

ANALISIS PENGARUH ORIENTASI SERAT TERHADAP KEKUATAN IMPAK DAN MODEL PATAHAN KOMPOSIT POLYESTER BERPENGUAT SERAT GAHARUYuliyanto¹, Masdani²^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Kawadan Industri Air Kantung Sungailiat Bangka

Email: yulianto@polman-babel.ac.id

Abstrak

Komposit merupakan sistem yang tersusun melalui pencampuran dua material atau lebih yang berbeda, dalam bentuk dan komposisi. Antara kedua material atau lebih tidak larut satu sama lainnya. Komposit sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik. Faktor yang sangat berpengaruh adalah Fraksi serat, panjang serat serta perendaman yang digunakan. Penelitian ini bertujuan melihat pengaruh panjang serat, Perendaman dan perbandingan fraksi volume terhadap sifat mekanik untuk bahan komposit berpenguat serat kulit gaharu. Penelitian ini menggunakan fraksi panjang serat 20 mm, 40 mm, 60 mm, dengan waktu perendaman 1 jam, 2 jam, 3 jam dengan perbandingan fraksi volume 30%:70%, 40%:60% dan 50%:50%. Bahan yang digunakan serat Kulit Gaharu dengan kadar air 10%-12%. Pembuatan komposit menggunakan metode hand lay up. Pengujian yang dilakukan adalah uji Impact Charpy dengan standar pengujian ISO-179. Hasil penelitian uji impact akan dianalisa dengan perangkat lunak Design Expert 9. Hasil kekuatan impact terkecil dengan hasil 24.94 kJ/m² dengan parameter dengan panjang serat 3 mm, perendaman serat 3 jam dan persentase serat 30/70%. Hasil percobaan terbesar dengan dengan panjang serat 4 mm, perendaman serat 2 jam dan persentase serat 40/60%. Hasil Kekuatan impactnya 77.112 kJ/m². Hasil percobaan tersebut memberikan pengaruh terhadap kekuatan impact, dimana perendaman dan persentase memberikan pengaruh yang sangat besar. Ini dikarenakan lamanya perendaman akan mempengaruhi serat sehingga mudah putus dan rapuh. persentase serat memberikan pengaruh yang besar pula disebabkan karena jika serat diatas 10% dan dibawah 50 % maka nilai uji impact besar pula. Tetapi jika persentase serat diatas 50 % maka nilai uji impact semakin kecil

Kata kunci : komposit, serat kulit gaharu, panjang serat, uji impact**Abstract**

Composite is a system composed by mixing two or more different materials in form and composition. Between the two materials or more insoluble to each other. Composites are very influential on mechanical properties. Factors that are very influential are the fiber fraction, fiber length and soaking used. This study aims to see the effect of fiber length, immersion and comparison of volume fractions on mechanical properties for composite materials reinforced aloes skin fibers. This study used a fraction of fiber length of 20 mm, 40 mm, 60 mm, with a soaking time of 1 hour, 2 hours, 3 hours with a comparison of the volume fraction of 30%: 70%, 40%: 60% and 50%: 50%. Aloes Skin fiber is used with water content of 10% -12%. Composite making using the hand lay up method. Tests carried out are the Charpy Impact test with ISO-179 testing standards. The results of the impact test study will be analyzed with Design Expert 9. The smallest impact strength results with a result of 24.94 kJ / m² with parameters with 3 mm fiber length, 3 hours of fiber immersion and 30/70% fiber percentage. The biggest experimental results with 4 mm fiber length, 2 hours fiber immersion and 40/60% fiber percentage. Results The impact strength is 77.112 kJ / m² .. The results of the experiment have an impact on impact strength, where immersion and percentage have a very large influence. This is because the length of the immersion will affect the fiber so that it is easily broken and brittle. percentage of fiber gives a big influence also because if the fiber is above 10% and below 50% then the value of the impact test is also great. But if the percentage of fiber is above 50% then the impact test value gets smaller

Keywords: composite, aloes skin fiber, fiber length, impact test

PENDAHULUAN

Serat alam merupakan material yang sangat baik sebagai bahan penguat. Serat alam menghasilkan bahan komposit yang ringan, kuat, ramah lingkungan serta ekonomis. Beberapa jenis serat alam seperti Sisal, Flex, Hemp, Jute, Rami, Kelapa, mulai digunakan sebagai bahan penguat untuk komposit polimer. Dengan kemajuan teknologi, saat ini telah banyak produk menggunakan bahan komposit dengan serat alam. Faktor utama yang mendorong dari penggunaan serat alam dalam industri yaitu biaya dan berat. Meskipun demikian kemudahan daur ulang komponen juga merupakan pertimbangan akhir yang semakin meningkat untuk memenuhi persyaratan dari petunjuk untuk umur komponen.

Homogenisasi antara serat dan matrik akan sulit tercapai, dikarenakan terlalu padatnya bahan penguat matrik. Sehingga matrik dan penguat akan sulit tercampur secara homogen yang tentu saja akan mempengaruhi kekuatan dari komposit tersebut. Begitu juga sebaliknya. Sehingga jumlah serat yang hanya 10% dari jumlah matriks, tidak mampu menahan beban yang lebih besar dan menghasilkan nilai pengujian yang relatif rendah. Waktu perendaman serat juga memberikan pengaruh terhadap kekuatan tarik. Perendaman serat pohon waru pada air laut pH 6 mengakibatkan timbulnya celah antar sub serat dan waktu perendaman menyebabkan jarak antar subcelah semakin tinggi. Perendaman meningkatkan kekuatan Tarik tetapi semakin lama perendaman kekuatan tarik semakin menurun

Pembuatan panel panjat tebing dilakukan dengan menggunakan serat sabut kelapa (*cocos nucifera*) sebagai serat penguat yang telah dilakukan perendaman dalam selama 2 jam, dilakukan menggunakan metode hand lay up. Jika dilihat dari hasil penelitian panel panjat tebing serat sabut kelapa maka kekuatan mekanik panel panjat tebing serat sabut kelapa belum mencapai kekuatan mekanik panel panjat tebing yang telah distandarkan oleh Badan Standarisasi dan Akreditasi Pemanjatan Indonesia (BSAPI). Perlakuan permukaan terhadap sifat kimia pada serat kulit batang melinjo yang berkaitan dengan sifat mekanis serat. Proses dilakukan dengan memberikan perlakuan permukaan pada serat kulit batang melinjo, hasilnya mampu memberikan dampak pada sifat kimia, fisika dan sifat mekanis. Meningkatnya konsentrasi NaOH, mampu menghilangkan lapisan wax, lignin dan impuritas pada permukaan serat.

Komposit serat alam memiliki keunggulan dibandingkan dengan serat gelas, komposit serat alam sekarang digunakan karena jumlahnya banyak, ramah lingkungan, mampu terdegradasi secara alami,

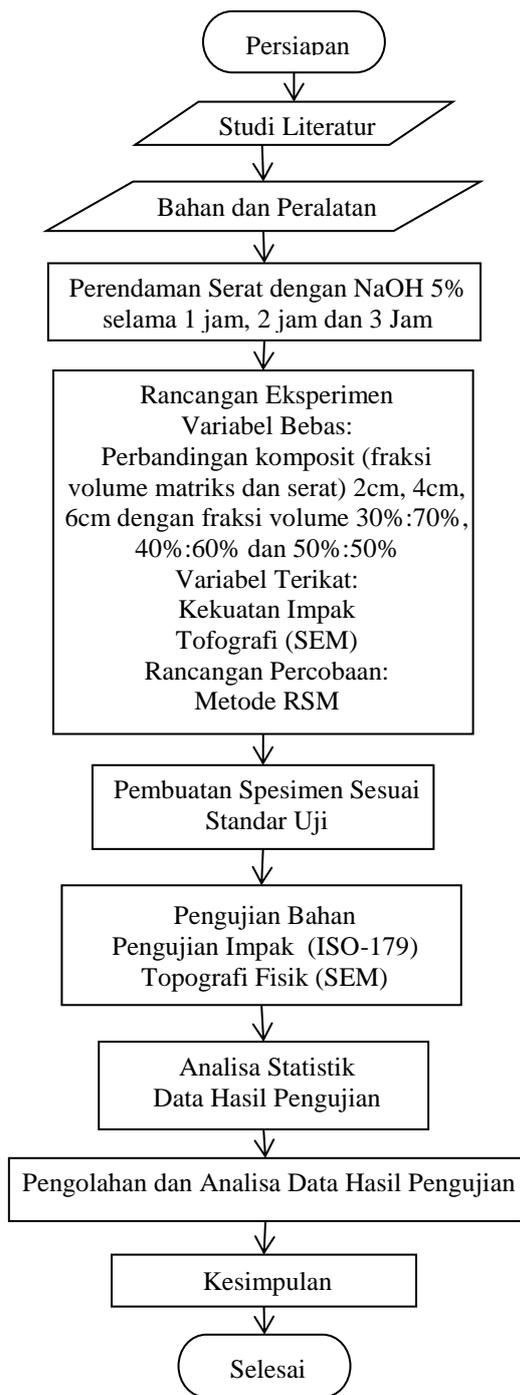
harganya murah dibandingkan serat gelas. Kelemahan serat alami adalah semakin kecil diameter serat kekuatan tariknya besar, karena rongga pada serat kecil dan ikatan antar molekulnya banyak sehingga kekuatannya kuat. Semakin besar diameter maka kekuatan tariknya kecil, karena rongga pada serat besar dan ikatan molekulnya sedikit sehingga kekuatan tariknya rendah. Semakin bertambahnya fraksi serat E-glass dapat menyebabkan kekuatan mekanik komposit menurun.

Pohon gaharu menghasilkan serat pada bagian kulit pohonnya. Saat ini pemanfaatan serat kulit pohon gaharu terbatas pada penggunaan dan belum diolah menjadi produk teknologi. Serat kulit pohon gaharu dulunya dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai tali pengikat lada. Karena harga tali plastik lebih murah dan mudah didapatkan akibatnya pembuatan tali dari bahan serat kulit pohon gaharu semakin berkurang. Tuntutan teknologi ini disesuaikan juga dengan keadaan alam yang mendukung untuk pemanfaatannya secara langsung. Oleh karena itu, pemanfaatan serat kulit pohon gaharu sebagai penguat bahan komposit dibidang rekayasa merupakan salah satu gagasan yang perlu dikembangkan.

Penelitian dilakukan untuk mendapatkan data kemampuan mekanik berupa kekuatan impak serta bentuk fisik dari serat kulit gaharu menggunakan matriks polyester BQTN 157, dengan variasi fraksi volume, Perendaman dan panjang serat. Harapannya serat ini dapat menjadi pilihan bahan utama dalam pembuatan bermacam produk yang lebih ramah lingkungan serta memiliki kualitas yang baik.

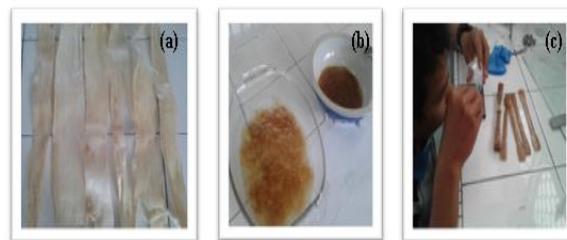
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahap. Proses yang digunakan mengikuti pedoman penelitian. Langkah awal dimulai dari studi-studi literatur yang didapat dari jurnal ilmiah, internet, handbook, text book, manual book. Selanjutnya data-data studi literatur dipelajari dan dijadikan referensi untuk melakukan penelitian. Studi literatur merupakan bagian dari kegiatan mengumpulkan berbagai teori yang mendukung kepada penelitian yang akan dilakukan, dengan tujuan untuk mengidentifikasi konsep, teori dan fakta. Uraian langkah-langkah tersebut dijelaskan pada diagram alir (Gambar 1).



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Serat kulit kayu gaharu yang berfungsi sebagai penguat pada komposit. Serat kulit gaharu, Resin *Unsaturated Polyester* yang berfungsi sebagai matriks dalam komposit dan Katalis yang digunakan adalah *Methyle Ethyl Keton Peroxide* (MEKPO) berfungsi mempercepat pengerasan pada komposit. Serat kulit gaharu dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 (a) Serat Kulit Gaharu, (b) Proses Perendaman, (c) Poses pembuatan sample

Alat uji yang digunakan adalah uji Impact Charpy dengan standar pengujian ISO-179 digunakan untuk mendapatkan nilai ketangguhan komposit. Sifat mekanik yang diperoleh yaitu kekuatan impact.. Alat Uji *Scanning Electron Microscope (SEM)* yang digunakan adalah *Inspect S50* buatan *FEI Company*. Alat ini untuk mengetahui perubahan struktur yang terjadi dari hasil pengujian.

Analisa dilakukan dengan menggunakan metode permukaan respon, dimana akan dilihat pengaruh perendaman dan variabel Bebas Perbandingan komposit (fraksi volume matriks dan serat) dengan panjang serat dan fraksi volume.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perendaman 1 jam, 2 jam, 3 jam, perbandingan komposit (fraksi volume matriks dan serat) dengan panjang serat 2 cm, 4 cm, 6 cm dengan fraksi volume 30%:70%, 40%:60% dan 50%:50%. Keseluruhan parameter pengujian diolah dengan Design expert 9. Dari hasil pengolahan parameter terbentuk 20 jumlah sampel deng 6 kali pengulangan.



Gambar 3 Sample Uji Impak

Pengolahan dengan design expert 9 dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.

Run	Slot	Run	Factor 1 A: panjang serat mm	Factor 2 B: perendaman jam	Factor 3 C: persentase %	Response 1 Kekuatan Tarik Mpa	Response 2 Kekuatan Impak kJ/m ²
1	15	2.00	1.00	3070.00			
2	3	6.00	1.00	3070.00			
3	19	2.00	3.00	3070.00			
4	12	6.00	3.00	3070.00			
5	16	2.00	1.00	5050.00			
6	8	6.00	1.00	5050.00			
7	6	2.00	3.00	5050.00			
8	11	6.00	3.00	5050.00			
9	14	0.64	2.00	4060.00			
10	2	7.36	2.00	4060.00			
11	4	4.00	0.32	4060.00			
12	10	4.00	3.68	4060.00			
13	18	4.00	2.00	2395.03			
14	5	4.00	2.00	5724.97			
15	7	4.00	2.00	4060.00			
16	9	4.00	2.00	4060.00			
17	20	4.00	2.00	4060.00			
18	1	4.00	2.00	4060.00			
19	13	4.00	2.00	4060.00			
20	17	4.00	2.00	4060.00			

Gambar 4 Data Design Expert 9

Setelah proses pembuatan sampel maka dilakukan uji mekanik yaitu uji impact dengan mengacu pada standar ISO-179. Hasil pengujian impact yang didapatkan ditabulasikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Impact

Run	Level 1	Level 2	Level 3	Response 1 Kekuatan Impact
	Panjang Serat	Perendaman	Persentase serat	
	mm	Jam	%	kJ/m ²
1	2	1	3070	36.57
2	6	1	3070	52.224
3	2	3	3070	24.945
4	6	3	3070	30.72
5	2	1	5050	49.224
6	6	1	5050	50.054
7	2	3	5050	52.945
8	6	3	5050	46.945
9	0,64	2	4060	53.224
10	7,36	2	4060	55.804
11	4	0,32	4060	49.007
12	4	3,68	4060	33.68
13	4	2	2395.03	30.72
14	4	2	5724.97	36.67
15	4	2	4060	64.054
16	4	2	4060	66.054
17	4	2	4060	77.112
18	4	2	4060	66.054
19	4	2	4060	62.596
20	4	2	4060	64.054

Berdasarkan hasil pengujian impact terhadap sampel serat gaharu didapatlah data dengan nilai tertinggi adalah pada sampel dengan no 17. Dimana hasil uji impact adalah 77.112 kJ/m². Sedangkan nilai terendah terdapat pada sampel dengan no 3 yaitu sebesar 24.94 kJ/m².

Dari hasil pengolahan data kemudian dilakukan Analisis Varian (ANOVA) untuk memastikan atau menyelidiki hubungan antara

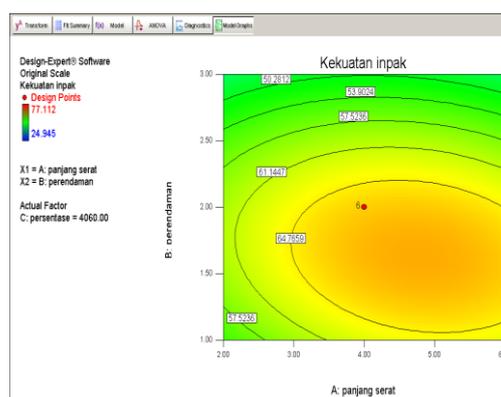
variabel respons dengan 1 atau beberapa variabel predictor. Dari hasil Analisis Varian didapat data seperti Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 ANOVA untuk Respon Kekuatan Impact (kJ/m²)

Response 2		Kekuatan Impact			
Transform Natural to Constant: 0					
ANOVA for Response Surface Quadratic Model					
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]					
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Model	1.73	9	0.19	21.69	< 0.0001 significant
A-panjang	0.021	1	0.021	2.42	0.1511
B-perenc	0.17	1	0.17	19.48	0.0013
C-persen	0.22	1	0.22	24.72	0.0006
AB	0.01	1	0.01	1.15	0.3094
AC	0.056	1	0.056	6.3	0.0309
BC	0.11	1	0.11	12	0.0061
A^2	0.064	1	0.064	7.24	0.0227
B^2	0.42	1	0.42	47.33	< 0.0001
C^2	0.82	1	0.82	92.23	< 0.0001
Residual	0.089	10	8.86E-03		
Lack of Fit	0.06	5	0.012	2.11	0.216 not significant
Pure Error	0.028	5	5.70E-03		
Cor Total	1.82	19			

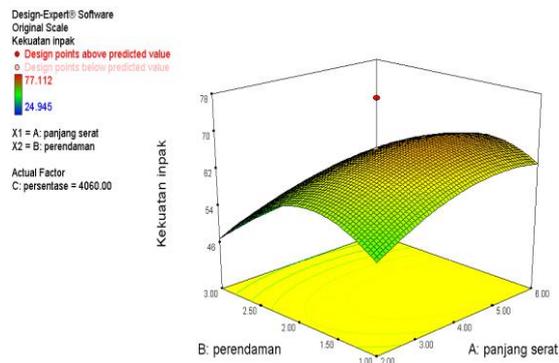
Berdasarkan Tabel 2 terlihat nilai F hitung $F_{Model} = 21,69$ yang didapat pada tingkat signifikan sebesar 0,01 atau 1% dan nilai p (0,0001) memberikan nilai signifikan terhadap model yang ada. Sedangkan *Lack of Fit* yang terjadi sebesar 0,012 dan tidak memberikan pengaruh (*not signifikan*) sehingga persamaan regresi mode matematika dengan bentuk kuadrat yang digunakan dapat diterima.

Jika kita liat sebaran yang terjadi pada model grafik, maka nilai uji impact sangat merata. Rata-rata 6 kali pengulangan masih memiliki nilai yang stabil. Ini dapat dilihat pada gambar 5.

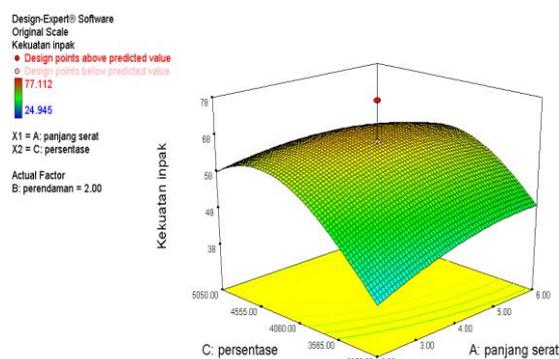


Gambar 5 Penyebaran Hasil Uji Impact

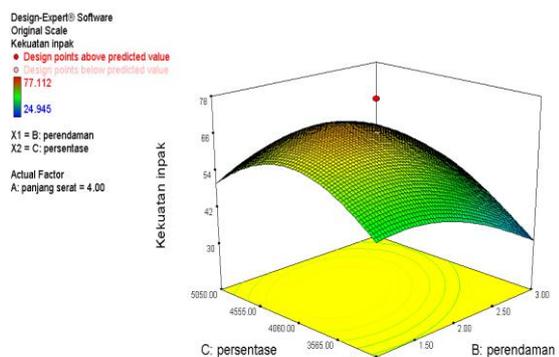
Jika dilihat dari Gambar 3 dimensi menggunakan Design Expert 9 maka didapat gambar permukaan respon model Kuadrat antara masing-masing variable bebas (Gambar 6).



Gambar 6 Permukaan Respon Model Kuadratik Kekuatan Impak vs Perendaman dan Panjang serat



Gambar 7 Permukaan Respon Model Kuadratik Kekuatan Impak vs persentase dan Panjang serat



Gambar 8 Permukaan Respon Model Kuadratik Kekuatan Impak vs Perendaman dan Persentase

Permukaan respon grafik 3D (Gambar 8) untuk kekuatan Impak diatas dapat dilihat bahwa, kenaikan nilai perendaman sangat mempengaruhi hasil kekuatan Tarik. Dimana semakin lama waktu perendaman maka hasil kekuatan impact semakin menurun. Panjang serat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan impact. Ini dapat dilihat pada kenaikan grafik dari panjang serat 2 mm sampai 5 mm.

Pada gambar 6 dan gambar 7 pengaruh persentase serat sangat signifikan dimana semakin

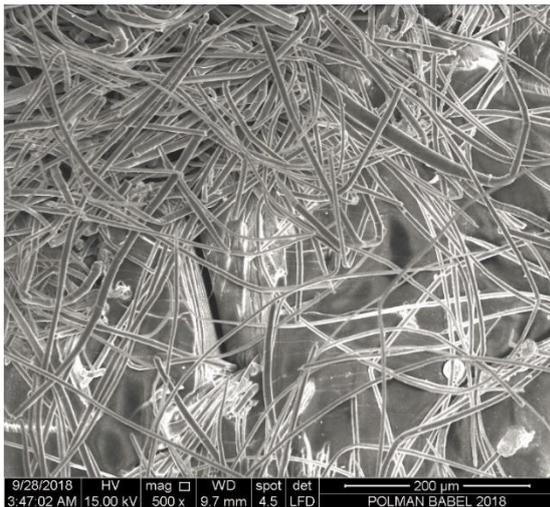
tinggi persentase serat maka nilai kekuatan impact semakin besar tetapi terjadi penurunan kekuatan impact di 50/50 %. Sedangkan pengaruh panjang serat tidak berpengaruh besar. Ini dapat disimpulkan bahwa Perendaman dan persentase serat memberikan dampak yang besar terhadap perubahan nilai kekuatan impact. Sedangkan pengaruh Panjang serat yang digunakan menunjukkan kenaikan nilai kekuatan impact. Secara keseluruhan dapat diartikan bahwa semakin banyak serat maka nilai kekuatan tariknya semakin kecil.

Scanning Electron Microscope (SEM) dilakukan menggunakan Inspect S50. Pengujian SEM dilakukan sebanyak 2(dua) kali dengan pembesaran 200x dan 500x. Tujuan pengujian ini adalah untuk melihat hasil permukaan patahan uji impact yang telah dilakukan dengan parameter yang berbeda. Hasil pengujian SEM dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 9 Gambar percobaan kekuatan impact terkecil pembesaran 500 x

Gambar 9 adalah percobaan ke 3 dengan panjang serat 3 mm, perendaman serat 3 jam dan persentase serat 30/70%. Analisis hasil SEM menunjukkan sebaran serat yang tidak merata dan ada beberapa serat yang tercabut (lingkaran merah) bukan terputus akibat pengujian. Hal ini disebabkan penyatuan serat dengan resin tidak homogen atau tidak sempurna yang menyebabkan hasil uji impact menunjukkan nilai uji impact kecil.



Gambar 10 Gambar percobaan kekuatan impact terkecil pembesaran 500 x

Gambar 10 adalah percobaan ke 17 dengan panjang serat 4 mm, perendaman serat 2 jam dan persentase serat 40%/60%. Hasil Kekuatan impactnya 77.112 kJ/m^2 . Analisis hasil SEM menunjukkan sebaran serat yang merata dan tidak ada serat yang tercabut akibat pengujian. Hal ini menunjukkan penyatuan serat dengan resin homogen atau sempurna yang menyebabkan hasil uji impact menunjukkan nilai yang besar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan dan pembahasan yang dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Hasil kekuatan impact terkecil terdapat pada percobaan ke 3 dengan hasil 24.94 kJ/m^2 dengan parameter panjang serat 3 mm, Perendaman 3 Jam dan Persentase serat 30%/70%. Hasil percobaan terbesar terdapat pada percobaan ke 17 dengan hasil 77.112 kJ/m^2 dengan parameter panjang serat 4 mm, Perendaman 2 Jam dan Persentase serat 40%/60%.
2. Hasil percobaan dengan ketiga variable bebas memberikan pengaruh terhadap kekuatan impact, dimana perendaman memberikan pengaruh yang sangat besar. Ini dikarenakan lamanya perendaman akan mempengaruhi serat sehingga mudah putus dan rapuh. Sedangkan persentase

serat memberikan pengaruh yang besar pula disebabkan karena jika serat diatas 10% dan dibawah 50 % maka nilai uji impact besar pula. Tetapi jika persentase serat diatas 50 % maka nilai uji impact semakin kecil. Hal ini disebabkan ketika resin dimasukkan ke cetakan maka serat yang terlalu banyak akan menutupi pergerakan resin. Sehingga penyatuan serat dengan resin tidak homogen atau merata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brett, C.S. & Adas, R. (2009). Industrial Fibres: Recent and Current Developments. Proceedings of the Symposium on Natural Fibres, 71-82.
- [2] Chandrabakty, S., (2014). Fourier Transform Infra-Red (Ft-Ir) Spectroscopy Dan Kekuatan Tarik Serat Kulit Batang Melinjo Menggunakan Modifikasi Distribusi Weibull. Jurnal Mekanikal, Vol. 5 No, 1, .434 - 442.
- [3] Fajri, R. H., Tarkono & Sugiyanto (2013). Studi Sifat Mekanik Komposit Serat Sansevieria Cylindrica Dengan Variasi Fraksi Volume. Jurnal Fema, Vol. 1, No. 2, 85-93
- [4] Mahmuda, E. (2013). Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ijuk dengan Matrik Epoxy. Journal Eng Unila, Vol. 1 No.3, 79-84.
- [5] Mohamad Yuzdhie Ghazali, M.Y., Harini Sosiati, H & Budiyanoro, C. (2017). Karakterisasi Sifat Tarik Komposit Laminat Hibrid Kenaf-E-Glass/Polyethylene (Pe). Jurnal Material dan Proses Manufaktur - Vol.1, No.1, 31-34
- [6] Munandar, I. (2013). Kekuatan Tarik Serat Ijuk (Arenga Pinnata Merr). Journal Eng Unila, Vol. 1, No. 3, 52-58.
- [7] Prasetyo, A., Purwanto, H., & Respati, S. M. B. (2016). Pengaruh Waktu Perendaman Serat Kulit Pohon Waru (Hibiscus tiliaceus) Pada Air Laut Terhadap Struktur Mikro dan Kekuatan Tarik. Jurnal Momentum Vol. 12, No. 2, 42-47.
- [8] Suhi, Mardhika, S., & Rosa, F. (2016). Analisa Kekuatan Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa (Cocos Nucifera) Untuk Pembuatan Panel Panjat Tebing Sesuai Standar Bsapi, Machine; Jurnal Teknik Mesin, Vol. 2 No. 1, 29-35