

Pengaruh Spindle Speed Terhadap Kualitas Lubang Material Komposit Serat Rami

Zainal Sudirman*¹, Mahlina Ekawati²

^{1,2}, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng, Bantaeng

e-mail: *¹zainalsudirman20@gmail.com, ²emahlina@yahoo.com

Abstrak

Salah satu proses pemesinan yang paling umum adalah pembuatan lubang pada material Komposit, dimana kerusakan paling umum dari lubang material komposit berpenguat serat alam adalah delaminasi. Untuk mengurangi adanya delaminasi, diperlukan variabel pemesinan seperti halnya Spindle Speed untuk meningkatkan kualitas lubang material komposit. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa hasil dari pengaruh proses permesinan terhadap kualitas hasil pengeboran material komposit. Spindle Speed yang digunakan pada penelitian ini 900 rpm, 1000 rpm, 1500 rpm, Feed rate 0.15mm/rev dan menggunakan pahat Endmill Two Flute diameter 10 mm. Selanjutnya diuji Sirkularitas untuk menentukan faktor delaminasinya. Dari hasil penelitian faktor delaminasi delaminasi mengalami penurunan pada spindle 1000 rpm yaitu 1,151. Faktor delaminasi terjadi seiring peningkatan kecepatan spindle hal ini terlihat pada sisi masuk dan sisi keluar pada lubang bor. Maka semakin tinggi putaran spindle yang diberikan komposit yang berpenguat serat rami akan menimbulkan kerusakan berupa delaminasi dikarenakan akibat thrust force (gaya dorong) yang besar.

Kata kunci—Delaminasi, Endmill Two Flute, Spindle Speed, Uji Sirkularitas.

Abstract

One of the most common machining processes is hole punching in composite materials, where the most common damage to holes in natural fiber reinforced composite materials is delamination. To reduce delamination, machining variables such as Spindle Speed are needed to improve the hole quality of composite materials. This study aims to analyze the results of the influence of the machining process on the quality of composite material drilling results. Spindle Speed used in this study was 900 rpm, 1000 rpm, 1500 rpm, Feed rate 0.15mm/rev and used a Two Flute Endmill chisel with a diameter of 10 mm. Furthermore, circularity was tested to determine the delamination factor. From the results of the study the delamination factor decreased on the 1000 rpm spindle, namely 1.151. The delamination factor occurs as the spindle speed increases, this can be seen on the inlet and outlet sides of the drilled hole. So, the higher the spindle speed given by the hemp fiber reinforced composite will cause damage in the form of delamination due to the large thrust force.

Keywords—Delamination, Endmill Two Flute, Spindle Speed, circularity.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komposit saat ini sudah mengalami pergeseran dari bahan komposit berpenguat serat sintetis menjadi bahan komposit berpenguat serat alam. Keuntungan penggunaan serat alam untuk material komposit adalah karena material

komposit memiliki bobot yang lebih ringan dari logam, tahan korosi, ramah lingkungan dan mudah didesain searah pembebanan [1].

Serat Rami merupakan sebuah bahan yang paling banyak dipergunakan sebagai penguat komposit karena sifat mekanik yang dimilikinya. Penggunaan serat Rami sebagai penguat material komposit sudah banyak

bermunculan dan mulai banyak dikembangkan. Pemilihan material komposit serat rami sudah banyak digunakan oleh industri karena kekuatan yang tinggi dimilikinya, dapat dibentuk dengan mudah serta ramah lingkungan. Akan tetapi, komposit serat rami memiliki salah satu kelemahan yakni proses pemesinan sulit. Proses pemesinan pada material komposit yang diperkuat oleh serat sintetis maupun serat alam, masih menjadi hal yang sulit untuk dilakukan disebabkan oleh beberapa faktor seperti; kekakuan spesifik yang tinggi, kerapuhan, ketidak homogenan (non-homogeneous) serta konduktivitas thermal yang rendah, [2]. Salah satu proses pemesinan yang paling umum adalah pembuatan lubang pada material komposit.

Dalam pengeboran material komposit, Kerusakan paling umum dari lubang material komposit adalah delaminasi, yang dimana dapat dievaluasi dengan faktor delaminasi [3]. Delaminasi merupakan kerusakan pada area sekitar lubang.

Delaminasi terjadi karena beberapa factor seperti perbedaan tegangan interlaminar yang tinggi dan geometri pahat yang digunakan serta parameter pemesinan yang digunakan. Dengan begitu delaminasi merupakan salah satu faktor yang penting dalam penentuan metode atau parameter yang digunakan karena hasil penggurdian dengan parameter yang kurang tepat akan mengurangi kualitas lubang dan membuat kurang optimalnya struktur mekanis [4].

Penelitian serat alami dengan menggunakan serat kenaf dan matriks epoxy untuk memilih parameter pengeboran yang tepat agar menghasilkan lubang yang berkualitas dan meminimalisir kerusakan komposit dengan menggunakan diameter gurdi 6, 9, dan 12 mm serta feed rate 0,1; 0,2 dan 0,3 mm/rev pada variasi cutting speed 20, 45, 70 mm/min [5]. Penelitian tentang optimasi *drilling* pada *sandwich* komposit

Berdasarkan uraian di atas maka diperlukan suatu penelitian tentang “Pengaruh *Spindle Speed* Terhadap Kualitas Lubang Material Komposit Serat Rami”.

2. METODE PENELITIAN

Proses pembuatan material komposit serat rami dan proses pemesinan dilakukan di workshop Teknik Perawatan Mesin Akademi

Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng. Adapun beberapa tahapan penelitian dalam mengumpulkan data.

2.1 Pembuatan Komposit (Metode Press Hidrolik)

a. Proses Persiapan Cetakan

Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan. Setelah itu menghitung fraksi volume jika sudah dihitung menuangkan resin pada gelas ukur sesuai hasil fraksi volumenya. Cetakan yang sudah siap diolesi pelumas wax/kit agar pada saat pelepasan komposit mudah dan tidak menempel pada cetakan Gambar 1.



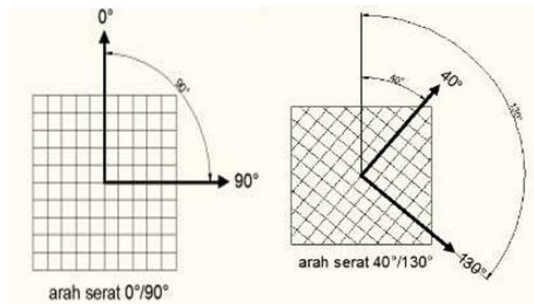
Gambar 1 Cetakan komposit

b. Proses Persiapan Serat dan Matriks

Anyaman serat rami yang sudah dipotong-potong dan ditentukan berat dan ukurannya dikumpulkan berdasarkan arah orientasi seratnya seperti pada Gambar 2. Orientasi serat rami yang digunakan adalah $0^{\circ}/90^{\circ}$ dan $40^{\circ}/130^{\circ}$ ditunjukkan oleh Gambar 3. Perbandingan resin epoksi adalah 60:40 dimana resin 60 % dan hardener 40%



Gambar 2 Serat Rami.



Gambar 3 Arah orientasi serat.

c. Proses Pencetakan

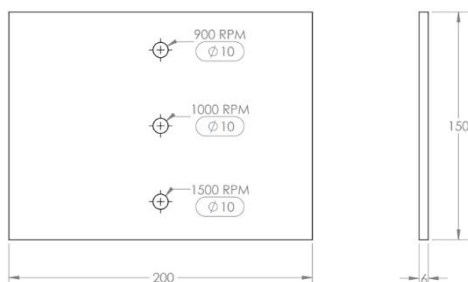
Pada proses pencetakan komposit, serat rami yang telah disusun 3 lapis dimana lapisan pertama dengan orientasi 0°/90°, lapisan kedua 40°/130° dan lapisan ketiga 00°/90°. Setelah itu, diletakkan dalam cetakan yang sudah berisi resin kemudian pada permukaan atas diberi kembali resin dan ditutup. Cetakan disimpan pada alat press hidrolik seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 Alat press hidrolik

2.2 Proses Permesinan

Pada proses permesinan mesin yang digunakan adalah mesin CNC Milling 3 axis dengan tipe Hardinge GXV 1000, yang mana pada proses untuk mendapatkan ukuran lubang menggunakan pahat End Mill 2 Flute diameter 10 mm seperti pada Gambar 5.



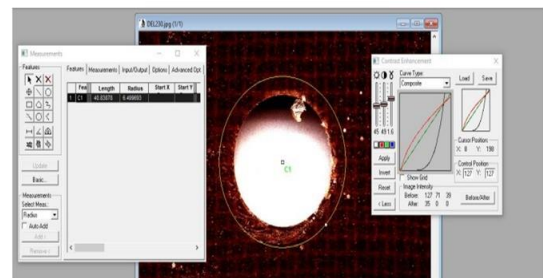
Gambar 5 Spesimen dengan variasi Spindel Speed Diameter Pahat 10 mm

Tabel 1 Variabel Permesinan

No Lubang	Diameter Pisau (mm)	Feed Rate (mm/rev)	Spindle Speed (rpm)
1	10	0,15	900
2	10	0,15	1500
3	10	0,15	2000

2.3 Pengujian Material

pengukuran Kualitas Lubang material komposit dengan menggunakan Pahat *End Mill Two Flute* sehingga menghasilkan dimensi lubang. Pada pembuatan lubang tersebut diukur dan diuji menggunakan pengujian skala laboratorium yaitu, delaminasi peel-up (delaminasi atas), delaminasi push-out (delaminasi bawah) pada suatu material komposit serat rami. Pengujian delaminasi dilakukan dengan Teknik Software olah gambar (image processing) dari hasil scanning terlihat pada Gambar 6. Untuk menghitung factor delaminasi dapat dihitung menggunakan persamaan 1.



Gambar 6 Pengukuran diameter maksimum

$$Fd = \frac{D_{max}}{D} \quad (1)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

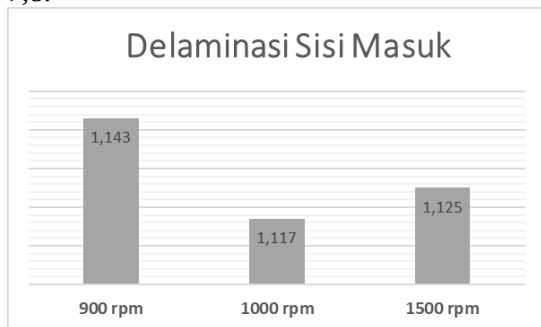
Berdasarkan hasil dari proses permesinan dari lubang yang dihasilkan melalui parameter pengujian Fd sisi masuk dan Fd sisi keluar. Pengukuran ketelitian lubang yang dilakukan dengan teknik software measurement processing (image pro plus). Variabel pengambilan data yang dilakukan pada penelitian ini dimana variabel yang digunakan yaitu variabel permesinan yang dimana variabel permesinannya kecepatan

spindel (N) = 900 rpm, 1000 rpm dan 1500 rpm dan diameter pahat 10 mm. hasil dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian factor deleminasi

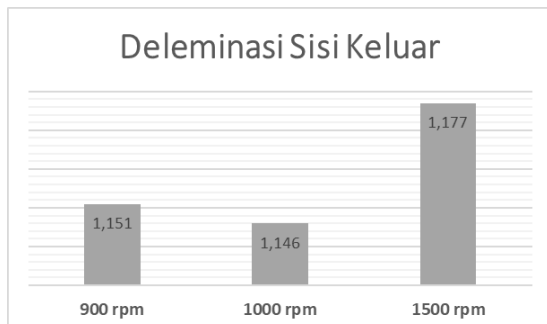
Diameter lubang (mm)	Feed rate	Kecepatan Spindel (rpm)	Fd sisi masuk	Fd sisi keluar
10	0,15	900	1,143	1,151
		1000	1,117	1,146
		1500	1,125	1,177

Berdasarkan hasil perhitungan faktor delaminasi pada proses pelubangan dengan menggunakan endmill two flute diameter 10 mm dimana spindle speed 900, 1000 dan 1500. Maka didapatkan nilai kerusakan delaminasi yang disajikan dalam bentuk grafik Gambar 7,8.



Gambar 7 Grafik delaminasi sisi masuk

Jika ditinjau dari gambar 7 faktor delaminasi pada sisi masuk pada spindle 900 rpm adalah 1,143, pada 1000 rpm adalah 1,117 dan 1500 rpm adalah 1,125. Faktor delaminasi mengalami penurunan pada spindle 1000 rpm



Gambar 8 Grafik delaminasi sisi keluar

Jika ditinjau dari gambar 8 faktor delaminasi pada sisi keluar pada spindle 900 rpm adalah 1,151, pada 1000 rpm adalah 1,146 dan 1500 rpm adalah 1,177. Faktor delaminasi mengalami penurunan pada spindle 1000 rpm yaitu 1,146.

Hal diatas menunjukkan dari pengukuran dengan teknik measurement processing bahwa secara umum terjadi faktor delaminasi seiring peningkatan kecepatan spindle hal ini terlihat pada sisi masuk dan sisi keluar pada lubang bor. Maka semakin tinggi putaran spindle yang diberikan pada material komposit yang berpenguat serat rami akan menimbulkan kerusakan berupa deliminasi dikarenakan akibat thrust force (gaya dorong) yang besar. Sebelumnya [6] telah mengungkapkan bahwa thrust force berperan penting sebagai penyebab delaminasi, tetapi hal tersebut tidak akan berdampak parah hingga gaya dorong mencapai titik kritis. Selaras dari penelitian [7] mengenai Optimasi Proses Gurdi Pada Material Komposit Serat Rami mengatakan bahwa peningkatan faktor delaminasi seiring peningkatan feed rate dan peningkatan kecepatan spindle. Dalam menganalisa lebih dalam perlu dilakukan beberapa variasi pada permesinan seperti Feedrate. Hal ini disebabkan bahwa Feedrate juga berpengaruh penting bagi terjadinya factor delaminasi pada material komposit yang berpenguat serat rami. peningkatan kecepatan pemakanan (feed rate) secara signifikan meningkatkan thrust force[8].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisa yang telah dilakukan dengan teknik measurement processing, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa faktor delaminasi terjadi seiring peningkatan putaran spindle. faktor delaminasi pada sisi masuk pada spindle 900 rpm adalah 1,143, pada 1000 rpm adalah 1,117 dan 1500 rpm adalah 1,125. Faktor delaminasi mengalami penurunan pada spindle 1000 rpm. faktor delaminasi pada sisi masuk pada spindle 900 rpm adalah 1,151, pada 1000 rpm adalah 1,146 dan 1500 rpm adalah 1,177. Faktor delaminasi mengalami penurunan pada spindle 1000 rpm yaitu 1,151.

5. SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan tersebut diatas, maka penulis juga dapat memberi saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya yaitu untuk mengidentifikasi lebih dalam terjadinya faktor delaminasi yang terjadi pada pelubangan material atau penggurdian pada komposit berpenguat serat rami maka perlu dilakukan beberapa penambahan variabel penelitian seperti variasi diameter pahat dan variasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Direktur dan kepala workshop Teknik Perawatan Mesin Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng yang telah memfasilitasi dalam penelitian dan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Kutipan yang diacu dan ditulis dalam teks makalah ilmiah harus dicantumkan dalam daftar rujukan serta rujukan yang ada dalam daftar rujukan adalah hanya rujukan yang diacu dan dikutip dalam teks makalah ilmiah (kesesuaian acuan kutipan dan rujukan). Penulisan daftar rujukan menggunakan model IEEE, seperti contoh berikut:

- [1] S. N. Monteiro, F. P. D. Lopes, A. P. Barbosa, A. B. Bevitori, I. L. Amaral Da Silva, and L. L. Da Costa, "Natural lignocellulosic fibers as engineering materials-An overview," *Metall. Mater. Trans. A Phys. Metall. Mater. Sci.*, vol. 42, no. 10, pp. 2963–2974, 2011, doi: 10.1007/s11661-011-0789-6.
- [2] M. A. J. Bosco, K. Palanikumar, B. D. Prasad, and A. Velayudham, "Influence of machining parameters on delamination in drilling of GFRP-armour steel sandwich composites," *Procedia Eng.*, vol. 51, no. NUiCONE 2012, pp. 758–763, 2013, doi: 10.1016/j.proeng.2013.01.108.
- [3] U. Heisel and T. Pfeifroth, "Influence of point angle on drill hole quality and machining forces when drilling CFRP," *Procedia CIRP*, vol. 1, no. 1, pp. 471–476, 2012, doi: 10.1016/j.procir.2012.04.084.
- [4] 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.
- [5] M. Suhaily, C. H. C. Hassan, A. G. Jaharah, H. Azmi, M. A. Afifah, and M. K. N. Khairusshima, "Study on drilling induced delamination of woven kenaf fiber reinforced epoxy composite using carbide drills," *AIP Conf. Proc.*, vol. 1957, no. September 2017, 2018, doi: 10.1063/1.5034334.
- [6] W. König and P. Graß, "Quality Definition and Assessment in Drilling of Fibre Reinforced Thermosets," *CIRP Ann. - Manuf. Technol.*, vol. 38, no. 1, pp. 119–124, 1989, doi: 10.1016/S0007-8506(07)62665-1.
- [7] Sri Chandrabakty, "OPTIMASI PROSES GURDI PADA MATERIAL KOMPOSIT SERAT RAMI," Universitas Hasanuddin, 2020. [Online]. Available: <http://repository.unhas.ac.id:443/id/eprint/2379>
- [8] A. M. Abrão, J. C. C. Rubio, P. E. Faria, and J. P. Davim, "The effect of cutting tool geometry on thrust force and delamination when drilling glass fibre reinforced plastic composite," *Mater. Des.*, vol. 29, no. 2, pp. 508–513, 2008, doi: 10.1016/j.matdes.2007.01.016.

