

Pengaruh Variasi Tool Nose Radius Pahat Karbida Terhadap Kekasaran Permukaan Baja AISI 4140 Pada Proses Bubut

The Effect of Carbide Tool Nose Radius Variation on Surface Roughness of AISI 4140 Steel in the Turning Process

Muhammad Iqbal Gimastian^{1*}, Muhammad Sobron Yamin Lubis¹, Rosehan¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, Jakarta 11440, Indonesia

*Corresponding author: muhammad.515210001@stu.untar.ac.id

Diterima: 10-06-2025

Disetujui: 02-07-2025

Dipublikasikan: 04-08-2025

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Proses pembubutan merupakan salah satu metode pemrosesan yang digunakan untuk menghasilkan bentuk material silindris. Dalam eksperimen ini, dilakukan variasi parameter untuk memperoleh nilai kekasaran permukaan yang optimal. Parameter yang divariasikan meliputi sudut mata pahat dan gerak makan. Nilai gerak makan yang digunakan adalah 0,045 mm/rev, 0,05 mm/rev, dan 0,056 mm/rev. Adapun variasi sudut mata pahat yang digunakan yaitu 0,4 mm, 0,8 mm, dan 1,2 mm. Sementara itu, kecepatan spindle dijaga konstan pada 1120 rpm, dan kedalaman potong ditetapkan sebesar 0,2 mm. Setelah dilakukan pengujian, diperoleh nilai kekasaran permukaan untuk masing-masing variasi parameter. Nilai kekasaran terendah sebesar 0,782 μm diperoleh pada kombinasi sudut mata pahat 0,4 mm dan gerak makan 0,045 mm/rev. Sedangkan nilai kekasaran tertinggi sebesar 2,206 μm ditemukan pada kombinasi sudut mata pahat 1,2 mm dan gerak makan 0,045 mm/rev. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa parameter yang menghasilkan kekasaran permukaan paling optimal adalah pada variasi sudut mata pahat 0,4 mm dan gerak makan 0,045 mm/rev, dengan nilai kekasaran sebesar 0,782 μm .

Kata Kunci: Kekasaran permukaan, Baja aisi 4140, Tool nose radius, Feeding.

Abstract

The turning process is one of the machining methods used to produce cylindrical material shapes. In this experiment, meticulous parameter variations were carried out to obtain optimal surface roughness values. The parameters that varied include the chisel angle and feed rate. The feed rates used were precisely set at 0.045 mm/rev, 0.05 mm/rev, and 0.056 mm/rev. The variations in the chisel angle used were 0.4 mm, 0.8 mm, and 1.2 mm, ensuring a comprehensive exploration of the parameter space. Meanwhile, the spindle speed was kept constant at 1120 rpm, and the cutting depth was set at 0.2 mm. After testing, the surface roughness values were obtained for each parameter variation. The lowest roughness value of 0.782 μm was obtained at a combination of a chisel angle of 0.4 mm and a feed rate of 0.045 mm/rev. This finding has practical implications, as it suggests a specific parameter combination that can be used to achieve optimal surface roughness. Meanwhile, the highest roughness value of 2.206 μm was found in the combination of a chisel angle of 1.2 mm and a feed rate of 0.045 mm/rev. From these results, it can be concluded that the parameters that produce the most optimal surface roughness are in the variation of a chisel angle of 0.4 mm and a feed rate of 0.045 mm/rev, with a roughness value of 0.782 μm .

Keywords: Surface roughness, AISI 4140 steel, Tool nose radius, Feeding.

1. Pendahuluan

Mesin bubut merupakan salah satu mesin perkakas dalam prosesnya bergerak memutar benda kerja dan menggunakan mata pahat (*insert*) sebagai alat untuk memotong benda kerja

yang berputar sehingga benda kerja bisa terpotong dan terbentuk sesuai dengan yang diinginkan (Iman. H, 2024). Kekasaran permukaan menjadikan ukuran kualitas permukaan pada proses prosesnya dengan parameter permesinan antara lain *feeding*, putaran *spindle*, dan kedalaman potong. Dengan memvariasikan parameter permesinan maka akan didapatkan kekasaran permukaan yang diinginkan (Burrahan, 2024). Permukaan adalah batas yang memisahkan antara benda dengan sekelilingnya, karakteristik suatu permukaan memegang peran penting dalam perancangan komponen mesin dan peralatan permukaan dapat dinyatakan dengan jelas gesekan, keausan, pelumas dan sebagainya. Kekasaran permukaan digunakan secara luas di industri digunakan untuk mengukur kehalusan dari suatu permukaan benda (Husni, 2020).

Secara umum, tingkat kekasaran permukaan suatu benda kerja dapat diperoleh melalui berbagai proses pemesinan, di antaranya adalah proses penggerindaan (*grinding*) dan pembubutan (*turning*). Setiap metode memiliki karakteristik tersendiri dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dari produk yang dihasilkan. Pada penelitian ini, proses pemesinan yang digunakan adalah pembubutan, dengan pendekatan optimasi untuk menghasilkan permukaan dengan tingkat kekasaran yang diharapkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sejauh mana proses pembubutan mampu menghasilkan kekasaran permukaan yang mendekati kualitas hasil dari proses *grinding*. Untuk mencapai tujuan tersebut, dilakukan variasi parameter pemesinan berupa jari-jari mata pahat (*tool nose radius*) dan laju pemakanan (*feed rate*). Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan standar kekasaran permukaan pada pin piston sepeda motor yang tersedia di pasaran. Nilai kekasaran permukaan acuan diperoleh melalui pengukuran menggunakan alat *surface roughness tester*.

2. Metode Penelitian

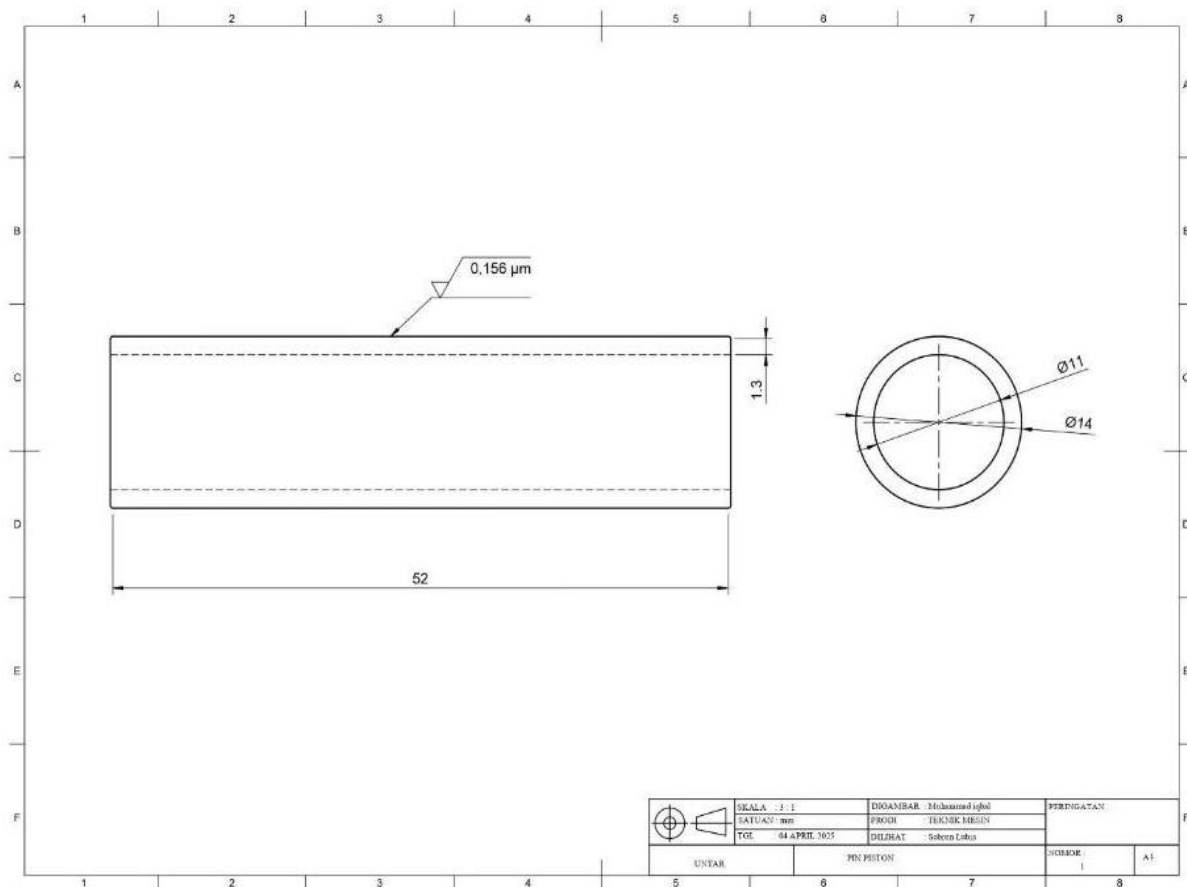
Penelitian dilakukan pada satu tempat yaitu di Laboratorium Proses Produksi Universitas Tarumanagara. Metode penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan hasil data penelitian yang diolah menggunakan metode analisis. Pin piston dibuat dengan material baja AISI 4140 yang akan diukur dengan 5 titik. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai rata-rata kekasaran permukaan pada benda kerja baja AISI 4140 dengan proses bubut dengan parameter yang sudah ditentukan.

2.1. Pin piston

Standar dari kekasaran pin piston pada motor honda vario yaitu 0,156 (μm) angka tersebut didapatkan dari hasil pengukuran dengan alat *surface roughness tester*. Maka kekasaran tersebut menjadi acuan saat melakukan proses pembubutan yang sesuai dan tepat untuk dilakukan proses pengukuran kekasaran permukaan seperti dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pin piston



Gambar 2. Gambar kerja pin piston

2.2. Parameter penelitian

Dalam penelitian menentukan parameter diperlukan untuk mengetahui standar pengerjaan dan pengujian sebuah material yang akan dilakukan proses pengerjaan untuk mendapatkan hasil dari pengujian. Setelah dilakukan pembubutan pada material benda kerja baja AISI 4140 akan dilakukan pengukuran kekasaran permukaan menggunakan alat *surface roughness tester* dengan memvariasikan *feeding* 0,045 mm/rev, 0,05 mm/rev dan 0,056 mm/rev dengan menggunakan 3 radius mata pahat yaitu 0,4 mm, 0,8 mm, dan 1,2 mm. Dalam proses pengambilan data yang dilakukan pada laboratorium proses pemessinan Universitas Tarumanagara, pengambilan data dilakukan pada 5 titik pada 1 benda kerja agar hasil yang didapatkan akurat.

2.2.1. Parameter pembubutan

Dalam melakukan pembubutan parameter pembubutan diperlukan untuk mengetahui standar pengerjaan yaitu:

Tabel 1. Parameter pembubutan

Parameter	Keterangan
<i>Tool nose radius</i>	0,4 mm, 0,8 mm, 1,2mm
Kedalaman potong	0,2 mm
Putaran <i>spindle</i>	1120 r/min
<i>Feeding</i>	0,045 mm/rev , 0,05 mm/rev, 0,056 mm/rev
Diameter material	20 mm

2.3. Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mesin bubut konvensional

Mesin bubut yang digunakan pada proses pengambilan data. Dengan spesifikasi mesin dari 45-1120 r/min dan akurasi ketelitian 0,05 mm.



Gambar 3. Mesin Bubut

2. Jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur benda kerja pada saat pengambilan data dengan ketelitian 0,1 mm.



Gambar 4. Jangka Sorong

3. *Surface roughness tester*

Surface roughness tester SJ-210 untuk melihat kekasaran mata pahat, yang dapat menghasilkan rentang pengukuran hingga 360 μm dengan resolusi hingga 0,002 μm pada rentang tertentu.



Gambar 5. *Surface roughness test*

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

1. Mata pahat karbida sisipan, mata pahat karbida sisipan yang digunakan adalah VBMT 160408.



Gambar 6. *Insert dan Holder*

2. Baja paduan AISI 4140 adalah baja paduan rendah yang mengandung kromium, molibdenum, dan mangan. Baja ini memiliki kekuatan lelah, ketahanan abrasi dan benturan, ketangguhan, dan kekuatan torsi yang tinggi. Baja AISI dalam penelitian ini menggunakan diameter 20 mm serta panjang 150 mm.



Gambar 7. *Material benda kerja*

Proses pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap. Tahap pertama dimulai dengan melakukan proses pembubutan menggunakan parameter yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah proses pembubutan selesai, tahap selanjutnya adalah pengukuran kekasaran permukaan pada benda kerja. Pengukuran dilakukan pada lima titik yang berbeda pada permukaan benda kerja, dengan tujuan untuk memperoleh nilai rata-rata kekasaran permukaan yang mewakili hasil terbaik dari proses pemesinan yang dilakukan. Penelitian ini melibatkan tiga kali percobaan dengan memvariasikan radius mata pahat (*tool nose radius*) sebesar 0,4 mm, 0,8 mm, dan 1,2 mm. Parameter kedalaman potong (*depth of cut*) konstan sebesar 0,2 mm, sedangkan parameter laju pemakanan (*feeding*) divariasikan pada 0,045 mm/rev, 0,050 mm/rev, dan 0,056 mm/rev. Selain itu, kecepatan *spindle* konstan pada 1120 putaran per menit (rpm).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pembubutan

Proses ini dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap benda kerja, terdapat 9 benda kerja yang dilakukan proses pembubutan. Dalam proses pembubutan yang dilakukan sesuai dengan parameter yang sudah ditentukan maka akan didapatkan hasil yang bisa dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Material benda kerja

3.2 Hasil Pengukuran Kekasaran

Pengukuran *surface roughness* yang berlokasi di Laboratorium Proses Produksi Universitas Tarumanagara, Jakarta. Pengukuran kekasaran permukaan dapat dilakukan setelah selesai melakukan proses pembubutan pada material baja AISI 4140, pada pengukuran *surface roughness* akan didapatkan hasil dari kekasaran permukaan pada baja AISI 4140 (μm), yang akan menjadi acuan untuk proses pembubutan pin piston dengan metode pembubutan dengan material baja AISI 4140.



Gambar 9. Material benda kerja

Dalam pengujian ini untuk mengetahui kekasaran permukaan yang dilakukan secara pengambilan data secara langsung pada material baja 4140 dengan mata pahat VBMT 160404, VBMT 160408, dan VBMT 160412 dapat dilihat pada Tabel 2.

Proses : Turning
 Tool : Carbide
 Depth of Cut : 0,2 mm
 Spindle speed : 1120 r/min

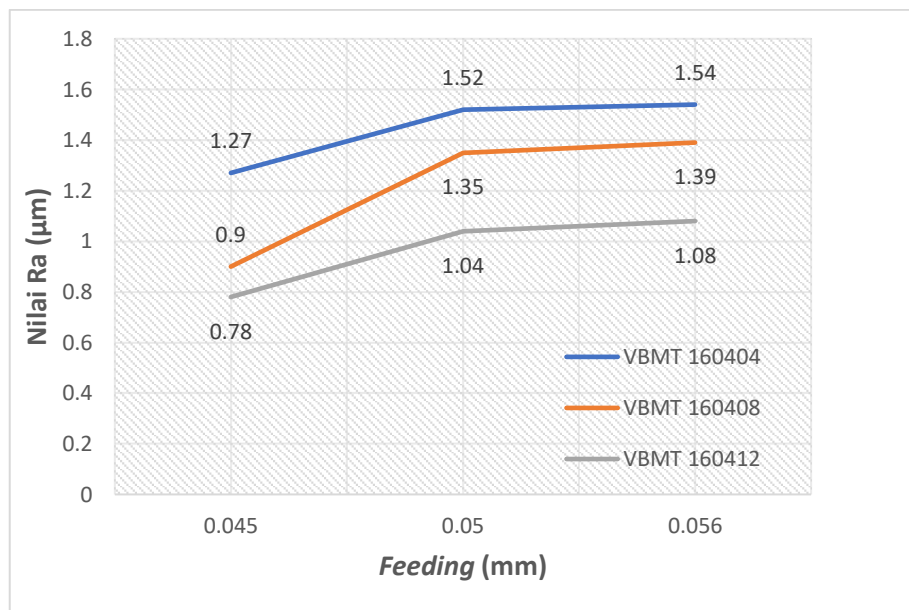
Tabel 2. Nilai kekasaran permukaan pada baja AISI 4140

No. Pengujian	Tool Nose Radius (mm)	Feeding (V_f)	Nilai Kekasaran Permukaan (μm)					
			Ra ₁	Ra ₂	Ra ₃	Ra ₄	Ra ₅	Ra Rata-rata
1	0,4	0,045	1,073	1,215	1,254	1,272	1,585	1,279
2		0,05	1,307	1,348	1,543	1,643	1,785	1,525
3		0,056	1,461	1,468	1,587	1,587	1,663	1,545
4	0,8	0,045	0,789	0,878	0,959	0,978	0,985	0,919
5		0,05	0,979	1,139	1,313	1,633	1,710	1,354
6		0,056	1,357	1,364	1,386	1,443	1,435	1,397
7	1,2	0,045	0,647	0,725	0,752	0,811	0,978	0,782
8		0,05	0,873	0,985	0,979	1,102	1,268	1,041
9		0,056	0,882	1,043	1,076	1,132	1,281	1,082

Ini adalah data yang diambil menggunakan mesin bubut konvensional yang memvariasikan Tool nose radius 0,4 mm, 0,8 mm, dan 1,2 mm dan *feeding* 0,045 mm/min, 0,05 mm/min dan 0,056 mm/min terdapat 3 data dengan hasil pengujian yang menggunakan

kedalaman potong yang konstan yaitu 0,2 mm dan kecepatan spindle yang konstan yaitu 1120 Rpm.

Dalam pembuatan grafik ini dapat dilihat untuk mengetahui kekasaran permukaan yang dilakukan secara pengambilan data secara langsung pada material baja 4140 dengan mata pahat VBMT 160404, VBMT 160408, dan VBMT 160412 berikut merupakan grafik kekasaran permukaan.



Gambar 10. Grafik Nilai kekasaran permukaan baja AISI 4140

Berdasarkan pada Gambar 10 menunjukkan bahwa nilai kekasaran dengan sudut mata pahat 0,4 mm pada *feeding* 0,045 mm/min menghasilkan nilai Ra 1,27 μm . lalu pada *feeding* 0,05 menghasilkan nilai Ra 1,52 μm dan pada *feeding* 0,056 mm/min menghasilkan nilai Ra 1,54 μm . Gambar 10 grafik diatas menunjukkan bahwa nilai kekasaran dengan sudut mata pahat 0,8 mm pada *feeding* 0,045 mm/min menghasilkan nilai Ra 0,9 μm . lalu pada *feeding* 0,05 menghasilkan nilai Ra 1,35 μm dan pada *feeding* 0,056 mm/min menghasilkan nilai Ra 1,39 μm . Berdasarkan pada nilai grafik diatas menunjukkan bahwa nilai kekasaran dengan sudut mata pahat 1,2 mm pada *feeding* 0,045 mm/min menghasilkan nilai Ra 0,78 μm . lalu pada *feeding* 0,05 menghasilkan nilai Ra 1,04 μm dan pada *feeding* 0,056 mm/min menghasilkan nilai Ra 1,08 μm .

Hasil penelitian ini telah diperoleh nilai kekasaran permukaan dengan memvariasikan parameter *feeding* dan radius mata pahat. Hasil menunjukkan bahwa semakin kecil nilai *feeding*, maka nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan juga semakin rendah. Sebaliknya, dalam hal variasi radius mata pahat, radius sebesar 1,2 mm menghasilkan kualitas permukaan yang lebih baik dibandingkan dengan radius 0,4 mm. Hal ini disebabkan oleh karakteristik radius 0,4 mm yang lebih tajam sehingga cenderung meninggalkan jejak pada permukaan benda kerja. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa radius mata pahat yang paling sesuai untuk digunakan dalam penelitian ini adalah 1,2 mm.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengambilan data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa variasi parameter laju pemakanan (*feeding*) dan radius mata pahat (*tool nose radius*) memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai kekasaran permukaan (*surface roughness*). Semakin besar radius mata pahat yang digunakan, maka nilai kekasaran permukaan rata-rata (Ra) yang dihasilkan cenderung semakin kecil, sehingga permukaan menjadi lebih halus. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa penggunaan *tool nose* radius sebesar 1,2 mm memberikan hasil kekasaran permukaan yang lebih baik dibandingkan dengan radius 0,4 mm dan 0,8 mm. Namun demikian, perlu diperhatikan bahwa terdapat faktor eksternal lain di luar parameter pemesian yang juga dapat mempengaruhi kekasaran permukaan, seperti tingkat keausan mata pahat serta keberadaan serpihan (*chip*) dari benda kerja yang dapat menyebabkan ketidakraturan pada hasil akhir. Dari keseluruhan variasi yang diuji, nilai kekasaran permukaan yang paling mendekati standar kekasaran permukaan pin piston yang tersedia di pasaran diperoleh dengan menggunakan *tool nose* radius sebesar 1,2 mm, laju pemakanan 0,045 mm/rev, kecepatan *spindle* sebesar 1120 putaran per menit (rpm), dan kedalaman potong sebesar 0,2 mm. Kombinasi parameter tersebut menghasilkan nilai kekasaran permukaan sebesar 0,782 μm .

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Tarumanagara, atas dukungan dan bantuan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Akhmadi, Amin Nur, Mukhamad Khumaidi Usman, dan Firman Lukman Sanjaya. 2024. "Pengaruh Kecepatan Putaran dan Pemakanan terhadap Permukaan Baja ST 41 pada Mesin Bubut." *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 3 (3): 31–41. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v3i3.157>.
- Ardiansyah, D. A., and A. M. Sakti. 2013. "Pengaruh Jenis Pahat dan Cairan Pendingin serta Kedalaman Pemakanan terhadap Tingkat Kekasaran dan Kekerasan Permukaan Baja ST 60 pada Proses Bubut Konvensional." *Jurnal Teknik Mesin*, 83–90.
- Burrahman, M., M. Mawardi, M. Murtadhahadi, and S. Sumardi. 2024. "Pengaruh Variasi Putaran Spindle dan Kedalaman Pemotongan terhadap Kekasaran Permukaan Baja AISI 4340 pada Proses Bubut Konvensional." *Jurnal Mesin Sains Terapan* 8 (2): 104–109. <https://doi.org/10.30811/jmst.v8i2.5759>.
- Elvan, E., M. S. Y. Lubis, and S. Darmawan. 2025. "Strength Analysis of Tig Welding Joints on KMHE Car Roll Bars Using 6061 Aluminum Through Bending Tests." *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 4 (1): 69–75. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v4i1.203>.
- Husein, S. 2015. *Pengaruh Sudut Potong terhadap Getaran Pahat dan Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut Mild Steel St 42*. Unpublished manuscript.
- Husni, T., A. Asmadi, Y. Pusvyta, and T. Hidayat. 2020. "Pengaruh Jenis Pahat dan Kedalaman Pemakanan pada Proses Pembubutan terhadap Kekasaran Permukaan AISI 4340." *Teknika: Jurnal Teknik* 6 (2): 119–133. <https://doi.org/10.35449/teknika.v6i2.110>.
- Iman, H. 2024. *Pengaruh Sudut Pemotongan terhadap Kualitas Hasil Pemesian serta Usia Pahat pada Pembubutan Baja S45C dengan Menggunakan Mesin Bubut Konvensional*. Doctoral diss., Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara.
- Lubis, M. S. Y., A. Riza, J. Michel, and S. Ariyanti. 2023. "Analisis Pertumbuhan Keausan Pahat pada Pembubutan Material Mild Steel." *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 2 (3): 8–14. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v2i3.72>.
- Mu'arif, S., R. Hanifi, and A. Santosa. 2024. "Analisa Kekasaran Permukaan Material AISI 1045 pada Proses Bubut Menggunakan Pahat Potong dengan Sudut Potong Utama Kr 90° dan Pengaruhnya terhadap Daya Pemesian." *Infomatek* 26 (2): 297–304.
- Pambudi, F., H. Abdillah, and W. Andriyanto. 2022. "Analisis Pengaruh Kecepatan Putaran Spindle terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja pada Proses Pengerjaan Mesin Bubut." *Dinamika Teknik Mesin* 12 (2): 137–143. <https://doi.org/10.29303/dtm.v12i2.542>.

- Putra, I. R., E. Indrawan, H. Nurdin, and B. Syahri. 2022. "Optimasi Parameter Pemesinan terhadap Kekasaran Permukaan Baja EMS 45 pada Proses Finishing Mesin Bubut Konvensional." *Jurnal Vokasi Mekanika* 4 (2): 11–17. <https://doi.org/10.24036/vomek.v4i2.338>.
- Relvin, R., and M. S. Y. Lubis. 2024. "The Analysis of the Results of Forming Billiard's Wood Using a Lathe and Router Machine." *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 3 (3): 42–50. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v3i3.158>.
- Rumbiak, A. S., H. S. Putra, M. S. Y. Lubis, and E. Siahaan. 2025. "The Influence of Feed Rate in the Milling Process of SKD 61 Steel on Wear of 2-Flute Carbide Endmill." *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 4 (1): 32–38. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v4i1.189>.
- Suroso, B., and D. Prayogi. 2019. "Pengaruh Kecepatan Putaran Spindle dan Kedalaman Penggerindaan terhadap Kekasaran Permukaan Material Baja St 37 Menggunakan Mesin Bubut Bergerinda." *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi* 2 (1): 24–33. <https://doi.org/10.30596/rmme.v2i1.3066>.