Mitutoyo SJ-310. Parameter alat ukur kekasaran permukaan ialah *standard ISO1997* dengan peredam derau *Gaussian Filter* dan jarak pengecekan permukaan sebesar 5 mm.

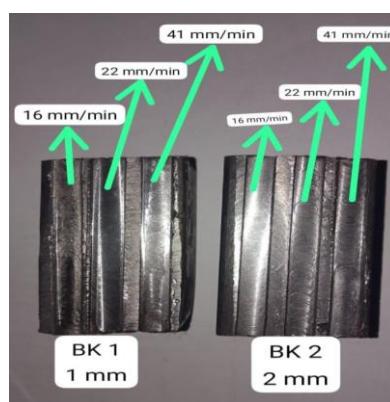


Gambar 4. Alat ukur kekasaran permukaan Mitutoyo SJ-310

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian getaran saat proses pemotongan di permesinan frais dilakukan untuk mengetahui tingkat kekasaran permukaan dari sampel uji. Terlihat pada tabel 1 merupakan hasil pengambilan data uji getaran yang diperoleh dari rata-rata nilai ditunjukkan pada alat. Hasil kekasaran permukaan dengan pengujian menggunakan alat ukur didapatkan nilai rata-rata aritmetika penyimpangan tinggi profil grafik kekasaran permukaan (Ra). Nilai ukuran tersebut diperoleh dari setiap ketebalan pemakanan dan parameter kecepatan pemotongan yang divariasikan

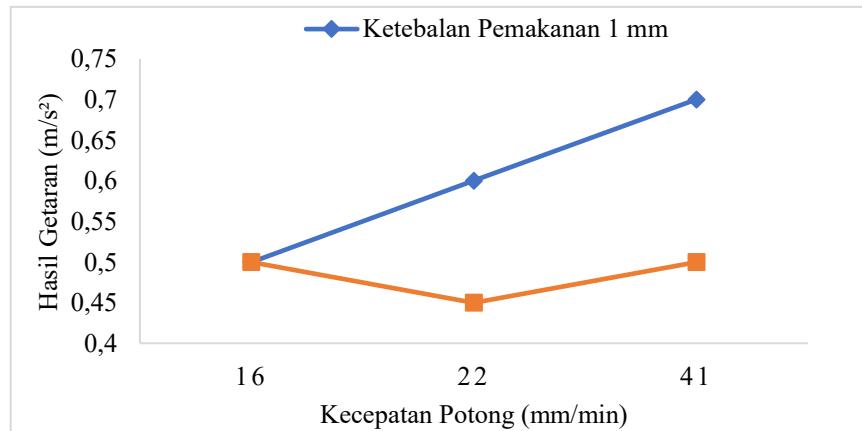
Gambar 5 terlihat hasil pemotongan sampel menggunakan mesin frais. Gambar tersebut menampilkan perbedaan permukaan dari variasi kecepatan potong yang dilakukan. Selain itu, perbedaan ketebalan pemakanan dibedakan dari setiap sampel benda kerja.



Gambar 5. Hasil proses pemotongan sampel benda kerja

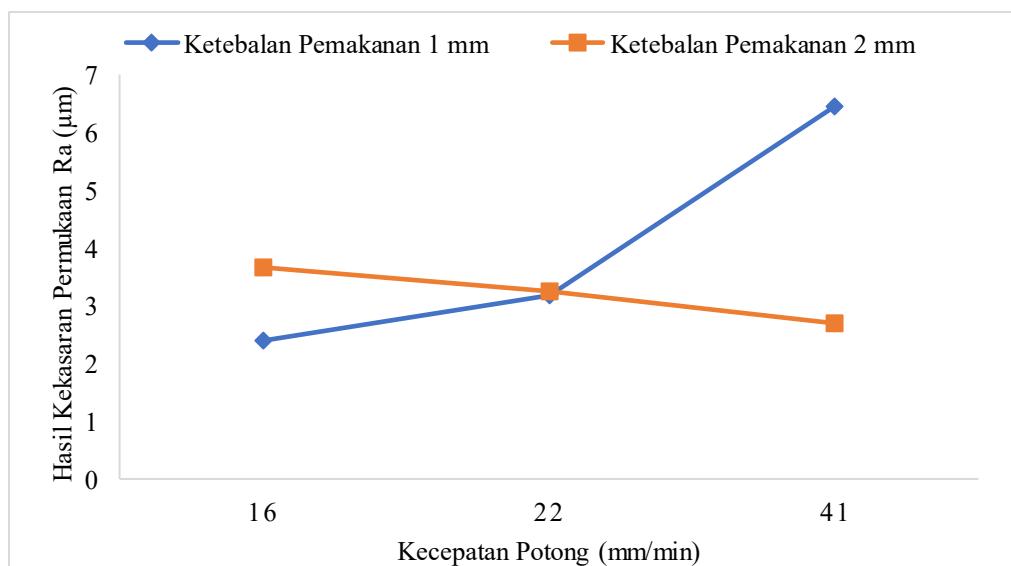
Getaran pada proses pemotongan di mesin frais dilakukan untuk mengetahui besar getaran yang terjadi. Gambar 6 terlihat nilai getaran pada proses pemotongan dengan variasi ketebalan pemakanan dan kecepatan pemotongan. Ketebalan pemakanan 1 mm dan 2 mm memiliki nilai getaran yang sama sebesar 0.5 m/s^2 pada kecepatan potong 16 mm/min. Namun, pada kecepatan potong 22 mm/min dan 41 mm/min telah terjadi perbedaan

hasil getaran pada pemakanan 1 mm dan 2 mm. Perbedaan ukuran getaran proses pemotongan tidak terlihat secara signifikan pada proses pemotongan sampel. Nilai getaran yang dihasilkan ialah dari 0.45 m/s^2 untuk getaran terkecil hingga 0.7 m/s^2 untuk getaran terbesar.

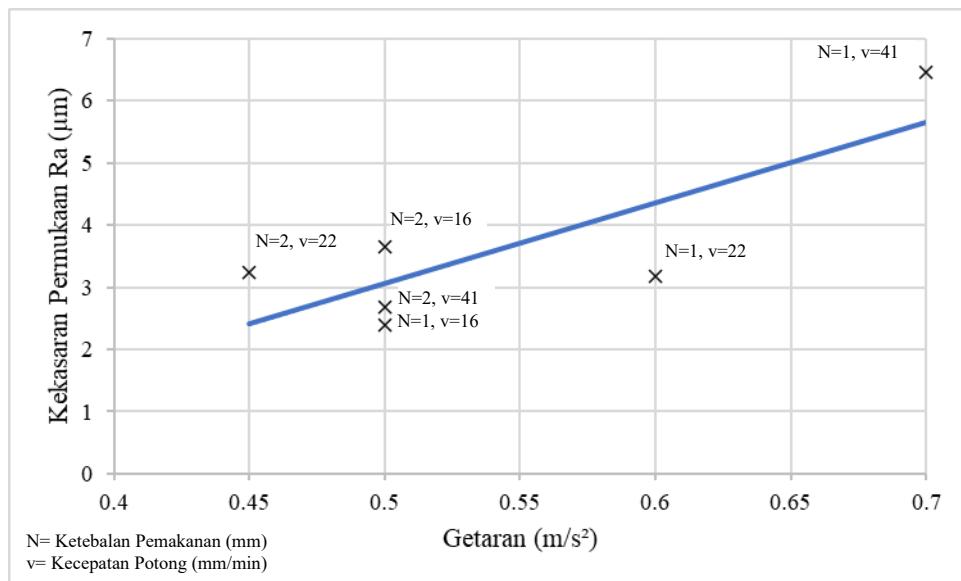


Gambar 6. Hasil pengukuran getaran

Kekasaran permukaan diukur menggunakan alat ukur Mitutoyo SJ-310. Gambar 7 memperlihatkan hasil pengukuran kekasaran permukaan dengan variasi ketebalan pemakanan dan kecepatan pemotongan pada mesin frais. Ketebalan pemakanan 1 mm pada kecepatan potong 16 mm/min menghasilkan $2.4 \mu\text{m}$ untuk hasil rata-rata kekasaran permukaan. Pada ketebalan pemakanan 1 mm mengalami kenaikan nilai Ra sebesar $3.17 \mu\text{m}$ untuk kecepatan potong 22 mm/min dan $6.46 \mu\text{m}$ untuk kecepatan potong 41 mm/min. Sedangkan, ketebalan pemakanan 2 mm yang memperoleh nilai kekasaran permukaan rata-rata sebesar $3.66 \mu\text{m}$ pada kecepatan potong 16 mm/min. Kemudian mengalami penurunan besar kekasaran permukaan Ra sebesar $3.24 \mu\text{m}$ dan $2.68 \mu\text{m}$ pada kecepatan potong selanjutnya. Nilai kekasaran permukaan yang diperoleh dari perbedaan kedalaman pemakanan bisa dipengaruhi oleh pemilihan alat potong jenis *roughing*. Kegunaan alat potong *roughing* diperuntukkan pemakanan kasar dengan ketebalan pemakanan yang cukup besar. Sehingga ketebalan pemakanan 2 mm memiliki tingkat Ra yang lebih kecil dibandingkan dengan kedalaman pemakanan 1 mm.



Gambar 7. Hasil pengukuran kekasaran permukaan



Gambar 8. Grafik hubungan getaran dan kekasaran permukaan

Pada grafik di gambar 8 menampilkan bahwa hasil getaran mempengaruhi kekasaran permukaan dari pemotongan sampel di mesin frais. Hasil getaran yang mengalami kenaikan setiap ditambahkan nilai kecepatan potong menghasilkan kekasaran permukaan yang semakin tinggi hingga sebesar $6.46 \mu\text{m}$ pada ketebalan pemakanan 1 mm. Sedangkan, pada ketebalan pemakanan 2 mm memiliki nilai kekasaran permukaan yang menurun jika ditambahkan kecepatan potong yang mana nilai getarannya berkisar antara 0.45 m/s^2 dan 0.5 m/s^2 . Pada gambar tersebut terlihat garis tren antara kekeasaran permukaan dan getaran dimana menunjukkan kecenderungan semakin besar getaran yang dihasilkan saat proses permesinan frais maka semakin tinggi hasil kekasaran permukaan yang diperoleh.

KESIMPULAN

Pengaruh kedalaman pemakanan dan variasi kecepatan pemotongan untuk mengetahui besar getaran dan nilai kekasaran pada permukaan telah dilakukan. Dari hasil tersebut diperoleh kesimpulan bahwa nilai getaran terkecil sebesar 0.45 m/s^2 pada ketebalan pemakanan 2 mm dengan kecepatan potong 22 mm/min. Sedangkan nilai getaran tertinggi sebesar 0.7 m/s^2 pada ketebalan pemakanan 1 mm dengan kecepatan potong 41 mm/min. Nilai kekasaran permukaan rata-rata sampel uji sangat dipengaruhi oleh ketebalan pemakanan dan kecepatan potong pada ketebalan pemakanan 1 mm mengalami kenaikan kekasaran permukaan karena pengaruh semakin besarnya kecepatan potong hingga $6.46 \mu\text{m}$. Namun, pada ketebalan pemakanan 2 mm mengalami penurunan kekasaran permukaan Ra dari $3.66 \mu\text{m}$ hingga $2.68 \mu\text{m}$ akibat peningkatan kecepatan potong.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Hendrawan, "Studi Pengaruh Parameter Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Up Dan Down Milling Dengan Pendekatan Vertical Milling," *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 37–42, 2017, doi: 10.23917/mesin.v11i1.3194.
- [2] Ahmad Rifai, Syaripuddin, R. Angrainy, Agung Premono, and Ferry Budhi Susetyo, "Pengaruh Parameter Pemotongan Pembubutan Konvensional Terhadap Kekasaran Permukaan Baja ST41," *J. Permadi*

- Perancangan, Manufaktur, Mater. dan Energi, vol. 5, no. 2, pp. 59–65, 2023, doi: 10.52005/permadi.v5i2.109.
- [3] R. Aulia, Y. A. Z. Abadi, and D. Y. Sari, “Analisis Pengaruh Parameter Pemesinan, Metode Penyayatan Dan Material Pisau Frais Terhadap Kekasaran Permukaan Aluminium 6061 Pada Proses End Milling Surfaces Finish,” *J. Vokasi Mek.*, vol. 4, no. 4, pp. 70–81, 2022, doi: 10.24036/vomek.v4i4.456.
- [4] A. Mahyar Khorasani, M. Reza Soleymani Yazdi, and M. S. Safizadeh, “Analysis of machining parameters effects on surface roughness: A review,” *Int. J. Comput. Mater. Sci. Surf. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 68–84, 2012, doi: 10.1504/ijcmsse.2012.049058.
- [5] A. Mgherony, B. Mikó, and G. Farkas, “Comparison of surface roughness when turning and milling,” *Period. Polytech. Mech. Eng.*, vol. 65, no. 4, pp. 337–344, 2021, doi: 10.3311/PPME.17898.
- [6] M. F. Hidayat and M. Ekawati, “Analisis Tegangan dan Temperatur pada Pemotongan Ortogonal Terhadap Material AISI 4340 Menggunakan Metode Elemen Hingga,” *Maj. Tek. Ind.*, vol. 31, no. 1, pp. 18–27, 2023, doi: 10.61844/majalahTeknikIndustri.v31i1.667.
- [7] A. Rukma, A. R. Rasyid, and D. A. Muhammad Irfan, “Analisis Getaran Mesin Bubut Emco Maximat V13 akibat Variasi Putaran Mesin dan Kedalaman Pemakanan Pada Proses Bubut Rata Baja ST 42,” *Teknologi*, vol. 22, pp. 1–12, 2021.
- [8] I. A. Azpah, I. K. Anaam, and H. Abdillah, “Analisis Uji Getaran Pada Mesin Bor Duduk Ryu RBD16,” *J. Tek. Mesin*, vol. 13, no. 1, pp. 1–5, 2024, doi: 10.22441/jtm.v13i1.18726.
- [9] M. Y. Siregar and S. M. Yunus, “Pengaruh Getaran Pahat terhadap Aus Pahat Karbida H10 N15 Menggunakan Bahan Permesinan AISI 4140,” *Mekanik*, vol. 6, no. 1, pp. 51–60, 2020.
- [10] Rusnaldy, J. Dharma Setiawan, and A. Arivian, “Monitoring Kondisi Pahat Dengan Sinyal Getaran Pada Proses Bubut,” *Rotasi*, vol. 13, no. 3, pp. 1–4, 2011, doi: 10.14710/rotasi.13.3.1-4.
- [11] A. Fauzi and W. Sumbodo, “Pengaruh Parameter Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan St 40 Pada Mesin Bubut Cnc,” *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 46–57, 2021, [Online]. Available: <https://journal.uny.ac.id/index.php/dynamika/issue/view/2049>.
- [12] M. M., “Pengaruh Getaran Permesinan Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Mesin VMC-200,” *J. Tek. Mesin Sinergi*, vol. 6, no. 1, pp. 33–42, 2019, doi: 10.31963/sinergi.v6i1.1017.