

Pengaruh Putaran Mesin Bubut Terhadap Kekasaran Permukaan Material Komposit Serat Rami

Zainal Sudirman^{*1}, Nur Asmi Rahmawati², Isnandar³

^{1,3}Teknik Perawatan Mesin, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng

²Teknik Listrik dan Instalasi, Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng

e-mail: zainalsudirman20@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi putaran mesin bubut terhadap kekasaran permukaan material komposit berbasis serat rami. Komposit dibuat dengan metode cetak menggunakan pipa PVC berdiameter 1 inci dan panjang 15 cm, dengan perbandingan volume antara serat dan resin yang telah ditentukan. Proses pembubutan dilakukan pada tiga variasi putaran spindel, yaitu 120 rpm, 660 rpm, dan 1100 rpm. Hasil pengukuran kekasaran permukaan menunjukkan bahwa peningkatan putaran spindel menyebabkan nilai kekasaran meningkat secara signifikan. Kekasaran permukaan terendah sebesar 19,22 μm diperoleh pada putaran 120 rpm, sedangkan nilai kekasaran tertinggi sebesar 37,73 μm terjadi pada putaran 1100 rpm. Hal ini mengindikasikan bahwa kecepatan putar tinggi meningkatkan gaya potong dan suhu kontak, yang dapat merusak struktur permukaan komposit. Dengan demikian, pemilihan parameter pemrosesan yang tepat sangat diperlukan untuk menjaga kualitas permukaan komposit serat rami. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap optimasi proses pemrosesan material komposit berbasis serat alam untuk aplikasi teknik dan industri ringan.

Kata kunci— komposit serat rami, kekasaran permukaan, putaran mesin bubut, pemrosesan komposit.

Abstract

This study aims to analyze the effect of lathe spindle speed variations on the surface roughness of ramie fiber-reinforced composite materials. The composite was fabricated using a molding method with a 1-inch diameter and 15 cm long PVC pipe, based on a predetermined volume ratio between fiber and resin. The turning process was conducted at three different spindle speeds: 120 rpm, 660 rpm, and 1100 rpm. The surface roughness measurements showed that an increase in spindle speed significantly raised the surface roughness values. The lowest surface roughness of 19.22 μm was obtained at 120 rpm, while the highest value of 37.73 μm occurred at 1100 rpm. This indicates that higher spindle speeds increase cutting force and contact temperature, potentially damaging the composite surface structure. Therefore, selecting appropriate machining parameters is crucial to maintaining the surface quality of ramie fiber composites. This research contributes to the optimization of machining processes for natural fiber-based composite materials in engineering and light industrial applications.

Keywords— ramie fiber composite, surface roughness, lathe spindle speed, composite machining.

1. PENDAHULUAN

Material komposit serat alami telah menjadi perhatian utama dalam industri manufaktur karena sifatnya yang ramah lingkungan, ringan, dan berbiaya rendah. Salah satu serat alami yang paling potensial adalah serat rami (*Boehmeria nivea*), yang memiliki kekuatan tarik tinggi, kekakuan yang baik, serta sifat biodegradabilitas[1]. Material komposit berbasis serat rami sering digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari komponen otomotif hingga bahan bangunan, sebagai alternatif yang lebih berkelanjutan dibandingkan serat sintetis[2].

Dalam proses pembuatan komponen dari material komposit serat rami, pemesinan sering kali menjadi tahap penting untuk mencapai geometri yang diinginkan dan kualitas permukaan yang optimal. Komposit serat rami memiliki salah satu kelemahan yaitu proses melalui pemesinan yang sulit[3]. Material komposit sulit untuk diproses secara konvensional karena terdiri dari struktur yang tidak seragam, memiliki arah sifat mekanik yang berbeda-beda, dan mengandung serat dengan karakteristik abrasif tinggi[4]. Salah satu parameter kritis dalam pemesinan komposit adalah kecepatan putaran (*spindle speed*), yang secara langsung memengaruhi kualitas hasil pemotongan, termasuk kekasaran permukaan. Kekasaran permukaan adalah salah satu parameter kualitas yang penting, terutama dalam aplikasi teknik yang membutuhkan presisi dan kehalusan tinggi[5]. Permukaan yang halus dapat meningkatkan performa mekanik, estetika, dan daya tahan material, sedangkan permukaan yang kasar dapat memicu konsentrasi tegangan, retak, atau keausan yang lebih cepat [6].

Kecepatan putaran adalah salah satu faktor utama yang menentukan mekanisme pemotongan. Pada kecepatan putaran yang lebih tinggi, alat pemotong dapat menghasilkan potongan yang lebih halus karena kontak yang lebih kontinu antara alat dan material[7][8]. Kecepatan terlalu rendah, hasil pemotongan bisa menjadi kasar dan tidak presisi, sedangkan jika terlalu tinggi, bisa menyebabkan delaminasi atau kerusakan pada serat maupun matriks resin[9]. Namun, peningkatan kecepatan putaran yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan peningkatan panas yang berlebihan, yang dapat merusak matriks resin pada komposit dan menyebabkan cacat seperti delaminasi, tearing, atau bahkan perubahan sifat mekanik dari serat rami [10]. Dengan demikian, optimasi kecepatan putaran dalam pemesinan sangat penting untuk mendapatkan hasil yang optimal.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen laboratorium untuk mengetahui pengaruh variasi putaran mesin bubut terhadap tingkat kekasaran permukaan pada material komposit serat rami.

2.1 Bahan dan Alat

Penelitian ini memerlukan sejumlah bahan dan alat yang digunakan dalam proses pembuatan benda uji, pelaksanaan proses pembubutan, serta pengukuran hasil. Pemilihan bahan dan alat dilakukan berdasarkan kebutuhan penelitian agar diperoleh hasil yang akurat dan representatif.

2.1.1 Bahan

Bahan yang digunakan antara lain komposit serat rami dengan matriks resin (*epoxy* atau *polyester*), berbentuk silinder hasil cetakan, Resin epoksi dan Hardener, Serat rami kering dalam yang sudah menjadi serbuk dan pipa PVC sebagai cetakan.

2.1.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian antara lain Mesin bubut konvensional Gedee weiler LZ-330 G, Pahat *insert carbide* seperti pada Gambar 1, *Surface Roughness Tester*, Kaliper dan mikrometer digital.



Gambar 1. Mesin Bubut Gedee Weiler LZ-330G

2. 2 Prosedur penelitian

2. 2.1 Proses pembuatan Komposit Serat Rami

Serat rami kering dicacah sehingga menjadi serbuk. Resin dan Hardener dicampur dengan perbandingan 50% : 50% dari massa total 61,19 gram dan massa serat 34,20 gram. Hasil material bisa dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Pembuatan Komposit

2. 2.3 Proses pembubutan material komposit serat rami

Material komposit diklem pada chuck mesin bubut seperti pada Gambar 3. Pemesinan dilakukan dengan menggunakan variasi kecepatan putar mesin yakni 120, 660 dan 1100 RPM dengan *Cutting Speed* 0,05 m/menit. Kedelaman dan kecepatan potong dijaga agar tetap konstan.



Gambar 3. Proses Pembubutan

2.2.4. Pengukuran Kekasaran Permukaan

Setelah dibubut, kekasaran permukaan diukur pada setiap benda uji menggunakan alat ukur kekasaran Surftest Mutitoyo SJ-310. Setiap perlakuan diulang minimal 3 kali untuk validitas data seperti terlihat pada Gambar 4.



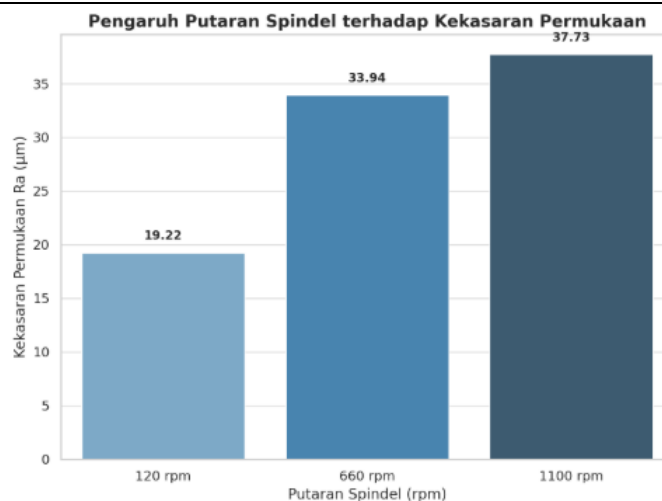
Gambar 4. Pengukuran Kekasaran

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan terhadap material komposit serat rami yang dibubut menggunakan mesin bubut dengan variasi putaran spindle. Variasi kecepatan putar yang digunakan adalah 120 rpm, 660 rpm, dan 1100 rpm. Berikut adalah hasil pengukuran kekasaran permukaan rata-rata (R_a) dari setiap variasi dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Hasil Pengukuran Kekasaran

Putaran Spindel (Rpm)	Kekasaran Permukaan R_a (μm)	Keterangan
120	19,22	Permukaan Cukup Halus
660	33,94	Permukaan Kasar
1100	37,73	Permukaan mulai menurun kualitasnya



Gambar 5. Grafik Hasil Pengukuran Kekasaran

Pada Gambar 5 yang menunjukkan pengaruh putaran spindel terhadap kekasaran permukaan (Ra). Dari grafik terlihat bahwa Pada kecepatan spindel rendah (120 rpm), nilai kekasaran permukaan paling rendah tercatat sebesar 19,22 μm . Pada putaran menengah, yaitu 660 rpm, terjadi peningkatan signifikan pada kekasaran permukaan menjadi 33,94 μm . Pada kecepatan tertinggi yang diuji, yaitu 1100 rpm, kekasaran permukaan makin meningkat menjadi 37,73 μm , yang merupakan nilai tertinggi dalam pengujian. Pada kondisi kecepatan rendah gaya potong yang bekerja relatif kecil, sehingga mengurangi getaran dan gaya gesek yang berlebihan pada permukaan benda kerja[11]. Proses pemotongan cenderung lebih kontrolabel dan stabil, terutama pada material komposit yang sensitif terhadap panas. Delaminasi dan kerusakan permukaan minim, sehingga menghasilkan permukaan yang lebih rata dan halus[12][13].

Pada putaran menengah, yaitu 660 rpm, terjadi peningkatan signifikan pada kekasaran permukaan menjadi 33,94 μm hal ini disebabkan Gaya potong dan suhu kontak antara pahat dan benda kerja meningkat sehingga Pelelehan sebagian resin matriks, maka permukaan menjadi tidak seragam. Serat rami mungkin tertarik atau terkoyak dari matriks karena tidak cukup kuat menahan gaya gesek. Pada kecepatan tertinggi yang diuji, yaitu 1100 rpm, kekasaran permukaan makin meningkat menjadi 37,73 μm , yang merupakan nilai tertinggi dalam pengujian. Gesekan dan panas berlebih menyebabkan resin menjadi lunak atau bahkan meleleh, mengganggu integritas permukaan. Serat rami bisa terlepas atau rusak, karena sifat serat alam yang kurang tahan terhadap suhu tinggi dan getaran tinggi.

Semakin tinggi putaran (660 dan 1100 rpm), nilai kekasaran meningkat signifikan. Meningkatnya kecepatan putar spindel berpotensi menurunkan kekasaran permukaan pada material logam, akibat gaya potong yang lebih besar pada pahat yang membantu proses pemotongan menjadi lebih efektif[14][15][16]. Namun berbeda dengan material komposit yang semakin meningkat putaran mesinnya maka semakin tinggi Tingkat kekasarannya. Pereira, A. C. et al., (2025) mengatakan menemukan peningkatan surface roughness seiring kenaikan cutting speed pada sampel GFRP yang diuji mposit GFRP, matriks epoksi memiliki titik transisi kaca (T_g) relatif rendah ($\sim 120\text{--}180\text{ }^{\circ}\text{C}$) akibatnya, matriks melunak atau meleleh sebagian, tidak lagi menopang serat dengan baik sehingga serat-serat tertarik keluar (fiber pull-out) atau terpotong tidak rata, menghasilkan permukaan kasar dan tidak homogen (Ra meningkat)[17]. Hal ini disebabkan jumlah massa yang hilang dan laju keausan meningkat akibat kecepatan putaran mesin fenomena yang terjadi karena temperature tinggi yang disebabkan gesekan yang terjadi semakin tinggi [18].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- Putaran spindel berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan komposit serat rami. Nilai kekasaran (Ra) meningkat seiring bertambahnya kecepatan putar mesin bubut.
- Putaran spindel terendah (120 rpm) menghasilkan kekasaran permukaan paling rendah sebesar 19,22 μm , menunjukkan hasil pemotongan yang relatif halus.
- Pada putaran menengah (660 rpm) dan tinggi (1100 rpm), kekasaran meningkat menjadi 33,94 μm dan 37,73 μm , yang mengindikasikan bahwa peningkatan kecepatan menyebabkan efek termal dan gaya potong berlebih, sehingga mengganggu struktur permukaan komposit.
- Material komposit berbasis serat rami memiliki sensitivitas tinggi terhadap gaya potong dan suhu, sehingga parameter pemesinan perlu disesuaikan untuk memperoleh kualitas permukaan yang baik.

5. SARAN

Disarankan untuk menggunakan putaran rendah hingga sedang (≤ 300 rpm) dalam proses pembubutan material komposit serat rami untuk mendapatkan permukaan yang lebih halus dan menghindari kerusakan termal. Penggunaan pahat khusus untuk komposit karena selama ini digunakan dalam permesinan ialah pahat untuk logam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan Akademi Komunitas Industri Manufaktur bantaeng yang telah memberi dukungan financial terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ricco Zulvikal, "Analisis Kekuatan Tarik dan Impak Material Komposit Serat Rami dengan Menggunakan Metode Hand Lay Up," *Mars J. Tek. Mesin, Ind. Elektro Dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 3, pp. 01–17, 2025, doi: 10.61132/mars.v3i3.773.
- [2] S. dua *et al.*, "Potential of natural fiber based polymeric composites for cleaner automotive component production -a comprehensive review," *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 25, pp. 1086–1104, 2023, doi: 10.1016/j.jmrt.2023.06.019.
- [3] Z. Sudirman and M. Ekawati, "Pengaruh Spindle Speed Terhadap Kualitas Lubang Material Komposit Serat Rami: Material," *Pros. Semin. Nas. Pemanfaat. Sains dan Teknol. Inf.* 2023, vol. 1, no. 1, pp. 19–24, 2023.
- [4] T. sunny, J. Babu, and J. Philip, "Experimental Studies on Effect of Process Parameters on Delamination in Drilling GFRP Composites Using Taguchi Method," *Procedia Mater. Sci.*, vol. 6, no. Icmpe, pp. 1131–1142, 2014, doi: 10.1016/j.mspro.2014.07.185.
- [5] M. H. M. Ghazali, A. Z. A. Mazlan, L. M. Wei, C. T. Tying, T. S. Sze, and N. I. M. Jamil, "Effect of Machining Parameters on the Surface Roughness for Different Type of Materials," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 530, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/530/1/012008.
- [6] S. T. Alam, A. N. M. A. Tomal, and M. K. Nayeem, "High-Speed Machining of Ti–6Al–4V: RSM-GA based Optimization of Surface Roughness and MRR," *Results Eng.*, vol.

-
- 17, no. November 2022, p. 100873, 2023, doi: 10.1016/j.rineng.2022.100873.
- [7] M. Danish, M. Yasir, M. Mia, K. Nazir, T. Ahmed, and A. M. A. Rani, *High speed machining of magnesium and its alloys*. Elsevier Inc., 2020. doi: 10.1016/B978-0-12-815020-7.00010-2.
- [8] S. Sunarto and S. Mawarni, "Pengaruh pemesian laju tinggi keadaan kering terhadap pertumbuhan aus sisi (VB) pahat karbida berlapis (tialn/tin) pada pembubutan paduan aluminium 6061," *J. POLIMESIN*, vol. 16, no. 2, p. 51, 2018, doi: 10.30811/jpl.v16i2.587.
- [9] A. M. Awaludin Nurhabibi, "Effect of Depth of Cut Variation and Cutting Speed on Surface Roughness of Aluminium Steel 7075," vol. 5, no. 2, pp. 59–69, 2023, doi: 10.20527/jtamrotary.v7i.
- [10] S. Chandrabakty, I. Renreng, Z. Djafar, and H. Arsyad, "An optimization of the machining parameters on delamination in drilling ramie woven reinforced composites using Taguchi method," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1341, no. 5, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1341/5/052005.
- [11] S. N. Grigoriev, S. V. Fedorov, and K. Hamdy, "Materials, properties, manufacturing methods and cutting performance of innovative ceramic cutting tools - A review," *Manuf. Rev.*, vol. 6, 2019, doi: 10.1051/mfreview/2019016.
- [12] I. M. Astika, "Analisa Delaminasi Pada Glass Fiber Reinforced Polymer Komposit Laminat Dengan Pembebanan Fatigue," *Din. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 7–14, 2012, doi: 10.29303/d.v2i1.106.
- [13] I. Priyahapsara, "Analisis Faktor Delaminasi Pada Material Serat Gelas Terhadap Parameter Drilling," *Vortex*, vol. 3, no. 2, p. 132, 2022, doi: 10.28989/vortex.v3i2.1237.
- [14] M. Farokhi, W. Sumbodo, and Rusiyanto, "Pengaruh Kecepatan Putar Spindle (RPM) Dan Jenis Sudut Pahat Pada Proses Pembubutan Terhadap Tingkat Kekasaran Benda Kerja Baja EMS 45," *Saintekno*, vol. 15, no. 1, pp. 85–94, 2017.
- [15] F.- Manta, H. Dwi Haryono, and R. Fikri Wirayudha, "Pengaruh Tingkat Kecepatan Putaran Spindel Bubut terhadap Pahat dan Permukaan Pada Baja ST41," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 10, no. 2, pp. 109–116, 2022, doi: 10.32487/jtt.v10i2.1527.
- [16] P. Parta, "Analisa Kekasaran Hasil Proses Kerja Mesin Simulator Cnc Router Untuk Material Alumunium," *Mot. Bakar J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2020, doi: 10.31000/mbjtm.v3i1.3068.
- [17] A. C. Pereira *et al.*, "Machinability and surface integrity of glass fiber reinforced plastic composite: A review," *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 35, no. February, pp. 6446–6467, 2025, doi: 10.1016/j.jmrt.2025.02.215.
- [18] Sulardjaka and Saefi, "KARAKTERISTIK LAJU KEAUSAN KOMPOSIT AlSiTiB / SiC DAN AlSiMgTiB / SiC," *Proceeding Semin. Nas. Tah. Tek. Mesin XIV (SNTTM XIV)*, no. Snttm Xiv, pp. 7–8, 2015.
-