

Analisa Kualitas Permukaan Akhir Proses Pemotongan menggunakan Material Komposit dengan Serat Kaca dan Komposit dengan Serat Buah Biduri (*Calotropis Gigantea*)

Herman¹, Samsul Rizal², Husni³

¹⁾ Program Studi Magister Teknik Mesin Pascasarjana Universitas Syiah Kuala Banda Aceh

^{2,3)} Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala

Abstract

This research study drilling quality for polyester composites with glass fiber reinforcement and polyester composite with fiber reinforcement Biduri fruit due to the influence of cutting parameters. The test is performed with the variation of machining process parameters varying the diameter of the cutting tool 5 mm, 10 mm, 14 mm, and a cutting speed of 30 m/min, 60 m/min and 90 m/min which feeds the parameters fixed. The test material used is a composite material with glass fiber reinforcement and composite with natural fiber amplifier with a size of 150 mm x 50 mm x 20 mm. The process of making composites made using hand lay-up method. Test results greater tool shows, the better the quality of the resulting hole. Due to the use of a cutting tool diameter of 5 mm would result in a continuous rage so that it will stick to the cutting tool and can interfere with the cutting tool. Cutting speed, the cutting results, the greater the cutting speed, the better the results are also cutting. Because the higher the cutting speed, the resulting fury will be more and continuous so as not to interfere with the process of cutting.

Keywords: glass fiber composite, natural fiber composite, drilling, SEM

1. Pendahuluan

Mampu mesin (*machinability*) adalah kemudahan dari suatu material untuk dapat dimesin [1]. Material yang baik adalah material yang mudah dipotong, dapat dipotong dengan cepat, mudah mendapatkan akhir pemotongan yang optimal, dan tidak memakai banyak perkakas. Oleh karena itu, untuk memproduksi komponen yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi, kita perlu menemukan cara-cara untuk meningkatkan nilai *machinability* dari suatu material.

Material komposit merupakan jenis material yang dibuat dengan menggabungkan dua atau lebih jenis material yang berbeda untuk mendapatkan sifat-sifat yang tidak dimiliki pada material sejenis, dimana sifat komposit dapat dihitung berdasarkan sifat komponennya [2]. Kelebihan dari material komposit jika dibandingkan dengan bahan logam adalah terletak pada berat bahan yang berbeda, densitas yang lebih rendah, sifat ketahanan terhadap korosi dan juga memiliki sifat yang dapat diatur sesuai dengan keperluan dan penggunaannya.

Seiring dengan banyaknya penelitian-penelitian tentang komposit, penggunaan serat menjadi salah satu topik yang menarik untuk dipelajari. Karena dengan menggunakan serat yang berbeda, maka kita akan mendapatkan komposit dengan sifat yang berbeda pula.

Proses pemesinan untuk bahan komposit berbeda dengan pemesinan untuk bahan logam, karena bahan komposit terdiri dari dua atau lebih bahan dimana

sifat bahan tersebut sangat berbeda antara satu sama lainnya. Disamping itu jenis, bentuk, ukuran dan susunan serat pada material ini juga menjadikan bahan ini perlu kita berikan perhatian khusus pada proses pemesinan.

Dalam proses pemotongan benda kerja terutama pada proses untuk material komposit, masih banyak terdapat kekurangan yang dapat mengakibatkan tidak efektifnya hasil dari pemotongan benda kerja tersebut. Salah satu hasil dari pemotongan yang tidak efektif adalah disebabkan oleh tidak terpotongnya serat yang akan menyebabkan terjadinya pelepasan serat dari matrik karena disebabkan oleh kondisi pemotongan yang tidak efektif.

Pemilihan tool dan pengaturan parameter pemotongan sangat berpengaruh terhadap hasil potong. dengan pengaturan parameter pemotongan, parameter tool diharapkan kita dapat mengetahui parameter tool dan pemotongan yang sangat ideal untuk menghasilkan hasil kerja yang efektif.

Tujuan penelitian ini adalah Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan mendapatkan sifat mampu mesin drilling terhadap material komposit dengan penguat serat buah biduri dan komposit dengan penguat serat kaca.

2. Metode Penelitian

2.1 Tempat dan Waktu

Pengerjaan dan pembuatan spesimen uji material komposit dengan penguat serat kaca dan komposit

dengan penguat serat buah biduri dilakukan di Laboraturium Dasar Proses Prudiksi, sedangkan untuk proses pengumpulan data dilakukan di laboraturium Design and Manufacture Jurusan Teknik Mesin Univesitas Syiah Kuala, dalam periode Januari sampai Juli tahun 2014.

2.2 Material Benda Uji

Di dalam penelitian ini bahan uji yang digunakan adalah komposit serat kaca dan komposit serat buah biduri masing-masing sebanyak tiga komponen. Perbandingan antara serat dengan penguat adalah 1 : 3 dimana 1 untuk serat dan 3 utuk penguat, dengan ukuran 150 mm x 50 mm x 20 mm.



Gambar 1. Komposit dengan penguat serat kaca



Gambar 2. Komposit dengan penguat serat buah biduri

2.3 Peralatan Pengujian

Mesin AGMA memiliki desain yang keatif. Perakitan yang profesional dan 18 kontrol kualitas yang baik untuk mencapai kualitas tinggi dan akurat. Mesin AGMA ini mempunyai tiga arah gerakan yaitu arah sumbu X, arah sumbu Y dan arah sumbu Z. Sumbu Z adalah arah pergerakan mata pahat dan sumbu X. Y adalah arah dari pergerakan meja mesin.



Gambar 3. Machining Center AGMA (A-8)

2.4 Mikroskop Elektron Scanning (SEM)

Mikroskop elektron scanning (SEM) adalah jenis mikroskop elektron yang menghasilkan gambar sampel dengan memindai dengan sinar elektron. Elektron berinteraksi dengan atom dalam sampel sehingga menghasilkan berbagai sinyal yang dapat dideteksi dan yang berisi informasi tentang sampel topografi permukaan dan komposisi. Berkas elektron umumnya dipindai dalam pola raster memindai, dan posisi balok dikombinasikan dengan sinyal terdeteksi untuk menghasilkan gambar. SEM dapat mencapai resolusi lebih baik pada ukuran 1 nanometer.



Gambar 4. Scanning Electron Microscope (SEM)

2.5 Mata Pahat

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan mata pahat dengan bahan HSS dengan variasi diameter yaitu 5 mm, 10 mm, dan 14 mm seperti yang terlihat pada gambar 5. Pahat HSS merupakan pahat yang banyak ditemukan di pasaran. Untuk menjamin kelangsungan proses pemesinan maka diperlukan material pahat yang lebih unggul dari material kerja.



Gambar 5. Pahat HSS

2.6 Penentuan Parameter Proses Gurdi

Pengujian ini dilakukan dengan variasi parameter proses pemesian yang berbeda-beda, ada 4 variabel yang ditentukan yaitu : diameter mata pahat (d), kecepatan potong (V), pularan spindel (n), dan juga kecepatan makan (V_f). Dengan jumlah spesimen tiga jenis komponen untuk masing-masing material uji, variabel yang digunakan dapat dililil pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Parameter pengujian untuk perencanaan pembuatan lubang pada komposit dengan penguat serat kaca dan komposit penguat serat alam.

a. Tabel untuk spesimen pertama dengan diameter tool 5 mm

No	(d)	(V)	(n)	(V_f)
1	5	30	1910,8	0,2
2	5	60	3821,6	0,2
3	5	90	5732,4	0,2

b. Tabel untuk spesimen pertama dengan diameter tool 10 mm

No	(d)	(V)	(n)	(V_f)
1	10	30	955,4	0,2
2	10	60	1910,8	0,2
3	10	90	2866,2	0,2

c. Tabel untuk spesimen pertama dengan diameter tool 14 mm

No	(d)	(V)	(n)	(V_f)
1	14	30	682,4	0,2
2	14	60	1364,8	0,2
3	14	90	2047,3	0,2

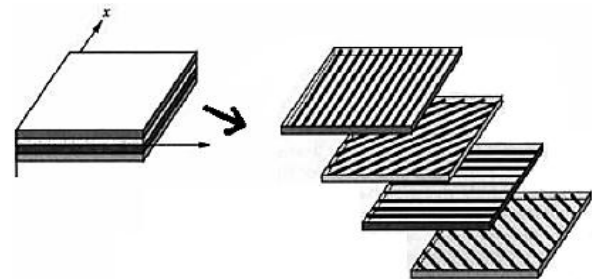
3. Kajian Pustaka

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga

dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari logam, kekakuan jenis (modulus Young/density) dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam. Beberapa lamina komposit dapat ditumpuk dengan arah orientasi serat yang berbeda, gabungan lamina ini disebut sebagai laminat.

Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu: Penguat (reinforcement), yang mempunyai sifat kurang ulet tetapi lebih rigid serta lebih kuat, dalam penelitian ini penguat komposit yang digunakan yaitu dari Serat Kaca dan serat alam.

Menurut Astika dkk [3] di dalam jurnalnya tentang Geometri Lubang pada Glass Fiber Reinforced Polymer Laminate Dipengaruhi Oleh Parameter Proses Gurdi, Komposit laminat adalah lembaran yang merupakan gabungan dari dua atau lebih komponen yang berbeda (satu berperan sebagai matriks dan yang lain berperan sebagai penguat) yang digabungkan menjadi satu secara mekanik, sehingga memiliki gabungan sifat-sifat dari komponen pembentuknya. Dengan mengkombinasikan komponen pembentuknya tersebut diharapkan akan didapat sifat material yang lebih baik dari bahan asalnya. Kombinasi tersebut sedemikian rupa sehingga akan menghilangkan sifat-sifat yang tidak diharapkan dari komponen pembentuknya. Gabungan dari beberapa lamina disebut laminat.



Gambar 6. Komposit laminat

Cara terbaik untuk menganalisis proses pengeboran pada material komposit adalah untuk menguji chip, yang idealnya kering dan mudah dipindahkan. Jika kecepatan alat pemotong terlalu tinggi, maka panas akan membuat resin lengket dan akan menghasilkan chip yang kental.

Selama lubang hasil pemesian pada komposit masih mengalami penyimpangan bentuk. Penyimpangan bentuk ditentukan oleh perbedaan antara lubang hasil pemesian dengan lubang geometris yang dibutuhkan oleh gambar. Penyimpangan bentuk seperti kebulatan (oval) dari profil garis rata-rata seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Kebulatan dapat dipengaruhi oleh kekasaran permukaan yang dihasilkan oleh proses pemesian.

Elemen dasar proses gurdi dapat diketahui atau dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

Kecepatan Potong

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/menit)} \quad (1)$$

Gerak makan Perpotong

$$F_z = \frac{v_f}{(n \cdot z)}; z = 2 \text{ (mm/min)} \quad (2)$$

Kedalaman potong

$$a = \frac{d}{2} \text{ (mm)} \quad (3)$$

Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{lt}{v_f} \text{ (menit)} \quad (4)$$

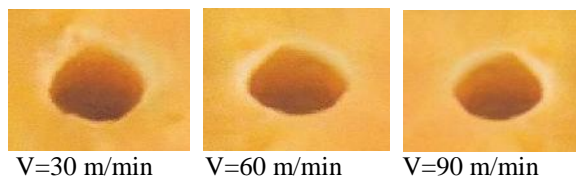
Dimana

- f = gerak makan (mm)
- n = putaran spindel (rpm)
- a = kedalaman potong (mm)
- d = diameter rata-rata (mm)
- lt = panjang pemotongan (mm)

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Proses Drilling

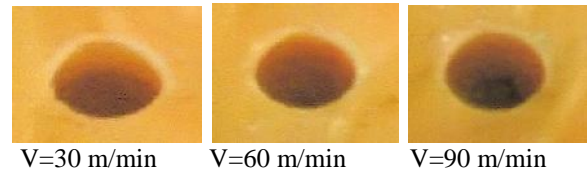
Pada pengujian mampu mesin untuk material komposit dengan penguat serat kaca dan komposit dengan penguat serat buah biduri (calotropis gigantea) telah digunakan dengan menggunakan mata potong HSS dengan diameter 5 mm, 10 mm dan 14 mm. Dimana masing-masing pengujian proses pemotongan bahan material komposit ini dilakukan dengan menggunakan mesin milling Vertical Machining Centre AGMA (A-8). Pengujian ini dilakukan dengan memvariasikan ukuran diameter mata bor, kecepatan potong, dan pemakanan, untuk mengetahui pengaruh parameter pemotongan terhadap kualitas hasil pemotongan dari material komposit tersebut



Gambar 7. Hasil pemotongan dengan diameter pahat = 5 mm dan kecepatan potong 30m/min, 60 m/min dan 90m/min pada material komposit serat buah biduri.

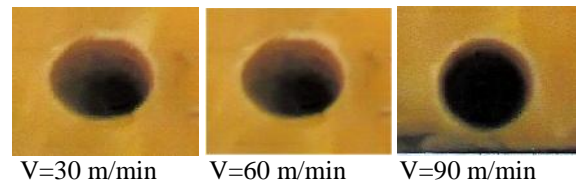
Pada gambar 7, menunjukkan bahwa hasil pemotongan terhadap material komposit serat buah biduri dengan menggunakan diameter tool 5 mm dan menggunakan kecepatan potong 30 m/min, 60 m/min

dan 90 m/min, tampak ada permukaan hasil pemotongan yang pecah pada permukaan material resin.



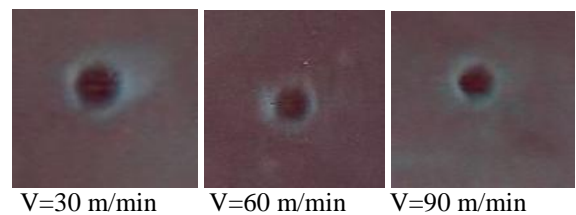
Gambar 8. Hasil pemotongan dengan diameter pahat = 10 mm dan kecepatan potong 30m/min, 60 m/min dan 90m/min pada material komposit serat buah biduri.

Pada gambar 8, menunjukkan bahwa hasil pemotongan terhadap material komposit serat buah biduri dengan menggunakan diameter tool 10 mm yang paling baik adalah pada penggunaan kecepatan potong pada 90 m/min, pada kecepatan potong 60 m/min hasil pemotongan terdapat sedikit cacat dan untuk kecepatan 30 m/min hasil pemotongan lebih jelek jika dibandingkan dengan kecepatan 60 m/min



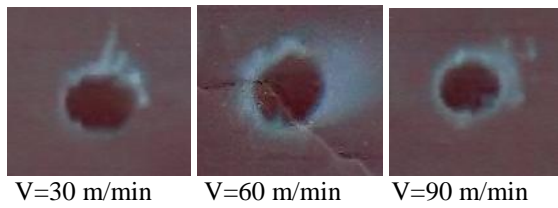
Gambar 8. Hasil pemotongan dengan diameter pahat = 14 mm dan kecepatan potong 30m/min, 60 m/min dan 90m/min pada material komposit serat buah biduri.

Pada gambar 8. menunjukkan bahwa hasil pemotongan terhadap material komposit serat buah biduri dengan menggunakan diameter tool 14 mm dan menggunakan kecepatan potong 30 m/min, 60 m/min dan 90 m/min, tampak tidak ada permukaan hasil pemotongan yang cacat pada permukaan material resin.



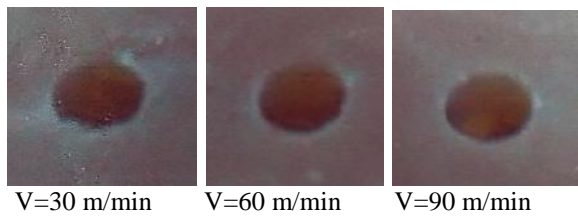
Gambar 9. Hasil pemotongan dengan diameter pahat = 5 mm dan kecepatan potong 30m/min, 60 m/min dan 90m/min pada material komposit serat kaca.

Pada gambar 9, menunjukkan bahwa hasil pemotongan terhadap material komposit serat kaca dengan menggunakan diameter tool 5 mm dan menggunakan kecepatan potong 30 m/min, 60 m/min dan 90 m/min tampak ada permukaan hasil pemotongan yang cacat.



Gambar 10. Hasil pemotongan dengan diameter pahat = 10 mm dan kecepatan potong 30m/min, 60 m/min dan 90m/min pada material komposit serat kaca.

Pada gambar 10, menunjukkan bahwa hasil pemotongan terhadap material komposit serat kaca dengan menggunakan diameter tool 5 mm dan menggunakan kecepatan potong 30 m/min, 60 m/min dan 90 m/min tampak ada permukaan hasil pemotongan yang cacat.



Gambar 11. Hasil pemotongan dengan diameter pahat = 14 mm dan kecepatan potong 30m/min, 60 m/min dan 90m/min pada material kompositi serat kaca.

Pada gambar 8. menunjukkan bahwa hasil pemotongan terhadap material komposit serat buah biduri dengan menggunakan diameter tool 14 mm dan menggunakan kecepatan potong 30 m/min, 60 m/min dan 90 m/min tampak tidak ada permukaan hasil pemotongan yang cacat pada permukaan material resin.

4.2 Pengaruh Diameter Pahat dan Kecepatan Potong terhadap Permukaan Benda Kerja.

Dalam proses gurdi (drilling), variabel diameter pahat pemotongan memiliki peran yang sangat penting, disini terlihat dari kedua jenis spesimen benda kerja yang diuji, dimeter pahat juga berpengaruh terhadap kerusakan pada permukaan benda kerja. Pada hasil proses pemotongan dari hasil kombinasi kondisi pemotongan, hasil yang maksimal terjadi pada penggunaan tool 14 mm, dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar tool yang digunakan maka kita akan mendapatkan hasil pemotongan yang lebih optimal, dan sebaliknya dengan diameter pahat yang relatif kecil akan kita hasilkan kondisi pemotongan yang kurang optimal.

Hasil pemotongan yang kurang optimal juga dapat disebabkan karena pada diameter pahat yang kecil, geram yang dihasilkan akan kontinu sehingga akan menempel pada pahat potong dan mengganggu proses pemotongan. Selain itu pada kecepatan potong rendah yang diikuti dengan putaran spindle rendah

tidak cukup menaikkan gaya potong sehingga permukaan bidang komposit akan pecah.



Gambar 12. Geram hasil pemotongan

Dari hasil pengujian juga dapat dilihat bahwa semakin besar kecepatan potong yang kita gunakan maka akan semakin optimal juga hasil pemotongan yang kita dapat. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi kecepatan potong maka gaya yang dibutuhkan untuk pemotongan akan semakin kecil, selain itu geram yang dihasilkan akan lebih banyak dan tidak kontinu sehingga proses pemotongan terhadap material akan lebih optimal.

Tabel 2. Hasil pengukuran

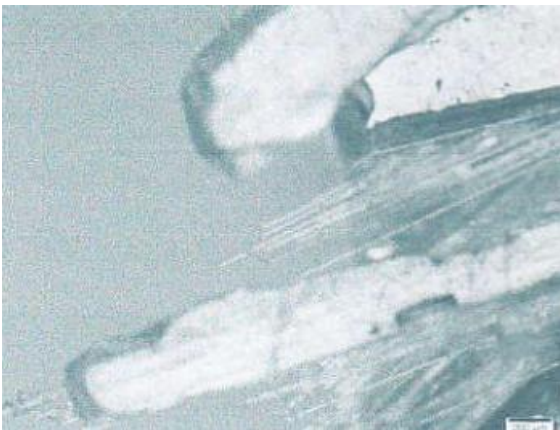
(d)	(v)	Permukaan Material serat alam		Permukaan Material serat kaca	
		Tdk rusak	Rusak	Tdk rusak	Rusak
5 mm	30 m/min		√		√
	60 m/min		√		√
	90 m/min		√		√
10 mm	30 m/min	√			√
	60 m/min	√			√
	90 m/min	√			√
14 mm	30 m/min	√		√	
	60 m/min	√		√	
	90 m/min	√		√	

Berdasarkan hasil pengukuran, secara keseluruhan dapat disimpulkan pada tabel 2. Data hasil pengukuran menunjukkan bahwa dengan menggunakan material serat alam, permukaan yang mengalami kerusakan hanya terjadi pada proses pengujian dengan menggunakan diameter pahat 5 mm sedangkan untuk material serat kaca, permukaan

yang mengalami kerusakan terjadi pada proses pengujian dengan menggunakan diameter pahat 5 mm dan 10 mm. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa proses pemesian drilling untuk bahan komposit dengan menggunakan penguat serat alam lebih baik jika dibandingkan dengan menggunakan material komposit dengan penguat serat kaca, walau secara keseluruhan masih belum sempurna.



Gambar 12. permukaan hasil pemotongan dengan drilling dengan menggunakan material serat buah biduri.



Gambar 13. permukaan hasil pemotongan dengan drilling dengan menggunakan material serat kaca.

Pada gambar 12. menunjukkan bahwa hasil pemotongan yang kita lakukan pada material komposit dengan penguat serat buah biduri lebih optimal, dimana serat alam yang kita gunakan sebagai penguat komposit terputus. Berbeda dengan hasil pemotongan yang kita lakukan pada material komposit dengan penguat serat kaca yang kita lihat pada gambar 13, dimana serat kaca yang kita gunakan sebagai penguat komposit tidak terputus.

Hal tersebut disebabkan karena sifat dari masing-masing serat tersebut. Serat kaca akan mengalami perubahan sifat dari semula bersifat getas setelah mengalami pemakanan maka akan meningkatkan temperatur sehingga serat tersebut mejaji ulet, hal inilah yang membuat serat kaca tertarik dalam proses pemotongan dan setelah selesainya proses pemakanan yang membuat temperatur kembali

menurun dan menjadikan serat kaca tersebut menjadi getas kembali.

Serat buah biduri mempunyai sifat termoset yaitu serat tersebut tidak menjadi elastis disaat proses pemakanan yang dapat meningkatkan temperatur, melainkan akan terus terputus. Hal tersebut yang menyebabkan perbedaan antara material komposit dengan penguat serat kaca dan material komposit dengan penguat buah biduri.

Dari hasil pemotongan di atas, kita dapatkan hasil bahwa material komposit dengan penguat serat buah biduri memiliki mampu mesin (machinability) yang lebih baik dibandingkan dengan komposit dengan penguat serat kaca. Dengan menggunakan diameter dan kecepatan potong yang sama antara material komposit serat alam dan komposit serat kaca, maka akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap hasil pemotongan.

4. Kesimpulan

1. Proses pemesian Drilling untuk komposit dengan penguat serat biduri lebih baik jika dibandingkan dengan komposit dengan penguat serat kaca, walaupun hasil akhir pemotongan terhadap kedua materi komposit tersebut belum sempurna.
2. Parameter pemesian untuk komposit dengan penguat serat buah biduri dan penguat serat kaca akan lebih optimal bila kita gunakan tool dengan diameter besar dan kecepatan potong yang besar pula.
3. Material komposit serat alam banyak memiliki kelebihan dibandingkan dengan material komposit serat kaca, baik dari berat dan mampu mesin (machinability).

Daftar Pustaka

- [1] Degarmo E. Paul, Black, J T. Kohser, Ronald A, 2003, *Materials and Processes in Manufacturing*, 9th Ed, John Wiley & Sons.
- [2] Borlan D. W., 1989, *The Structure of Material*, Department of Mechanical & Manufacturing the University Melbourne, Australia.
- [3] Astika, I.M, dkk, 2009, Geometri Lubang pada Glass Fiber Reinforced Polymer Laminate Dipengaruhi oleh Parameter Proses Gurdi, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra M*, Vol 13, No.1.