

P-33

STUDI KETAHANAN BENTURAN PADA KOMPOSIT BERBASIS RAMI DENGAN Matriks PVC DAN POLIESTER

STUDY OF FILLER SHAPE AND VOLUME FRACTION EFFECT TO IMPACT RESISTANCE ON RAMI BASED COMPOSITE WITH PVC AND POLYESTER MATRIX

Fadli Robiandi^{1*}, Menasita Mayantasari², Dian Mart, S³

^{1,2,3}Prodi Fisika/ Institut Teknologi Kalimantan, karang joang km.15, Balikpapan

*E-mail: fadlirobiandi@itk.ac.id

Diterima 08-10-2018	Diperbaiki 14-11-2018	Disetujui 05-12-2018
---------------------	-----------------------	----------------------

ABSTRAK

Rami merupakan serat alam yang memiliki karakteristik mekanik yang kuat. Material tersebut berpotensi sebagai material reinforced alternatif pada komposit yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku prostesis dan aplikasi lainnya. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh bentuk filler rami, matriks (PVC dan poliester) dan terhadap ketahanan benturan pada komposit berbahan rami. Metode yang digunakan dalam fabrikasi sampel komposit adalah hand lay up. Sampel komposit menggunakan 3 variasi bentuk filler, yaitu: serbuk, serat paralel dan lamina anyaman. Fraksi volume filler rami yang digunakan adalah 0%, 25%, 50% dan 75%. Dari hasil pengujian yang dilakukan, peningkatan fraksi volume filler diikuti juga dengan kenaikan serapan energi impact komposit, hal ini berlaku untuk kedua jenis komposit yang dibuat. Dan secara keseluruhan, komposisi komposit Rami-PVC mempunyai ketahanan impak lebih besar dibandingkan dengan komposit Rami-Poliester.

Kata kunci: komposit, rami, PVC, poliester, ketahanan impak

ABSTRACT

Rami is one of natural fiber that has high mechanical property. This material have a good potential as an alternative reinforcement material in composite material, especially in prosthesis and others. This research have aimed to analyze the influence of rami, matrix (PVC and Polyester), and the endurance of impact test. Hand Lay-up Method is applied to the fabrication composite. There are three variations of filler form (powder, parallel fiber, and laminate web). The volume fraction that used in this research are 0%, 25%, 50%, and 75%. From the result, absorbed energy rise when the volume fraction is increased and it is occur in both of composite. In general, composite Rami-PVC has better impact energy absorption than composite Rami-Polyester.

Keywords: composite, rami, PVC, polyester, impact resistance

PENDAHULUAN

Pemanfaat komposit tidak hanya digunakan pada aplikasi bahan bangunan, otomotif dan furniture. Bahan komposit mulai digunakan pada aplikasi kesehatan seperti prostesis [1]. Komposit mampu menggabungkan keunggulan sifat mekanik dari bahan penyusunnya. Hal ini merupakan salah satu kelebihan material komposit jika dibandingkan dengan bahan lainnya.

Secara umum material komposit terdiri dari *filler* atau *reinforcement* yang berfungsi sebagai penguat, dan matriks atau *binder* yang berfungsi sebagai pengikat. Bahan yang digunakan sebagai *filler* biasanya bahan yang memiliki kekuatan mekanik yang tinggi. Bahan tersebut dapat berupa logam dan polimer sintesis [2,3]. Pemilihan bahan *filler* didasarkan pada aplikasi dari komposit yang akan dibuat.

Serat rami adalah salah satu serat alam yang memiliki kekuatan mekanik yang cukup

tinggi sehingga sangat berpotensi sebagai bahan baku reinforcement untuk pembuatan biokomposit [4]. Tanaman Rami dikenal dengan nama ilmiah *Boehmeria nivea Groud* merupakan tumbuhan yang dapat menghasilkan serat dari kulit kayunya. Serat alam mempunyai kelebihan, yaitu: memiliki sifat mekanik yang baik seperti fleksibel, kekuatan tarik yang tinggi [5], tumbuhan rami dapat dibudidayakan sehingga ketersediannya dapat diperbaharui dan bersifat *biodegradable* atau dapat diurai oleh tanah sehingga ramah lingkungan.

Beberapa penelitian terkait pemanfaatan serat rami sebagai *filler* komposit untuk aplikasi seperti prostesis telah dilakukan. Penelitian tersebut mengobservasi pengaruh fraksi volume *filler* dan jenis matriks epoksi terhadap kekuatan tarik komposit [5,6]. Informasi terkait karakteristik mekanik komposit berbasis rami yang komprehensif tidak hanya membutuhkan informasi kekuatan tarik, melainkan informasi karakter mekanik lainnya seperti ketahanan benturan, kemampuan bending dan yang lainnya.

Pada penelitian ini mengobservasi pengaruh bentuk *filler*, fraksi volume *filler* dan jenis matriks (PVC dan poliester) terhadap ketahanan benturan. Serta pola patahan atau *failure* pada sampel komposit berbasis rami tersebut.

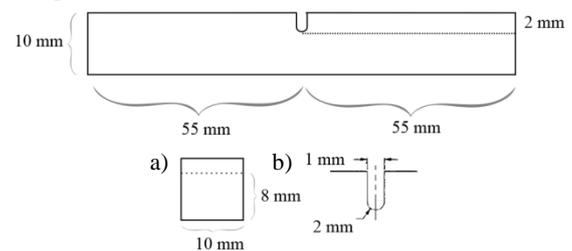
METODOLOGI

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat rami, resin poliester, katalis resin poliester, resin polivinil klorida (PVC) dan katalis *dioctyl phthalat* (DOP). Alat yang digunakan adalah alat uji benturan atau uji impak dan pemanas.

Pada tahap awal Serat rami yang telah dibersihkan diberi perlakuan alkalisasi dengan larutan *sodium hypochloride* NaClO 5% selama 24 jam. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan lapisan lignin dan pengotor lainnya dari permukaan serat, sehingga serat lebih bersifat hidrofilik dan dapat berikatan kuat dengan matriks [].

Pada tahap pembuatan sampel, rami dicampur dengan matriks menggunakan metode *hand lay up*. Matriks yang digunakan adalah PVC dan poliester. Pada penelitian ini, digunakan variasi bentuk filler dan fraksi volume filler rami. Bentuk filler yang digunakan adalah serbuk, serat panjang paralel dan lamina anyaman dengan jenis anyaman silang tunggal. Ukuran serbuk yang digunakan

sebagai filler di bawah 5 mm. Fraksi volume yang dipakai pada sampel adalah 0%, 25%, 50% dan 75%. Bentuk sampel mengacu kepada ASTM E23-07a, dengan panjang sampel 110 mm, lebar dan tebal 10 mm.



Gambar 1. Bentuk sampel. a) penampang lintang. b) takik (notch)

Pada proses pembuatan matriks poliester perbandingan resin dan katalis yang digunakan adalah 30:1. Sedangkan sampel komposit dengan matriks PVC perbandingan resin dengan katalis (DOP) yang digunakan adalah 6:1. Resin PVC yang dicampurkan pada DOP dilakukan secara bertahap dan diaduk secara terus menerus hingga terbentuk tekstur yang sangat kental. Serat rami yang telah dipadukan dengan matriks PVC dipanaskan pada suhu 200-235 °C agar resin dapat bereaksi dengan DOP sehingga sampel menjadi padat dan keras.

Proses pengujian benturan dilakukan dengan alat uji impak. ketahanan benturan sampel dapat diketahui dari energi impak perluasan penampang sampel yang diperoleh dari perhitungan berikut.

$$H = \frac{E}{A_0}$$

$$E = Mgl(\cos \alpha - \cos \beta)$$

Dimana :

H = energi impak (J/cm²)

E = energi yang diserap (J)

M = massa beban (kg)

l = panjang lengan alat uji (m)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

α = sudut beban sebelum membentur sampel

β = sudut beban setelah membentur sampel

A_0 = luasan penampang sampel (cm²)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Tresna (2009), serat rami memiliki kekuatan mekanik sebagai berikut:

Tabel 1. Karakteristik mekanik serat rami

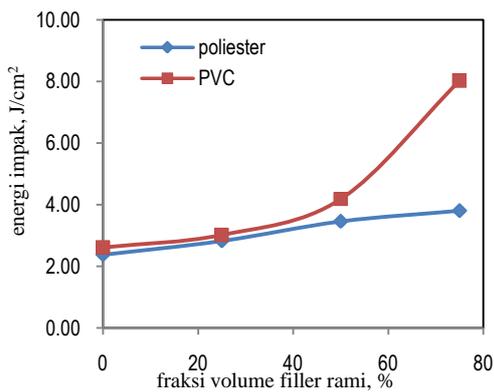
No	Karakteristik	Harga
1	Kekuatan tarik maksimum	560 MPa
2	Kekuatan geser maksimum	36 MPa
3	Elongasi	2,87 %

Berdasarkan hasil pengujian impact pada matriks PVC dan poliester yang ditunjukkan oleh tabel 2, energi impact yang dimiliki oleh matriks PVC lebih tinggi dari matriks poliester. Hal ini menunjukkan ketahanan Benturan matriks PVC lebih tinggi dari matrik poliester.

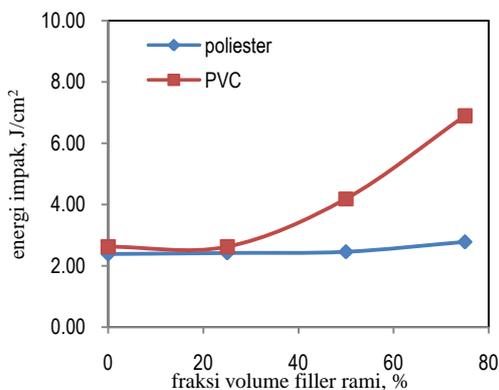
Tabel 2. Nilai energi impact pada matriks

No	Matriks	Energi Impact (J/cm ²)
1	Poliester	2,38
2	PVC	2,62

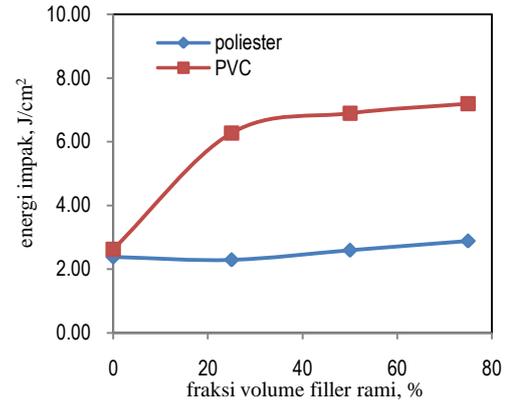
Dari hasil pengujian impact pada sampel komposit rami, diperoleh nilai sudut beban jatuh atau sudut awal beban sebelum membentur sampel, dan sudut beban setelah membentur sampel. data tersebut dimasukkan pada persamaan energi impact, sehingga diperoleh nilai energi impact. Pengaruh fraksi volume filler dan bentuk filler dapat dilihat pada grafik hubungan antara fraksi volume filler dengan energi impact. Grafik tersebut ditunjukkan oleh gambar 2,3 dan 4.



Gambar 2. Hubungan antara fraksi volume filler rami dengan energi impact pada sampel dengan bentuk filler serat panjang paralel



Gambar 3. Hubungan antara fraksi volume filler rami dengan energi impact pada sampel dengan bentuk filler serbuk

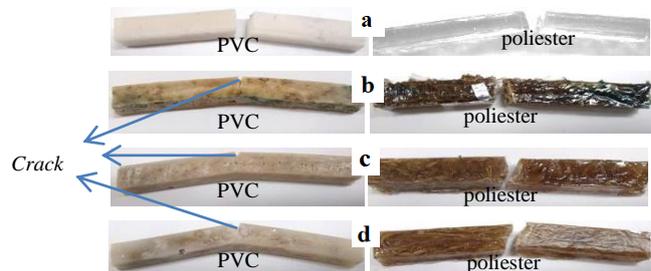


Gambar 4. Hubungan antara fraksi volume filler rami dengan energi impact pada sampel dengan bentuk filler serbuk

Penambahan serat rami dapat meningkatkan ketahanan terhadap benturan. Hal ini ditunjukkan oleh gambar 2,3 dan 4 di mana peningkatan fraksi volume filler rami hingga 75% diikuti oleh peningkatan energi impact (energi yang diserap per luas area penampang sampel).

Peningkatan energi impact yang diakibatkan peningkatan fraksi volume filler rami berlaku pada sampel dengan matrik PVC dan poliester. Pola ini juga terjadi pada sampel dengan bentuk filler serbuk, serat panjang paralel dan lamina anyaman. Energi impact tertinggi dimiliki oleh sampel dengan matriks PVC, fraksi volume filler 75% dan bentuk filler serat panjang paralel. Peningkatan energi impact pada sampel dengan matriks poliester tidak signifikan jika dibandingkan dengan sampel bermatriks PVC.

Bentuk sampel setelah pengujian ditunjukkan oleh gambar 5.



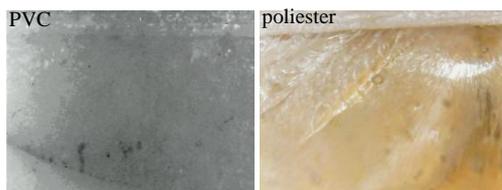
Gambar 5. Sampel komposit rami setelah uji impact. a) 0% rami. b) filler lamina anyaman. c) filler serbuk. d) filler serat panjang paralel.

Berdasarkan gambar 5.b, 5.c dan 5.d, sampel komposit rami dengan matriks PVC hanya mengalami retakan (*crack*) setelah

diberi benturan. Sedangkan pada sampel komposit rami bermatriks poliester mengalami patah (*fracture*). Hal ini menunjukkan bahwa energi yang diserap saat pengujian impak oleh sampel komposit bermatrik PVC lebih tinggi dari sampel dengan matriks poliester. Sehingga sampel dengan matriks PVC memiliki ketahanan benturan yang lebih tinggi.

Dari gambar 5.a, dapat diketahui sampel PVC tanpa filler rami memiliki ketahanan benturan yang lebih rendah dari sampel PVC yang memiliki filler. Fenomena ini menunjukkan keberadaan filler rami dapat meningkatkan serapan energi saat terjadinya benturan pada proses pengujian impak.

Sampel poliester bersifat brittle atau getas dan sampel PVC bersifat ulet atau ductile. Hal ini ditunjukkan oleh gambar 5.a dan 6. Dari gambar tersebut, pola patahan setelah uji impak pada permukaan penampang lintang (*cross section*) sampel poliester terlihat mengkilap dan lebih halus, sedangkan pada permukaan PVC tampak kasar dan agak berserat.

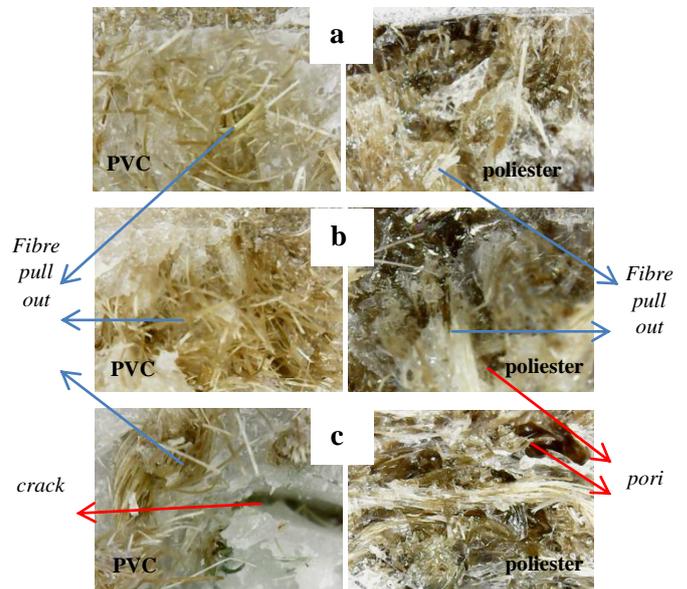


Gambar 6. Permukaan Penampang lintang sampel matriks setelah pengujian impak

Dari bentuk atau pola patahan sampel komposit rami yang ditunjukkan oleh gambar 7, dapat dilakukan identifikasi pola atau mode kegagalan pada sampel. Mode kegagalan (*failure mode*) pada sampel komposit rami dengan matriks PVC dan poliester menunjukkan adanya sedikit mekanisme tercabutnya serat dari matriks atau *fibres pull out* dan putusannya serat (*broken fibres*). Mekanisme *fibres pull out* dapat disebabkan oleh masih adanya ikatan yang kurang kuat antara filler dengan matriks. Hal ini menyebabkan beban atau benturan yang diterima oleh matriks pada sampel, kurang terdistribusi atau tidak tertransferranya beban dengan baik pada filler.

Mekanisme putusannya serat atau *Broken fibres* menunjukkan bahwa beban atau benturan yang diterima oleh matriks dapat ditransferkan pada filler atau serat, namun dikarenakan beban melebihi kapasitas filler sehingga menyebabkan filler terputus atau rusak. Mekanisme tersebut juga menunjukkan

adanya ikatan yang cukup kuat antara filler dengan matriks. Berdasarkan mekanisme tersebut, dapat diketahui bahwa rami dapat berikatan cukup kuat dengan matriks poliester dan PVC.



Gambar 7. Permukaan penampang lintang pada sampel dengan variasi bentuk filler setelah uji impak. a) filler serbuk. b) filler serat panjang sejajar. c) filler lamina anyaman.

Dari gambar 7, diketahui adanya pori pada sampel komposit dengan matriks poliester. Hal ini menunjukkan bahwa pada proses pembuatan sampel dengan metode *hand lay up* masih terdapat udara yang terperangkap. Udara tersebut biasanya membentuk gelembung dan terperangkap dalam matriks hingga matriks menjadi padat, sehingga terbentuk pori di dalam sampel. Keberadaan pori pada sampel akan menurunkan ketahanan terhadap benturan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa peningkatan volume filler rami hingga 75% pada sampel dengan matriks PVC dan poliester dapat meningkatkan ketahanan benturan. Sampel komposit rami dengan matriks PVC memiliki ketahanan benturan yang lebih tinggi dari sampel dengan matriks poliester. Sampel dengan Fraksi volume filler rami 75% memiliki nilai energi impact tertinggi dibandingkan dengan fraksi volume filler yang lain.

Sampel dengan matriks poliester bersifat getas atau *brittle* sedangkan sampel dengan matriks PVC bersifat ulet atau *ductile*. Berdasar pengujian impak, sampel komposit

rami dengan matriks PVC dan poliester mengalami mekanisme *fibres pull out* dan putusanya serat pada *failure mode*.

SARAN

Disarankan untuk melakukan uji mekanik yang lain seperti uji tekan atau *bending*, uji tarik dan pengujian sifat mekanik lainnya agar diperoleh Informasi yang lebih komprehensif terkait karakteristik mekanik pada material komposit rami. disarankan menggunakan material matriks yang lain, agar memperkaya informasi terkait sifat mekanik pada sampel komposit berbasis rami.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat yang telah memberikan hibah dana penelitian melalui skema Penelitian Dosen Pemula Tahun 2018 sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Kalimantan, khususnya LPPM ITK dan semua pihak yang membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rosalam Che Me, R. Ibrahim, P. M. Tahir. "Natural Based Biocomposite Material For Prosthetic Socket Fabrication", Alam Cipta 5 (2012): 27-34
- [2] Caitlin O'Brien, Amanda McBride, Arash E.Z, Kelly A. Burke, Alex Hill. "Mechanical Behavior of Stainless Steel Fiber-Reinforced Composites Exposed to Accelerated Corrosion", Materials, 10 (2017): 772
- [3] M. Sobek, A. Baier, A. Buchacz, L. Grabowski, M. Majzner. "Carbon Fiber Based Composite stress analysis, Experimental and Computer Comparative Studies", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 95 (2015): 012011
- [4] S.R. Djafari Petroudy. *Advanced High Strength Natural Fibre Composite in Construction*. Elsevier. (2017)
- [5] Tresna P.S., W. Kusumaningsih, A. P. Irawan. " Karakteristik Mekanik Komposit Lamina Serat Rami Epoksi Sebagai Bahan Alternatif Soket Prothesis", Makara 13 (2009): 96-101
- [6] A.P. Irawan, Tresna P.S., W. Kusumaningsih, Agus H.S.R.

"Komposit laminate Rami Epoksi Sebagai Bahan Alternatif Socket Prothesis", Jurnal Teknik Mesin, UNTAR, 11(2009): 41-45

- [7] P. I. Purboputro, A. Hariyanto. "Analisis Sifat Tarik Dan Impak Komposit Serat Rami Dengan Perlakuan Alkali Dalam Waktu 2,4,6 dan 8 Jam Bermatriks Poliester", Media Mesin: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 18 (2017):64-75.