

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI TEKAN DAN IMPAK KOMPOSIT
HYBRID SERAT IJUK ACAK/SERAT GELAS ANYAM BERMATRIK
POLYESTER**

Nizam Fikry Akbar

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah
Istimewa Yogyakarta.

E-mail: nizam_fikry@yahoo.com

Abstrak

Salah satu ilmu pengetahuan yang berkembang di era globalisasi sekarang adalah material komposit, material komposit sangat dibutuhkan pada bidang industri seperti militer, penerbangan, otomotif dan berbagai bidang industri lainnya. Material komposit adalah suatu bahan material yang terdiri dua atau lebih bahan sehingga diperoleh kombinasi sifat fisik dan mekanik yang lebih baik. Pada saat ini perkembangan tentang material komposit sangat pesat, beberapa diantaranya adalah dengan menggabungkan serat sintesis dan serat alam sebagai pengisi sehingga diperoleh material baru yang disebut dengan komposit *hybrid*.

Uji tekan dan impact merupakan bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Hal ini berkaitan dengan fenomena yang sering terjadi pada bidang konstruksi, otomotif dan pada bidang teknik lainnya. Pembuatan komposit *hybrid* serat ijuk acak/serat gelas anyam bermatrik *polyester* menggunakan *pres mold* yang dilakukan dua pengujian yaitu pengujian tekan mengacu pada ASTM D 3410 dan pengujian impact mengacu pada ASTM D256. Pada penelitian ini menggunakan fraksi volume antara serat dan matrik 40-60 dengan lima variasi lapisan serat gelas yaitu 0 lapis, 1 lapis, 2 lapis, 3 lapis dan 4 lapis.

Dari hasil yang telah di capai bahwa variasi lapisan serat gelas mempengaruhi besar nilai kuat tekan dan modulus elastisitas. Nilai rata-rata kuat tekan terendah diperoleh pada variasi lapisan serat gelas 0 lapis sebesar 25,17 MPa dan nilai rata-rata kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi lapisan serat gelas 4 lapis sebesar 67,38 MPa sedangkan untuk nilai rata-rata modulus elastisitas terendah diperoleh pada variasi lapisan serat gelas 0 lapis sebesar 57,214 MPa dan nilai rata-rata modulus elastisitas tertinggi diperoleh pada variasi lapisan serat gelas 4 lapis sebesar 124,767 MPa. Variasi lapisan serat gelas mempengaruhi besar ketangguhan impact. Nilai rata-rata ketangguhan impact tertinggi diperoleh pada variasi 3 sebesar 0,1058 J/mm² dan nilai rata-rata ketangguhan impact terendah diperoleh pada variasi 0 sebesar 0.0122 J/mm².

Kata kunci: Komposit *hybrid*, uji tekan, uji impact, fraksi volume serat, serat gelas, serat ijuk.

PENDAHULUAN

Salah satu ilmu teknologi yang berkembang di era globalisasi sekarang yang dibutuhkan pada bidang industri seperti militer, penerbangan, otomotif dan berbagai bidang industri lainnya adalah material komposit. Material komposit adalah suatu bahan material yang terdiri dua atau lebih bahan sehingga diperoleh kombinasi sifat fisik dan mekanik yang lebih baik (Asfarizal, 2016). Bahan material yang digunakan dalam pembuatan material komposit ini salah satunya adalah serat ijuk.

Serat ijuk dipilih karena memiliki sifat yang *renewable* atau terbarukan, selain itu serat ijuk memiliki kekuatan terhadap gesekan, tahan terhadap asam dan garam air laut (Surono, 2017). Produksi ijuk secara nasional mencapai 14.000 ton/bulan atau 165.000 ton/tahun. Berdasarkan data dari Dinas Pertanian Kabupaten Tasikmalaya menunjukkan luas tanaman pohon aren tahun 2016 seluas 2.057 Ha dengan produksi ijuk mencapai 11.396 ton/tahun. Dengan mempertimbangkan ketersediaan serat ijuk yang melimpah, terbarukan dan ramah lingkungan diharapkan dapat menggantikan penggunaan serat sintetis untuk pengisi material komposit.

Serat sintetis adalah serat yang terbuat dari bahan anorganik dengan komposisi kimia tertentu. Serat sintetis yang telah banyak digunakan antara lain karbon, nilon dan serat gelas. Serat gelas diharapkan mampu menjadi penopang kekuatan komposit, tegangan yang terjadi awalnya diterima oleh matrik, kemudian diteruskan kepada serat seterusnya serat akan menahan

beban sampai dengan beban maksimum (Datto, 1991). Matrik yang banyak dipakai saat ini adalah polimer, salah satu contohnya adalah *polyester*. Keuntungan dari penggunaan resin *polyester* adalah memiliki kemampuan yang baik terhadap cuaca. *Polyester* juga tahan terhadap sinar UV dan kelembaban, bila berada diluar ruangan, akan tetapi sifat tembus cahaya akan rusak ketika dipakai beberapa tahun (Surdia, 1992).

Penelitian tentang komposit *hybrid*, komposit *hybrid* merupakan gabungan serat sintetis dan serat alam (Sitorus, 1996). Penelitian tersebut diperoleh beberapa sifat mekanik dari komposit hibrid serat ijuk dan serat *glass* atau serat gelas dengan resin *polyester* adalah kekuatan tarik tegangan maksimum rata-rata untuk mode ijuk – *glass* – ijuk sebesar 56,04 MPa. Hasil pengujian kekuatan lentur, kekuatan lentur maksimum rata-rata sebesar 180,7 MPa. Pengujian dampak didapatkan kekuatan dampak rata-rata sebesar 46,18 kJ/m².

Machmudi dan Irfa'i (2016), dalam penelitiannya mengkaji kekuatan dampak komposit berpenguat serat pohon aren (ijuk) acak anyam acak terhadap. Dari hasil pengujian dampak didapat kekuatan maksimum pada fraksi volume serat 40% sebesar 18.9162 J dan kekuatan dampak terendah pada fraksi volume serat 20% sebesar 12.7593 J.

Irawan, dkk (2013), mengkaji kekuatan tekan dan *flexural* material komposit serat bambu epoksi. Pengujian yang dilakukan meliputi uji tekan (*compressive strength*) ASTM D 695, uji *flexural* (*flexural strength*) ASTM D

730-03, dan uji kegagalan tekan prototipe produk socket ISO 10328. Hasil penelitian diperoleh kekuatan tekan sebesar 41,44 MPa.

Dari beberapa uraian penelitian yang dilakukan di atas menunjukkan bahwa di era globalisasi sekarang, penggunaan bahan material komposit baru mendapat perhatian dari dunia industri. Salah satu teknologi komposit yang sedang berkembang adalah komposit *hybrid* serat ijuk acak/serat gelas anyam bermatrik *polyester*. Walaupun beberapa penelitian tentang pemanfaatan serat alam sebagai pengisi material komposit telah banyak dilakukan, namun diantaranya yang dilaporkan tersebut hanya terbatas pada penelitian tentang sifat kekuatan impak, bending, tekan dan *flexural* menggunakan komposit serat tertentu. Sedangkan penelitian tentang sifat-sifat tekan dan ketangguhan impak material komposit *hybrid* serat ijuk acak/serat gelas anyam bermatrik *polyester* masih sangat jarang. Berdasarkan kesimpulan di atas, maka perlu dilakukan penelitian dan kajian lebih lanjut mengenai kekuatan sifat-sifat tekan dan ketangguhan impak dari material komposit *hybrid* serat ijuk/serat gelas anyam bermatrik *polyester* dengan variasi lapisan serat gelas.

METODE PENELITIAN

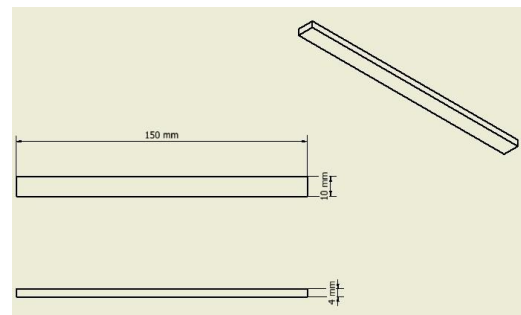
1. Persiapan Bahan

Bahan utama penelitian ini adalah serat ijuk kualitas ekspor yang didapat dari sentra pengolahan ijuk di Jalan H.Z Mutakin No 48 Kelurahan Linggajaya, Kecamatan Mangkubumi, Kota Tasikmalaya. Kemudian serat gelas

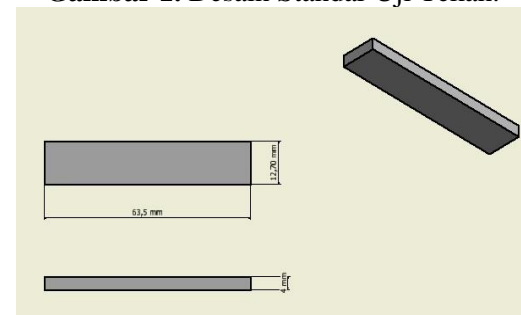
didapat dari toko Ngasem Baru, Jln. Mayjend Sutoyo No. 35, Mantrijeron, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta. Bahan matrik yang digunakan adalah resin *Polyester* BQTN tipe 138.

2. Pembuatan Komposit

Pembuatan komposit *hybrid* menggunakan metode *press mold* dengan dua jenis serat yaitu serat ijuk orientasi acak dan serat gelas orientasi anyam kemudian dibuat dengan komposisi volume serat ($V_{ftot} = V_c \cdot V_{ftot}$) 0, 1, 2, 3 dan 4. Panel yang sudah jadi yang berukuran p x l x t 30 x 25 x 0,4 cm kemudian dibentuk menjadi spesimen uji tekan mengacu ke standar ASTM D 3410 dan spesimen uji impak mengacu ke standar ASTM D256 (Gambar 1 dan 2).



Gambar 1. Desain Standar Uji Tekan.



Gambar 2. Desain Standar Uji Impak.

Pengujian tekan ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan tekan, regangan tekan dan modulus elastisitas

tekan menggunakan *Universal Testing Machine* (Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta). Persamaan yang linier hubungan antara tegangan dan regangan dapat digambarkan seperti rumus dibawah ini:

$$\sigma_c = P/A \quad (1)$$

$$\sigma_c = P/A = \frac{1000 \text{ N}}{38,304 \text{ mm}^2} = 26,11 \text{ MPa}$$

Kekuatan tekan dapat diartikan sebagai gaya pembebanan maksimal dibagi luas area.

$$\varepsilon = \Delta L/L_0 \quad (2)$$

Regangan tekan dapat diartikan nilai perubahan panjang dibagi panjang awal.

$$E^c = \Delta\sigma/\Delta\varepsilon \quad (3)$$

Modulus elastisitas adalah nilai atau angka yang digunakan untuk mengukur ketahanan bahan atau spesimen untuk mengalami deformasi elastis ketika gaya diterapkan pada benda itu. Perhitungan nilai modulus elastisitas dilakukan dengan melihat nilai perubahan kekuatan ($\Delta\sigma$) dan perubahan regangan ($\Delta\varepsilon$).

Dengan catatan :

- σ_c = Kekuatan tekan (MPa)
- P = Gaya pembebanan max (N)
- A = Luas area (mm^2)
- ε = Regangan tekan
- ΔL = Perubahan panjang
- L_0 = Panjang awal
- E^c = Modulus elastisitas
- $\Delta\sigma$ = Kekuatan tekan
- $\Delta\varepsilon$ = Regangan

Sementara pengujian impak bertujuan untuk mengetahui nilai ketangguhan impak menggunakan alat uji impak GOTECH (Laboratorium Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi AKPRIND, Yogyakarta) dan alat uji impak Controlab (Laboratorium Teknik Mesin, Sekolah Vokasi Gadjah Mada, Yogyakarta). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai ketangguhan impak, hasil pengujian ini akan digunakan untuk mengetahui karakteristik patahan spesimen komposit tersebut.

$$\sigma_{\text{impak}} = \frac{E_{\text{patah}}}{A} \quad (3)$$

Ketangguhan impak dapat diartikan sebagai energi serap dibagi luas penampang.

Dengan catatan :

- σ_{impak} = Ketangguhan impak J/mm^2
- E_{patah} = Energi serap (J)
- A = Luas penampang (mm^2)

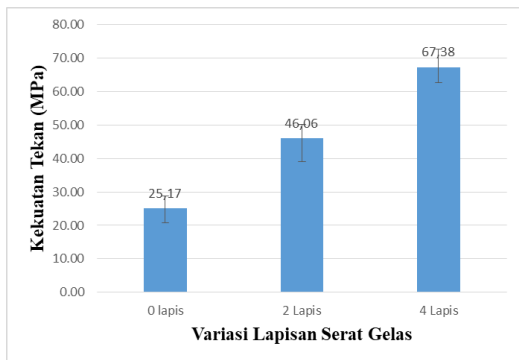
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian tekan dilakukan terhadap 3 variasi lapis serat gelas dengan volume 0,4 terdiri dari 0, 2, 4 lapis serat gelas. Masing-masing variasi terdiri dari 5 spesimen uji tekan sehingga semua spesimen berjumlah 15 buah.



Gambar 3. Spesimen Uji Tekan.

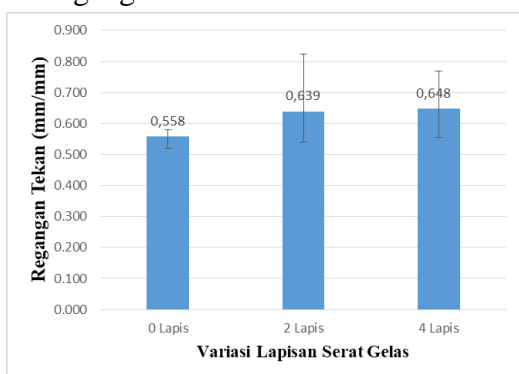
1. Kekuatan Tekan



Gambar 4. Pengaruh Lapisan Serat Gelas Terhadap Nilai Kekuatan Tekan.

Dari grafik perbandingan di atas dapat diketahui bahwa nilai kekuatan tekan rata-rata terendah pada variasi 0 lapisan serat gelas sebesar 25,17 MPa sedangkan nilai kekuatan tekan rata-rata tertinggi diperoleh pada variasi 4 lapisan serat gelas sebesar 67,38 MPa. Hal tersebut membuktikan bahwa variasi lapisan serat gelas mampu meningkatkan kekuatan tekan pada komposit *hybrid* serta nilai kekuatan tekan rata-rata di pengaruhi juga oleh keberadaan *void* pada area patahan.

2. Regangan Tekan

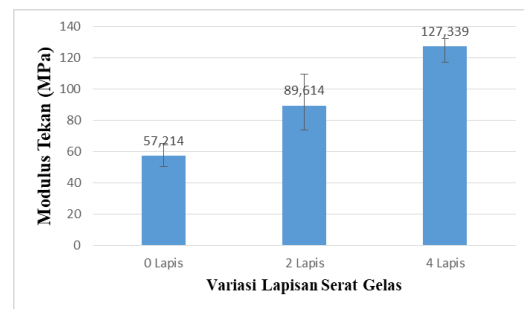


Gambar 5. Pengaruh Variasi Lapisan Serat Gelas Terhadap Nilai Regangan Tekan.

Gambar 5 menunjukkan nilai rata-rata regangan tekan terendah diperoleh pada variasi lapis 0 yaitu sebesar 0,558 dan nilai rata-rata regangan tekan

tertinggi diperoleh pada variasi 4 lapis yaitu sebesar 0,648. Hal ini disebabkan oleh kuat ikatan *interface* antara serat dengan matrik berbeda pada setiap spesimen, sehingga deformasi yang terjadi semakin besar. Dimana deformasi (ΔL) berbanding lurus dengan regangan (ϵ). Selain itu, keberadaan *void* juga mempengaruhi besar kecilnya regangan, karena dengan adanya *void* kuat ikatan *interface* antar serat dengan matriknya menjadi kurang sehingga memperbesar nilai regangannya.

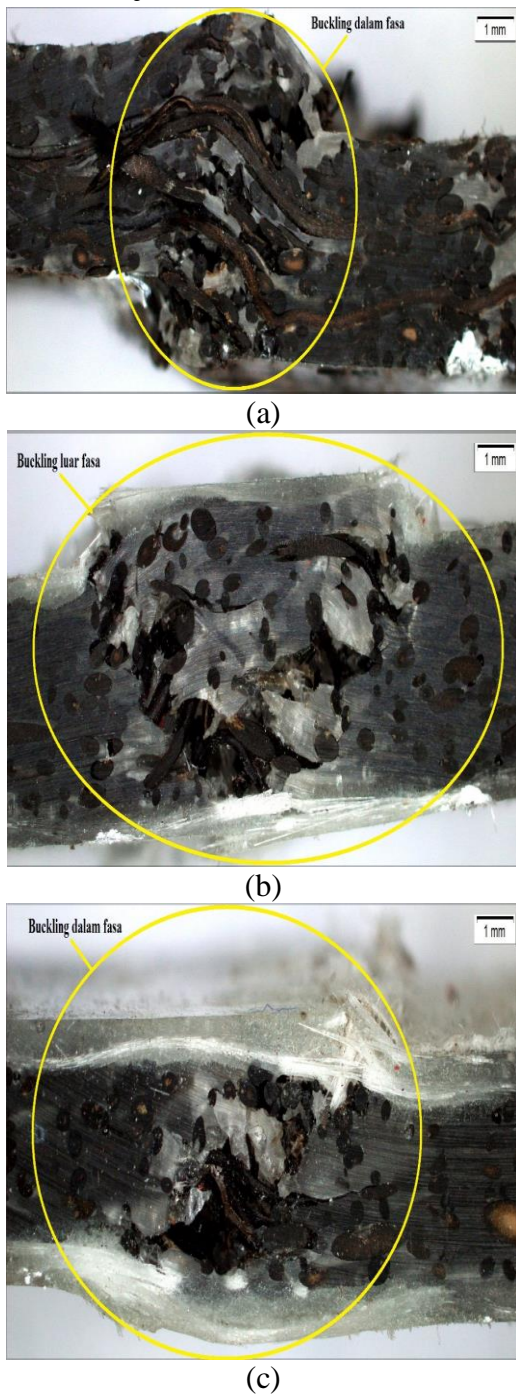
3. Modulus Elastisitas Tekan



Gambar 6. Pengaruh Variasi Lapisan Serat Gelas Terhadap Nilai Modulus Elastisitas Tekan.

Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai rata-rata modulus elastisitas tekan terendah diperoleh pada lapis 0 sebesar 57,214 MPa dan nilai rata-rata modulus elastisitas tekan tertinggi diperoleh pada variasi 4 lapis yaitu sebesar 127,767 MPa. Hal ini membuktikan bahwa seiring bertambahnya variasi lapisan serat gelas secara kontinyu menaikkan nilai rata-rata modulus elastisitas tekan dan meningkatkan kekuatan komposit sehingga membuat spesimen komposit semakin kaku.

4. Pengamatan Foto Makro Penampang Patahan Uji Tekan



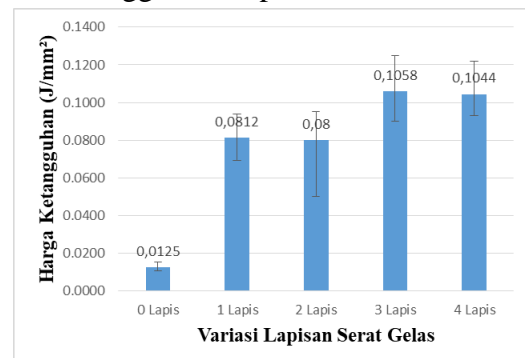
Gambar 7. Foto Patahan Spesimen Tekan (a) 0 Lapis Serat Gelas; (b) 2 Lapis Serat Gelas (c) 4 Lapis Serat Gelas.

Gambar 7 menunjukkan patahan yang berbeda pada spesimen pengujian tekan. Spesimen a dan c mengalami tekuk dalam fasa di mana serat pada

spesimen tertekuk pada arah yang sama. Hal ini disebabkan tegangan tekan serat berbanding lurus (proporsional) dengan tegangan geser matriknya. Sedangkan spesimen b mengalami tekuk di luar fasa di mana serat pada spesimen tertekuk pada arah yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh perbedaan tegangan tekan serat dan tegangan geser matriknya.

Sementara untuk pengujian impak dilakukan terhadap 5 variasi lapis serat gelas dengan volume 0,4 terdiri dari 0, 1, 2, 3, 4 lapis serat gelas. Masing-masing variasi terdiri dari 5 spesimen uji impak sehingga semua spesimen berjumlah 25 buah.

1. Ketangguhan Impak

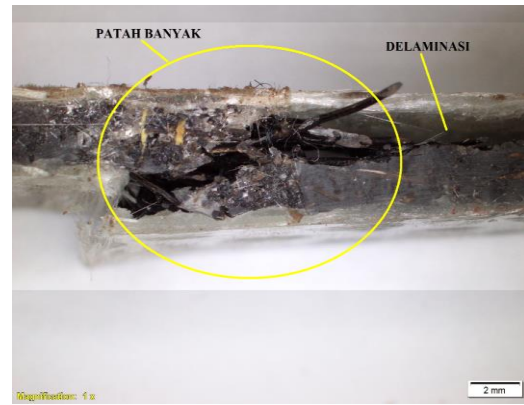


Gambar 8. Grafik Ketangguhan Impak Rata-Rata.

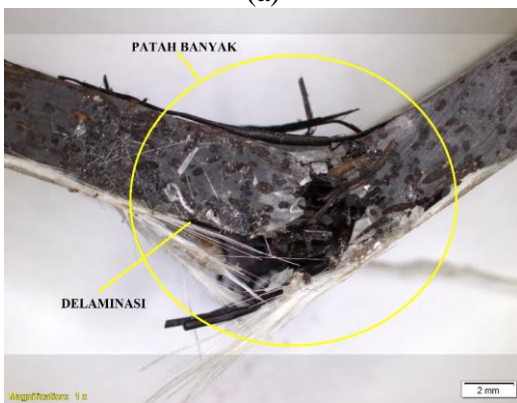
Gambar 8 menunjukkan hasil nilai rata-rata ketangguhan impak terendah pada variasi 0 lapis serat gelas anyam 0,0124 (J/mm²) dan tertinggi pada variasi 3 sebesar 0,1058 (J/mm²). Nilai ketangguhan impak dipengaruhi oleh nilai energi terserap dan luas penampang spesimen yang diuji, serta penambahan jumlah lapisan serat gelas anyam menyebabkan peningkatan ketahanan material komposit terhadap beban kejut pendulum.



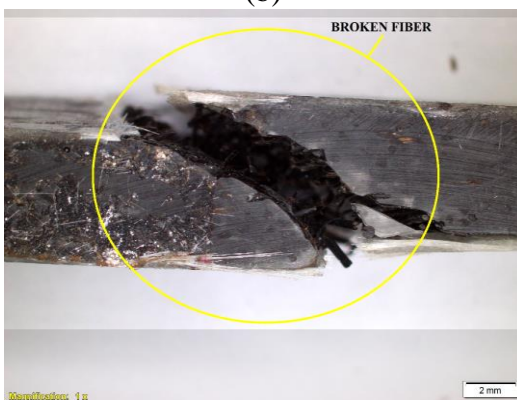
(a)



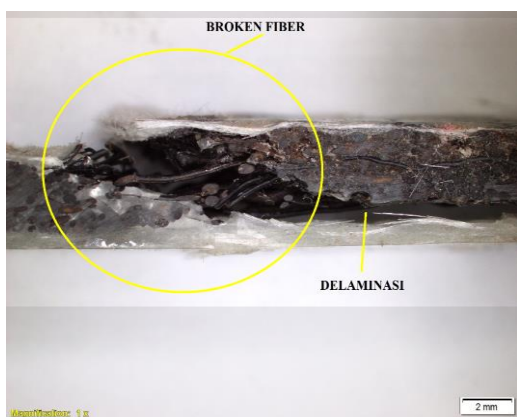
(e)



(b)



(c)



(d)

Gambar 9. Foto Patahan Spesimen Impak Tekan (a) 0 Lapis Serat Gelas; (b) 1 Lapis Serat Gelas (c) 2 Lapis Serat Gelas; (d) 3 Lapis Serat Gelas; dan (e) 4 Lapis Serat Gelas.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan hasil pengujian pengaruh lapisan serat gelas anyam komposit *hybrid* serat ijuk acak/serat gelas anyam bermatrik *polyester* terhadap kuat tekan dan dampak, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi lapisan serat gelas mempengaruhi besar nilai kuat tekan dan modulus elastisitas tekan komposit *hybrid* serat ijuk acak/serat gelas anyam bermatrik *polyester*. Nilai rata-rata kuat tekan terendah diperoleh pada variasi lapisan serat gelas 0 lapis sebesar 25,17 MPa dan nilai rata-rata kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi lapisan serat gelas 4 lapis sebesar 67,38 MPa sedangkan untuk nilai rata-rata modulus elastisitas terendah diperoleh pada variasi lapisan serat gelas 0 lapis sebesar 57,214 MPa dan nilai rata-rata modulus elastisitas tertinggi diperoleh pada variasi lapisan serat gelas 4 lapis sebesar 124,767 MPa. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa variasi

lapisan serat gelas anyam mampu menaikkan kekuatan tekan tetapi membuat spesimen menjadi semakin kaku.

2. Variasi lapisan serat gelas mempengaruhi besar ketangguhan impak. Nilai rata-rata ketangguhan impak tertinggi diperoleh pada variasi 3 sebesar 0,1058 J/mm² dan nilai rata-rata ketangguhan impak terendah diperoleh pada variasi 0 sebesar 0.0122 J/mm². Hal ini disebabkan oleh penambahan serat gelas anyam yang menyebabkan peningkatan ketahanan material komposit terhadap beban kejut pendulum.

3. Hasil pengamatan dari foto makro pada spesimen tekan menunjukkan bahwa pada spesimen variasi lapisan serat gelas 0 lapis dan 4 lapis terjadi patahan tekuk dalam fasa di mana serat pada spesimen tertekuk pada arah yang sama. Sedangkan spesimen variasi serat gelas 2 lapis mengalami patahan tekuk luar fasa, dimana serat pada spesimen tertekuk pada arah yang berbeda-beda. Sedangkan pada pengujian impak patahan yang terjadi pada setiap spesimen yaitu: patah getas, patah banyak, dan *broken fiber*. Selain itu spesimen juga mengalami *fiber pull out* dan delaminasi.

DAFTAR PUSTAKA

Asfarizal. 2016. "Karakteristik Komposit Berbasis Serat Kelapa dan Komposit Berbasis Serat Aren". *Jurnal Teknik Mesin ISSN 2089-4880*, 6(1), 24-31.

Datto, Mahmood Husein, 1991, "Mechanics of Fibrous Composites", Elsevier Science Publisher LTD, England.

Dinas Pertanian. 2016. *Luas Dan Produksi Perkebunan Rakyat*. Tasikmalaya: Kementan.

Irawan, A. P., & Sukania, I. W. 2013. Kekuatan Tekan dan Flexural Material Komposit Serat Bambu Epoksi. *Jurnal Teknik Mesin*, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara. Jakarta.

Machmudi, M. A. I. 2016. Analisis Komposit Berpenguat Serat Pohon Aren (ijuk) Acak Anyam Acak Terhadap Kekuatan Bending dan Kekuatan Impact Dengan Resin Polyester. *Jurnal Teknik Mesin*, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, halm. 147.

Sitorus, J., (1996), Komposit Hibrid Serat Panjang, Serat Gelas-Ijuk Dengan Matriks Polimer, Skripsi, FMIPA USU, Medan.

Surdia, 1992, *Pengetahuan Bahan Teknik*, FT, Pradnaya Paramita, Jakarta.

Surono, U. B. 2017. Analisa Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Serat Ijuk dengan Bahan Matrik Poliester. In *Prosiding Seminar Nasional ReTII*. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional. Yogyakarta.