

# PENGARUH RASIO HIBRIDISASI TERHADAP KETANGGUHAN IMPAK, DAN SIFAT LENTUR PADA BALOK PENDEK

Singgih Tanjung Abadi<sup>a</sup>, Sudarisman<sup>b</sup>, Harini Sosiati<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jl. Brawijaya, Tamantirto, Bantul, Yogyakarta 55183  
singgihtanjung@gmail.com

---

## Abstrak

Material gabungan antara serat sintesis dan serat alami yang biasa disebut komposit hibrid telah banyak diminati oleh para ahli untuk dikembangkan dan diteliti karena material komposit memiliki kekuatan yang tinggi, mudah dibentuk, tahan korosi dan harganya lebih murah dibandingkan material logam. Pemanfaatan material komposit telah banyak diaplikasikan dalam kehidupan manusia, termasuk dalam dunia industri material komposit digunakan sebagai pengganti logam. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat komposit hibrid serat ijuk acak/serat gelas searah bermatriks polyester untuk mengetahui pengaruh rasio hibridisasi terhadap ketangguhan impak dan sifat lentur pada balok pendek.

Komposit hibrid difabrikasi dengan menggunakan cetakan cold press selama 12 jam dengan komposisi matriks/filler yaitu 70/30 %. Serat ijuk dialkalisasi dengan cara merendam serat dalam larutan 5% NaOH selama 2 jam, sedangkan proses penetralisasi serat ijuk dilakukan dengan merendam serat dengan aquades selama 48 jam dan pergantian air sebanyak 8 kali. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan pada lapisan serat gelas yaitu 0 lapis, 1 lapis, 2 lapis dan 8 lapis, serta perbandingan panjang span terhadap tebal komposit yaitu  $L/d = 16$  dan  $L/d = 24$ . Pengujian bending berdasarkan ASTM D790 dan pengujian impak berdasarkan ASTM D4812 dilakukan pada semua spesimen komposit hibrid. Pengujian impak dilakukan dari sisi permukaan belakang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan bending tertinggi (399,921 MPa) pada variasi lapisan serat gelas 8 lapis panjang  $L/d = 16$  dengan regangan 4,34%. Modulus elastisitas tertinggi dicapai pada variasi lapisan serat gelas 8 lapis panjang  $L/d = 24$  (9,57 GPa). Hasil pengujian impak menghasilkan nilai ketangguhan impak tertinggi pada variasi lapisan serat gelas 8 lapis (223832,12 J/m<sup>2</sup>), sehingga dapat disimpulkan bahwa peningkatan volume serat gelas dapat berpengaruh pada nilai kekuatan bending, regangan bending dan modulus elastisitas. Peningkatan volume serat gelas juga dapat mempengaruhi nilai ketangguhan impak.

**Kata Kunci :** Komposit hibrid, serat ijuk, serat gelas, polyester, pengujian bending, pengujian impak

## Abstract

*A combination of synthetic fibers and natural fibers commonly called hybrid composites has been in great demand by experts to be developed and researched because they have high strength, easily shaped, corrosion resistant and cheaper than metals. The use of composite materials has been widely applied in human life, including in the composite material industries. The purpose of this research is to make hybrid composite fibers from random sugar palm fibers / glass fibers / polyester to determine the effect of hybrid ratio on impact toughness and flexural properties on the short beam.*

*Hybrid composites were fabricated using cold press molds for 12 hours with a matrix / filler composition of 70/30%. Sugar palm fibers were alkalisied by immersing the fiber in a solution of 5% NaOH for 2 hours, while the process of neutralizing the fibers done by soaking the fiber with aquades for 48 hours and changing the water 8 times. In this study the number of the glass fiber layers were 0, 1, 2, 8 and the ratio of the span length to the thickness of the composite were  $L/d = 16$  and  $L/d = 24$ . Bending testing based on ASTM D790 and impact testing*

based on ASTM D4812 were performed on all hybrid composite specimens. Impact testing is carried out from the glass fiber surface.

The results showed that the highest bending strength (399,921 MPa) was obtained from the 8 glass fiber layer  $L/d = 16$  with strain 4.34%. The highest modulus of elasticity is achieved in glass fiber layer variations of 8 layers and  $L/d = 24$  (9,57 GPa). The impact test resulted in the highest impact toughness at 8 layers of glass fiber (223832,12 J/m<sup>2</sup>), so it can be concluded that the increase in the volume of glass fiber can affect the value of bending strength, bending strain and modulus of elasticity. Increasing the volume of glass fiber can also affect the value of impact toughness.

**Keywords:** Hybrid composite, sugar palm fiber, glass fiber, polyester, bending test, impact test

## 1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman, teknologi komposit pada saat ini telah banyak dikembangkan dan diteliti, salah satunya adalah komposit hibrid. Komposit hibrid merupakan komposit gabungan yang terdiri dari tipe serat lurus dengan serat acak (Gibson, 1994). Pemanfaatan material komposit banyak digunakan dalam dunia industri sebagai pengganti logam. Komposit merupakan salah satu material yang memiliki kekuatan yang tinggi, mudah dibentuk, tahan korosi dan tentunya memiliki harga yang lebih murah.

Unsur pembentuk komposit adalah matrik dan penguat. Matrik yang umum digunakan adalah polimer berbahan resin dan penguat serat sintesis. Namun, penggunaan kedua jenis material tersebut akan mengakibatkan masalah bagi lingkungan karena sulitnya terdegradasi oleh alam. Salah satu pertimbangan dalam merencanakan bahan komposit adalah bagaimana agar material komposit yang akan digunakan dalam suatu konstruksi dapat terdegradasi secara alami di alam. Penggunaan serat alami adalah solusi agar tujuan tersebut dapat tercapai (Rodiawan dkk., 2016).

Salah satu contoh serat alami yang digunakan sebagai serat penguat pada material komposit hibrid adalah serat ijuk aren. Serat ijuk sebagai elemen penguat sangat menentukan sifat mekanik dari komposit karena meneruskan beban yang didistribusikan oleh matriks. Orientasi arah serat, fraksi volume, ukuran dan bentuk serta material adalah faktor-faktor yang mempengaruhi properti mekanik dan laminat komposit. Dilihat dari bentuknya, serat ijuk tidak homogen, hal ini disebabkan oleh pertumbuhan dan pembentukan serat tersebut bergantung pada lingkungan alam dan musim (Christiani, 2008).

Permentan, (2014) tentang pedoman budidaya aren (*arenga pinnata merr*) yang baik, aren termasuk salah satu jenis tanaman palma yang tersebar hampir diseluruh wilayah Indonesia, terutama di 14 provinsi, yaitu Papua, Maluku, Maluku Utara, Banten, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Bengkulu, Kalimantan Selatan dan Aceh, dengan total luas areal sekitar 70.000 Ha. Aren memiliki fungsi produksi menghasilkan berbagai komoditi yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan berpotensi ekspor jika diusahakan secara serius, karena seluruh bagian tanaman dapat diolah menjadi berbagai produk pangan dan non pangan.

Di Indonesia, pemanfaatan tanaman aren telah berlangsung lama, namun perkembangannya menjadi komoditi agribisnis relatif lambat, karena sebagian tanaman aren yang ada tumbuh secara alamiah atau belum dibudidayakan. Budidaya tanaman aren belum banyak dilaksanakan, karena selama ini yang dilaksanakan masih terbatas pada penanganan panen, pasca panen dan aspek pemasarannya. Di beberapa daerah, tanaman aren tumbuh secara alami dengan jarak tanam yang tidak teratur.

Samlawi dkk., meneliti pembuatan dan karakterisasi material komposit serat ijuk sebagai bahan baku cover body sepeda motor. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa hasil pengujian impak menunjukkan semua komposisi fraksi massa mempunyai nilai energi impak diatas nilai energi impak cover body sepeda motor merk x yang digunakan sebagai pembanding. Lalu pengujian tarik menunjukkan semua komposisi fraksi massa mempunyai presentasi pertambahan panjang diatas presentasi material pembanding, komposisi fraksi massa 50%:50% menghasilkan nilai energi impak tertinggi sebesar 198,75 J/cm<sup>2</sup> merupakan nilai kekuatan tarik material perbandingan sebesar 30,24 MPa, serta menghasilkan nilai elongasi tertinggi sebesar 4,02%.

Supriyadi, (2017), dalam penelitiannya pembuatan dan karakterisasi lentur komposit hybrid serat ijuk acak/serat gelas searah bermatriks epoksi. Pada hasil penelitiannya yang dicapai menunjukkan bahwa semakin bertambahnya fraksi volume serat gelas semakin meningkatkan kekuatan bending dan modulus elastisitas. Hasil kekuatan bending tertinggi diperoleh pada  $L/d=32$  dengan hybrid ratio 0,2 yaitu sebesar 127,659 MPa.

Nizam, (2018), mengkaji tentang pembuatan dan karakterisasi tekan dan impak komposit hybrid serat ijuk acak/serat gelas anyam bermatrik polyester. Pada hasil penelitiannya menunjukkan bahwa variasi lapisan serat gelas mempengaruhi besar nilai kuat tekan dan modulus elastis tekan komposit. Nilai rata-rata kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi lapisan serat gelas 4 lapis sebesar 67,38 MPa sedangkan nilai modulus elastis terendah diperoleh pada variasi lapisan serat gelas 0 lapis sebesar 52,214 MPa.

Sandi, (2017), dalam penelitiannya pembuatan dan karakterisasi lentur komposit hybrid serat ijuk acak/serat gelas searah bermatriks polyester. Pada hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa nilai kekuatan bending tertinggi diperoleh pada  $L/d=32$  dengan hybrid ratio 0,4 yaitu sebesar 231,765 MPa, sedangkan nilai kekuatan bending terendah diperoleh pada  $L/d=16$  dengan hybrid ratio 0,0 yaitu sebesar 29,036 MPa.

Dari beberapa uraian penelitian diatas, menunjukkan bahwa komposit hybrid serat ijuk/serat gelas sudah cukup banyak digunakan dalam penelitian sebagai bahan material komposit. Namun, pembuatan material komposit hybrid menggunakan perbandingan variasi lapisan serat gelas masih jarang dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk membahas pembuatan komposit hybrid serat ijuk acak/serat gelas searah bermatriks polyester dengan perbandingan serat gelas 0, 1, 2 dan 8 lapis, serta perbandingan panjang support span (L) terhadap tebal komposit yaitu  $L/d = 16$  dan  $L/d = 24$ . Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio hibridisasi serat ijuk acak/serat gelas searah terhadap kuat lentur dan kuat impak.

## 2. METODE

### 2.1 Preparasi Serat dan Matriks

Serat ijuk dicuci dan dibersihkan dari kotoran yang menempal, setelah itu serat ijuk direndam pada larutan 5% NaOH dengan waktu perendaman 2 jam. Setelah 2 jam perendaman, dilakukan proses netralisasi dengan merendam serat ijuk pada aquades selama 48 jam dengan pergantian air sebanyak 8 kali setiap 6 jam. Setelah selesai, serat ijuk ditiiskan dan dikeringkan pada suhu kamar selama 2 hari dan dipotong sepanjang 100 mm. Serat gelas yang digunakan adalah serat gelas anyam yang dipotong sesuai ukuran cetakan, lalu anyaman serat diurai kedua arahnya yang saling tegak lurus kemudian disusun secara searah. Matriks yang digunakan yaitu polyester BQTN 268, serta katalis yang berfungsi sebagai pengeras resin.

### 2.2 Pembuatan Plat Komposit



(a)

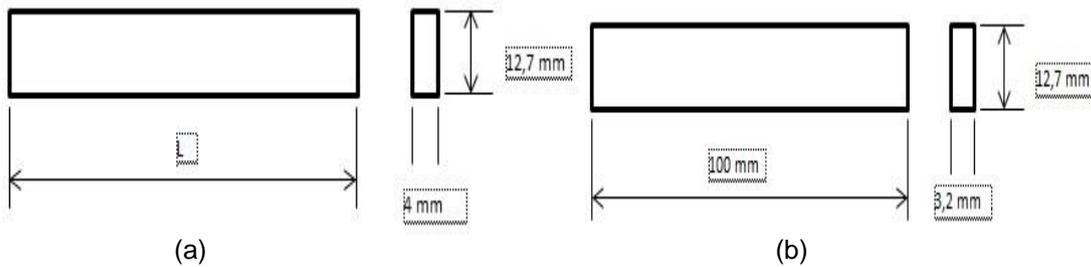


(b)

**Gambar 3.1** Susunan serat siap cetak (a) serat gelas searah (b) serat ijuk acak

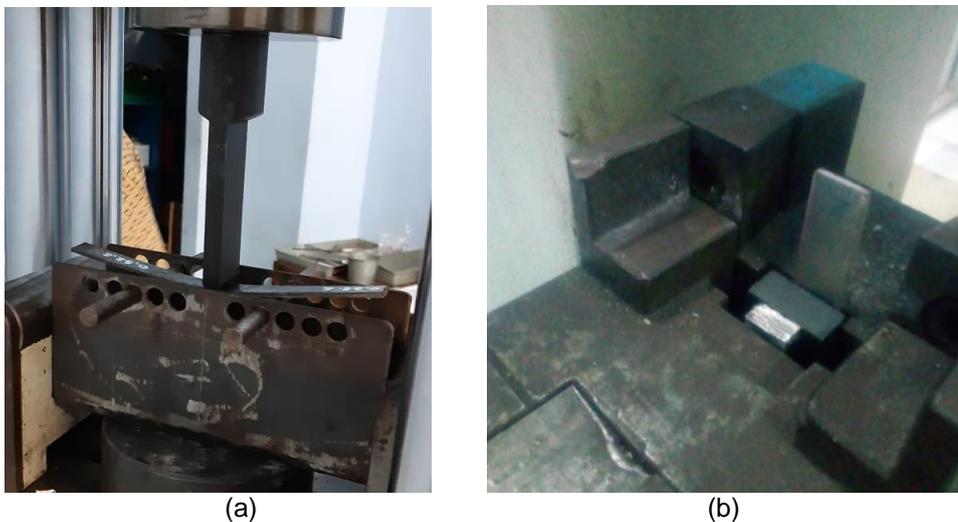
Komposit menggunakan fraksi volume antara serat dan matriks 30:70%. Variasi dilakukan pada perbandingan serat gelas yaitu 0, 1, 2 dan 8 lapis, serta dilakukan perbandingan panjang span (L) terhadap tebal komposit  $L/d = 16$  dan  $L/d = 24$ . Pembuatan plat komposit menggunakan cetakan berukuran panjang 300 mm, lebar 250 mm, dan tebal 4 mm. Setelah serat dan matriks disusun kedalam cetakan langkah berikutnya pengepresan menggunakan alat *press mold* hidrolik manual dengan lama waktu pengepresan 6 jam. Selanjutnya plat komposit dipotong sesuai dengan ASTM untuk pengujian yang sudah ditentukan yaitu 3 *point bending* berdasarkan ASTM D790 dan impak *izod* berdasarkan ASTM D4812.

### 2.3 Uji Bending dan Uji Impak



Gambar 3.2 Ukuran spesimen (a) spesimen bending (b) spesimen impak

Pengujian bending dilakukan dengan mengacu pada ASTM D790 menggunakan mesin uji bending (*zwick/Roel*) di Politeknik ATMI Surakarta dengan *Test load Fmax* 20 kN, panjang spesimen  $L/d = 16$  dan  $L/d = 24$ . Sedangkan, pengujian impak dilakukan dengan mengacu pada ASTM D4812 dimana pengujian dilakukan pada sisi permukaan belakang spesimen dan tanpa takikan.

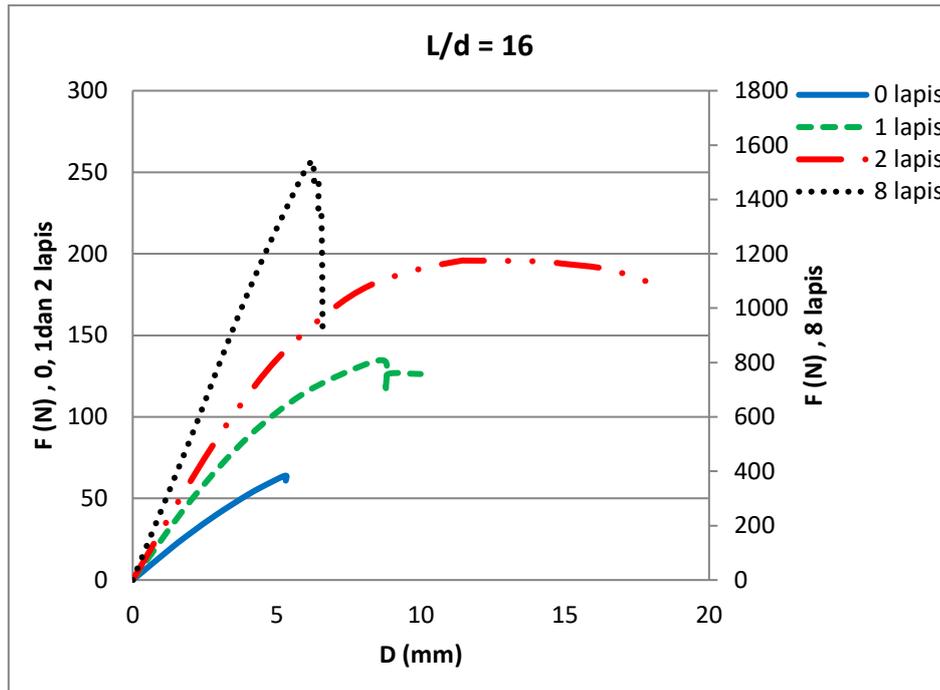


Gambar 3.3 Pengujian spesimen (a) uji bending (b) uji impak

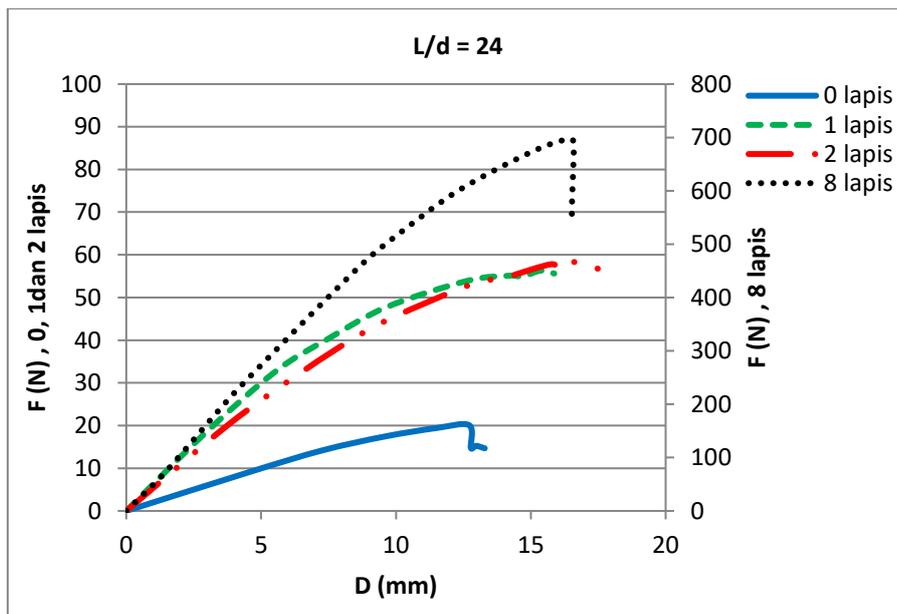
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hubungan Gaya Lintang dengan Defleksi

Grafik hubungan F-D dapat dilihat pada gambar 3.4 (a) spesimen variasi panjang  $L/d = 16$ , sedangkan spesimen variasi panjang  $L/d = 24$  dapat dilihat pada gambar 3.4.(b).



(a)

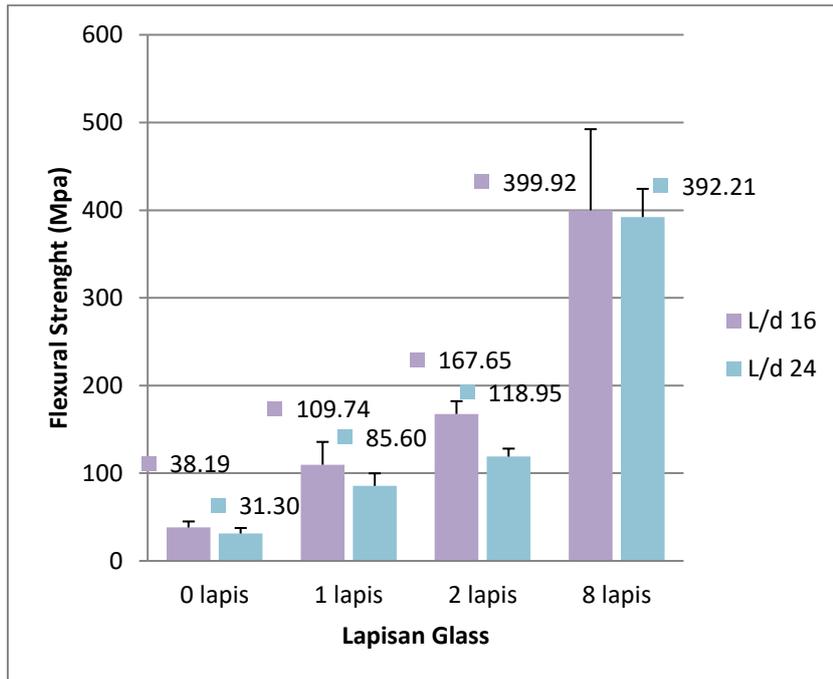


(b)

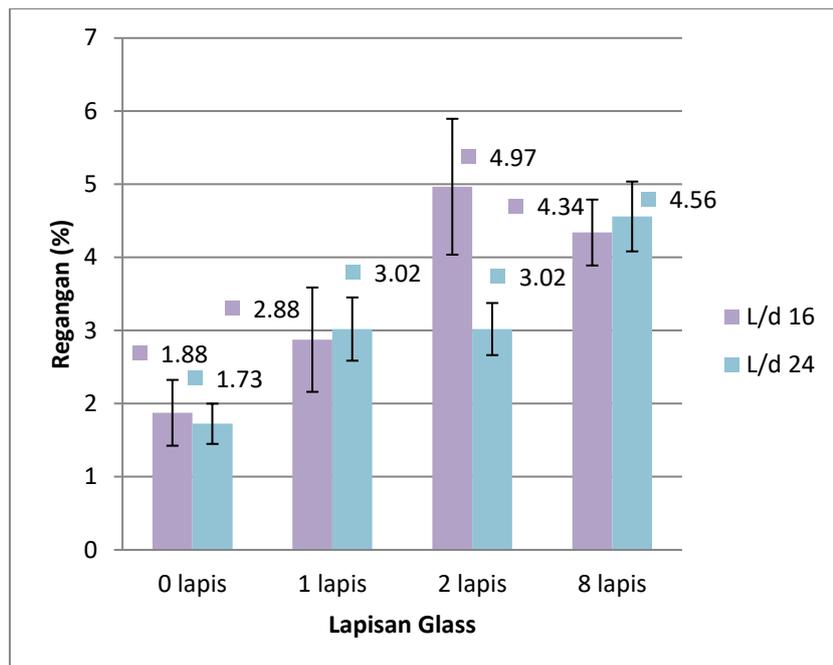
Gambar 3.4 F-D pada panjang (a)  $L/d = 16$  (b)  $L/d = 24$

### 3.2 Sifat - sifat Bending

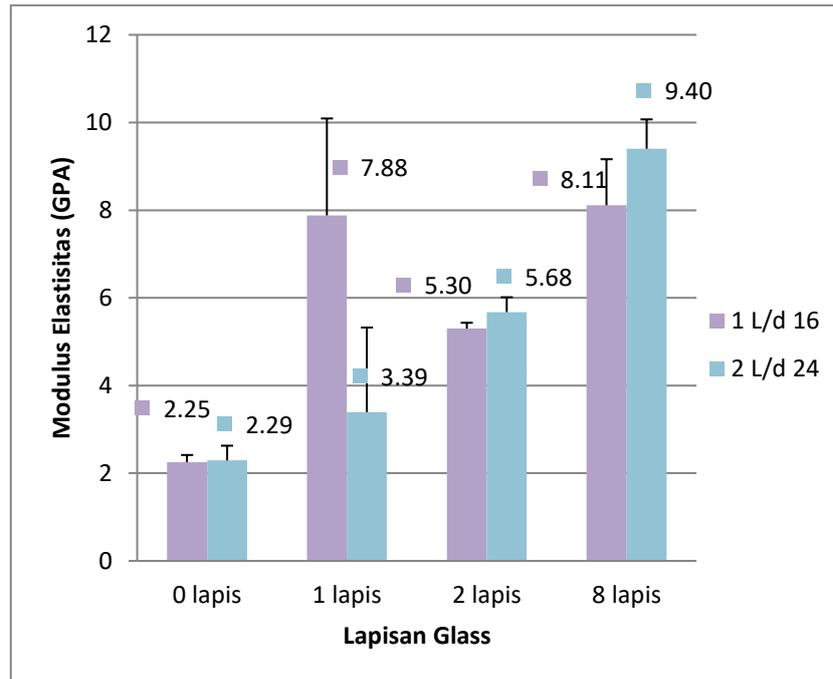
Pengujian bending dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan bending, regangan bending dan modulus elastisitas material komposit serat ijuk acak/serat gelas searah bermatrik polyester pada balok pendek  $L/d = 16$  dan  $L/d = 24$  yang dapat dilihat pada gambar 3.5.



(a)



(b)



(c)

**Gambar 3.5** Hubungan antara lapisan serat gelas terhadap (a) kekuatan bending, (b) regangan bending dan (c) modulus elastisitas

Berdasarkan gambar diatas, menunjukkan nilai rata-rata kekuatan bending terendah pada spesimen variasi 0 lapis serat gelas dengan panjang  $L/d = 24$  sebesar 31,30 MPa. Sedangkan nilai rata-rata kekuatan bending tertinggi pada spesimen variasi 8 lapis serat gelas dengan panjang  $L/d = 16$  sebesar 399,92 MPa. Hasil kekuatan bending tersebut lebih tinggi bila dibandingkan dengan hasil penelitian Supriyadi, (2017) yang meneliti pembuatan dan karakterisasi lentur komposit hybrid serat ijuk acak/gelas searah bermatriks epoksi dengan fraksi volume 30% dengan hasil kekuatan bending tertinggi sebesar 127,659 MPa pada variasi panjang  $L/d = 32$  dengan hybrid ratio (rh) 0,2. Secara keseluruhan nilai rata-rata kekuatan bending pada penelitian ini, spesimen panjang  $L/d=16$  dan  $L/d=24$  meningkat secara kontinyu disetiap variasi lapisan serat gelas. Secara teoritis, nilai kekuatan bending pada spesimen panjang  $L/d = 24$  lebih tinggi dibandingkan spesimen dengan panjang  $L/d = 16$ , namun pada penelitian kali ini hasil yang didapat adalah spesimen dengan panjang  $L/d = 24$  memiliki nilai rata-rata kekuatan bending yang lebih rendah dibandingkan spesimen dengan panjang  $L/d = 16$ . Hal ini menunjukkan bahwa panjang span dan volume serat gelas mampu meningkatkan nilai kekuatan bending pada komposit hybrid. Semakin banyak volume seratnya maka beban yang diterima akan semakin kecil dan beban yang dapat ditahan akan semakin besar.

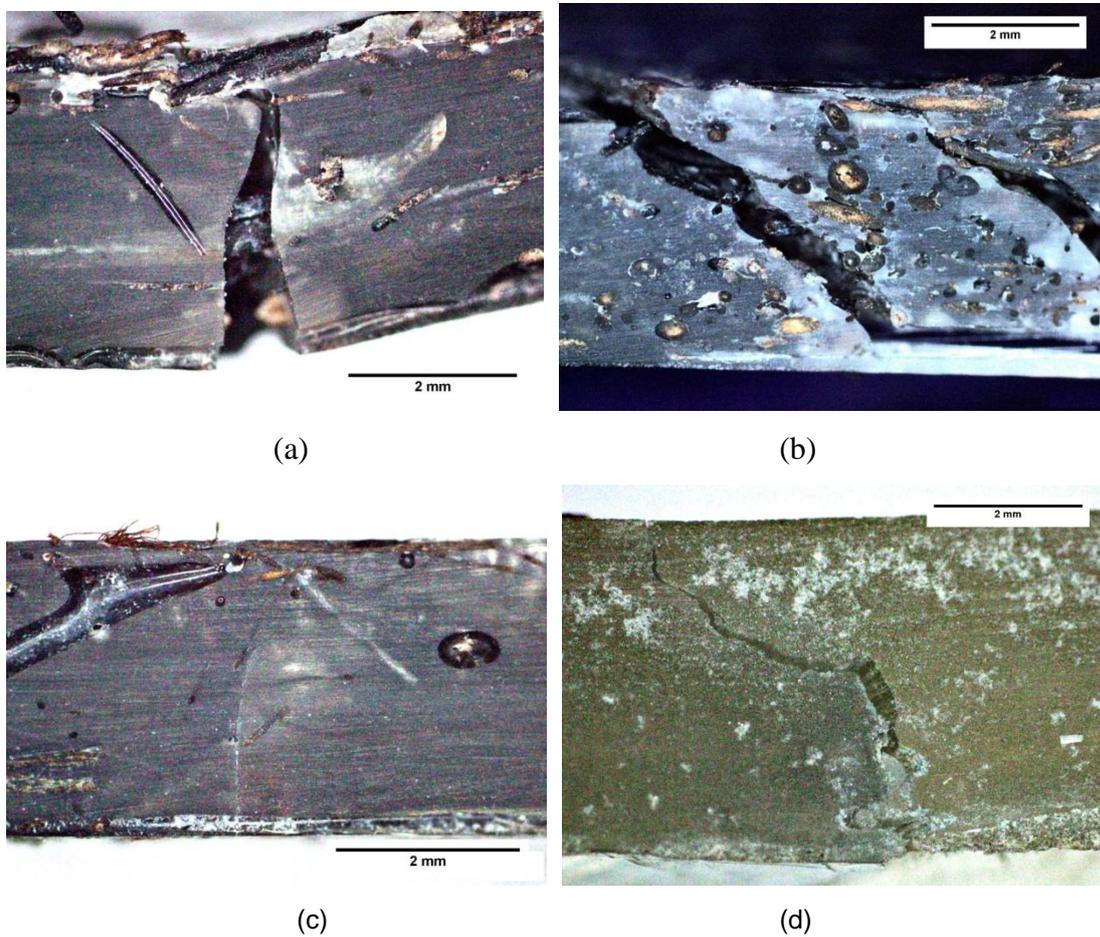
Nilai rata-rata regangan tertinggi pada variasi lapisan serat gelas 2 lapis dengan panjang  $L/d = 16$  sebesar 5,97%. Sedangkan nilai rata-rata regangan terendah pada variasi 0 lapis dengan panjang  $L/d = 24$  sebesar 1,73 %. Hasil pengujian untuk regangan bending sebenarnya cenderung naik, namun pada variasi lapisan serat gelas 1 lapis dan 2 lapis dengan panjang  $L/d = 24$  memiliki nilai rata-rata regangan bending yang sama sebesar 3,02% dan pada variasi lapisan serat gelas 8 lapis dengan panjang  $L/d = 16$  terjadi penurunan nilai regangan bending sebesar 4,34%. Pada variasi 2 lapis serat gelas dengan panjang  $L/d = 16$  memiliki perbedaan nilai regangan yang cukup tinggi pada masing – masing spesimen. Hal tersebut dipengaruhi oleh defleksi maksimum di setiap spesimen yang memiliki nilai yang cukup jauh berbeda, sehingga membuat nilai rata – rata regangan pada variasi tersebut menjadi lebih tinggi.

Nilai rata – rata modulus elastisitas tertinggi pada variasi lapisan serat gelas 8 lapis dengan panjang  $L/d = 24$  sebesar 9,57 GPa, sedangkan nilai terendah pada variasi lapisan serat gelas 0 lapis dengan panjang  $L/d = 16$  sebesar 2,17 GPa. Secara keseluruhan nilai

modulus elastisitas pada spesimen dengan panjang  $L/d = 16$  maupun  $L/d = 24$  meningkat secara kontinyu, namun spesimen dengan variasi panjang  $L/d = 24$  memiliki nilai rata – rata modulus yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen dengan panjang  $L/d = 16$  di setiap variasi lapisan serat gelas. Nilai modulus elastisitas dapat meningkatkan seiring bertambahnya volume serat gelasnya..

### 3.3 Moda Patah Spesimen Bending

Foto makro spesimen pengujian bending dilakukan untuk mengetahui penampang patahan pada komposit. Hasil foto makro penampang patahan dapat dilihat pada gambar 3.6. Gambar 3.6 menunjukkan beberapa sampel foto patahan spesimen bending yaitu spesimen 0 lapis gelas  $L/d = 24$ , 1 lapis gelas  $L/d = 16$ , 1 lapis gelas  $L/d = 24$  dan 8 lapis gelas  $L/d = 24$ . Gambar (a), (b) dan (d) memperlihatkan putus dan retakan pada spesimen dimulai dari sisi tarik dipermukaan bawah, kemudian retak pada sisi tekan dipermukaan atas. Sedangkan pada gambar (c), pada sisi tekan belum terjadi retak atau pecah, namun pada sisi tarik dipermukaan bawah mulai terjadi retakan. Hal ini menunjukkan bahwa kuat tarik pada spesimen lebih rendah dari kuat tekannya

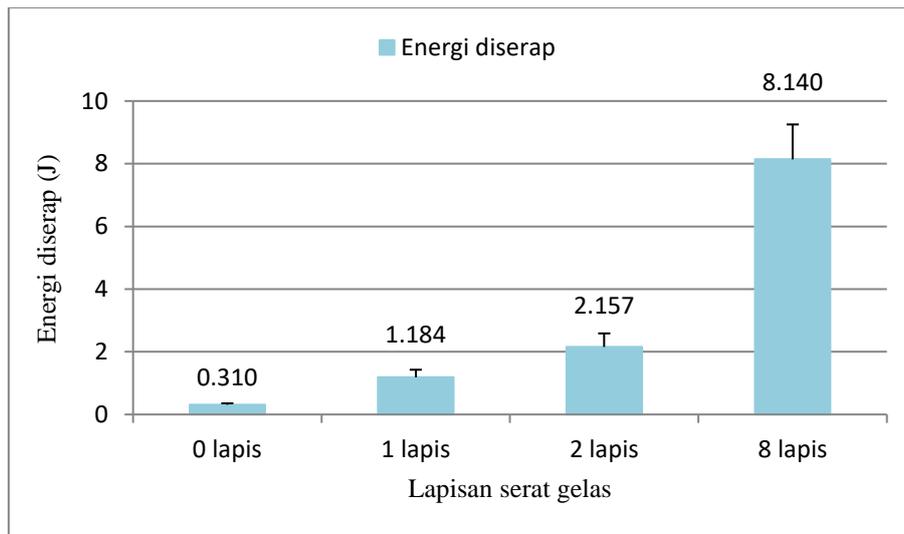


**Gambar 3.6** Foto Patahan Spesimen Bending, (a) 0 Lapis Gelas  $L/d = 24$   
(b) 1 Lapis Gelas  $L/d = 16$  (c) 1 Lapis Gelas  $L/d = 24$  (d) 8 Lapis Gelas  $L/d = 24$

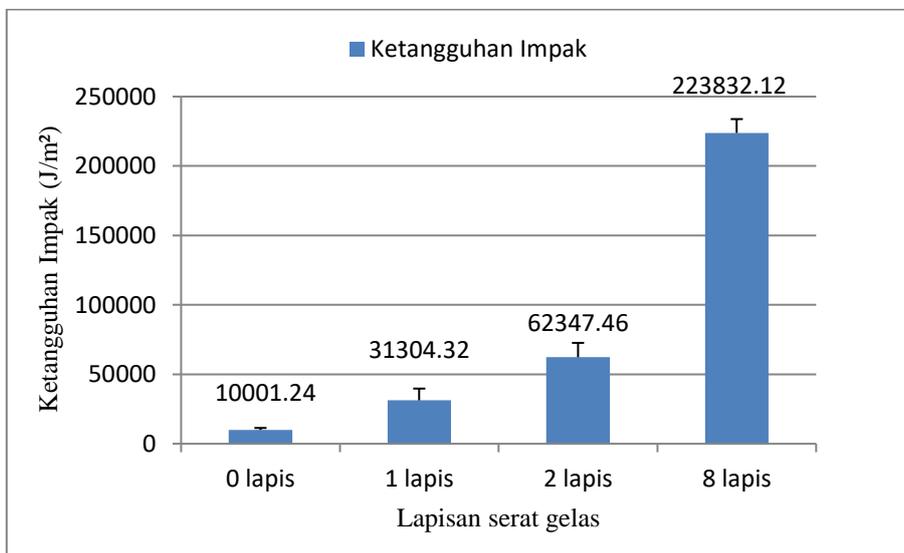
### 3.4 Sifat - sifat Impak

Pengujian impak dilakukan untuk mengetahui nilai serapan energi dan ketangguhan impak material komposit serat ijuk acak/serat gelas searah bermatrik *polyester*. Setelah melakukan pengujian impak, diperoleh nilai rata – rata serapan energi dan nilai rata-rata ketangguhan impak material komposit dapat dilihat dalam gambar 3.7.

Gambar 3.7.(a) menunjukkan hasil nilai rata-rata serapan energi tertinggi pada variasi lapisan serat gelas 8 lapis sebesar 8,140 J, sedangkan nilai rata-rata ketangguhan impact terendah pada variasi lapisan gelas 0 lapis sebesar 0,310 J. Secara keseluruhan, nilai rata-rata serapan energi meningkat seiring dengan penambahan volume lapisan serat gelas. Hal ini menyatakan bahwa volume lapisan serat gelas dapat mempengaruhi nilai serapan energi. Gambar 3.7.(b) menunjukkan hasil nilai rata-rata ketangguhan impact tertinggi pada variasi lapisan serat gelas 8 lapis sebesar 223832,12 J/m<sup>2</sup>, sedangkan nilai rata-rata ketangguhan impact terendah pada variasi lapisan gelas 0 lapis sebesar 10001,24 J/m<sup>2</sup>. Nilai rata-rata ketangguhan impact dipengaruhi oleh luas penampang dan energi yang diserap oleh spesimen. Selain itu, jumlah lapisan serat gelas juga dapat meningkatkan ketahanan material komposit terhadap beban kejut dari pendulum.



(a).

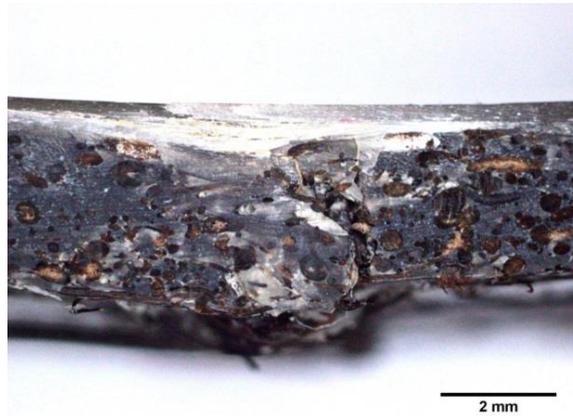


(b)

**Gambar 3.7** Hubungan antara lapisan serat gelas terhadap (a) serapan energi (b) ketangguhan impact

### 3.5 Moda Patah Spesimen Impak

Foto makro spesimen pengujian bending dilakukan untuk mengetahui penampang patahan pada komposit. Hasil foto makro penampang patahan dapat dilihat pada gambar 3.8.



**Gambar 3.8** Foto Patahan Spesimen 2 Lapis Serat Gelas

Gambar 3.8 memperlihatkan spesimen 2 lapis yang di uji pada sisi serat gelasnya, yang mana pada sisi serat gelas mengalami patah yang kemudian dilanjutkan retak atau pecah terjadi pada sisi serat ijuk. Hal ini menunjukkan permukaan yang dilapisi serat gelas memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan sisi permukaan serat ijuk.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian bending dan impact yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Peningkatan volume serat gelas dapat berpengaruh pada nilai kekuatan bending, regangan bending dan modulus elastisitas. Pada hasil pengujian, spesimen dengan panjang  $L/d = 24$  memiliki kekuatan bending terendah pada variasi lapisan serat gelas 0 lapis sebesar 31,30 MPa dengan regangan 1,73%, sedangkan kekuatan bending tertinggi pada variasi lapisan serat gelas 8 lapis dengan panjang  $L/d = 16$  sebesar 399,92 MPa dengan regangan 4,34%. Kemudian, nilai modulus elastisitas tertinggi pada variasi lapisan serat gelas 8 lapis dengan panjang  $L/d = 24$  sebesar 9,57 GPa.
2. Peningkatan volume serat gelas juga dapat mempengaruhi nilai ketangguhan impact. Pada hasil pengujian, menunjukkan nilai ketangguhan impact meningkat secara kontinyu seiring meningkatnya volume dari lapisan serat gelas. Nilai ketangguhan impact terendah pada variasi lapisan serat gelas 0 lapis sebesar 10001,24 J/m<sup>2</sup>, sedangkan nilai ketangguhan impact tertinggi pada variasi lapisan serat gelas 8 lapis sebesar 223832,12 J/m<sup>2</sup>.

## REFERENSI

- Akil, H. M., Omar, M. F., Mazuki, A. A. M., Safiee, S., Ishak, Z. A. M., & Abu Bakar, A., 2011. "Kenaf fiber reinforced composites: A review". *Materials and Design*, Vol. 32, Pp. 4107–4121.
- ASTM Standard. D4812-99., 2011. *Standard Test Method for Unnotched Cantilever Beam Impact Resistance of Plastics 1*. Annual Book of ASTM Standards, 1–12.
- ASTM Standard. D790-03., 2015. *Standard Test Method for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulation Materials*. ASTM Standards, 1–11.

- Chawla, K.K., 1987. *“Composite Material: Science and Engineering-Springer Verlag”*. New York. Schwartz, M.M., 1984. *Composite Material Handbook*, Mc Graw Hill. Singapore.
- Christiani, E., 2008. *“Karakterisasi Ijuk Pada Papan Komposit Ijuk Serat Pendek Sebagai Perisai Radiasi Neutron”*. Tesis Universitas Sumatera Utara.
- Department of Defense., 2002. *“Polymer Matrix Composites Materials Usage, Design, And Analysis”*. *Composite Materials Handbook, USA, Vol.3*.
- Emmy, D. S., Sari, N. H., Yudhyadi., Sinarep., & Topan., 2012. *“Pengaruh Panjang Serat Dan Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Impact Dan Bending Material Komposit Polyester-Fiber Glass dan Polyester-Pandan Wangi”*. *Dinamika Teknik Mesin*, 2(1), Pp. 15–27.
- Gibson, R.F., 1994. *“Mechanics of Composite Materials, 2nd Edition”*. NewYork: Taylor & Francis, Inc.
- John, R.M., dan Anandiwala, R.D., 2008. *“Recent Developments in Chemical Modification and Characterization of Natural Fiber-Reinforced Composite”*. *Journal of Polymer Composites*, Pp. 187-207.
- Jones, R. M., & Millard, R., 1999. *“Mechanics Of Composite Materials. Second Edition”*. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.
- Kartini, R., Darmasetiawan, H., Karo, A. K., & Sudirman., 2002. *“Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam”*. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 3(3), Pp. 30–38.
- KBBI. <https://kbbi.web.id>. Diakses pada 01 Februari 2020.
- Laviyanda, O. S., 2018. *“Pengaruh Fraksi Volume Serat Komposit Hibrid Berpenguat Serat E-Glass dan Serat Ijuk (Acak-Anyam-Acak) Terhadap Kekuatan Tarik Dengan Matrik Polyester”*. *JTM*, 6(2), Pp. 43–48.
- Muhajir, M., Mizar, M. A., & Sudjimat, D. A., 2016. *“Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam Dengan Berbagai Varian Tata Letak”*. *Jurnal Teknik Mesin*, 24(2), Pp. 1–8.
- Muradin., Hasbi, M., & Imran, A. I., 2019. *“Studi Sifat Mekanis Biokomposit Serat Ijuk dan Serat Sabut Kelapa Untuk Aplikasi Helm Kendaraan Roda Dua”*. *ENTHALPY: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 4(2), Pp.75–80.
- Nizam, F. A., 2018. *“Pembuatan dan Karakterisasi Tekan dan impak Komposit Hybrid Serat Ijuk Acak/Serat Gelas Anyam Bermatrik Polyester”*. Tugas Akhir S1 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Pertanian, M., 2014. *“Pedoman Budidaya Aren (Arenga pinnata MERR) yang Baik”*. Lampiran Peraturan Menteri Pertanian, Pp. 4-28.
- Purkuncoro, A. E. *“Pengaruh Anyam Serat Ijuk (Arenga Pinata) Sebagai Filler dan Bermatrik Tepung Garut (Marantha Erundacea) Dengan Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Impak”*. *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*, Pp. 23–28.
- Purkuncoro, A. E., 2017. *“Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Serat Ijuk (Arenga Pinata) Terhadap Kekuatan Tarik”*. *Transmisi*, Vol. 13, Pp. 167–178.
- Purkuncoro, A. E., Djiwo, S., & Rahardjo, T., 2017. *“Pemanfaatan Komposit Hybrid Sebagai Produk Panel Pintu Rumah Serat Bulu Ayam (Chicken Feather) dan Serat Ijuk (Arenga Pinata) Terhadap Sifat Mekanik dan Sifat Thermal Komposit Hybrid Matrik Polyester”*. Pp. 28–33.
- Rodiawan, R., Suhdi, S., & Rosa, F., 2016. *“Analisis Sifat-Sifat Serat Alam Sebagai Penguat Komposit Ditinjau Dari Kekuatan Mekanik”*. *Turbo*, Vol. 5, Pp. 39-43.
- Samlawi, A. K., Arifin, Y. F., & Permana, P. Y., 2018. *“Pembuatan dan Karakterisasi Material Komposit Serat Ijuk (Arenga Pinata) sebagai bahan Baku Cover Body Sepeda Motor”*. *Info Teknik*, Vol. 3, Pp. 289–300.

- Shandi, I., 2017. "*Pembuatan dan Karakterisasi Lentur Komposit Hybrid Serat Ijuk Acak/Serat Gelas Searah Bermatrisk Polyester*". Tugas Akhir S1 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Supriyadi, A., 2017. "*Pembuatan dan Karakterisasi Lentur Komposit Hybrid Serat Ijuk Acak/Serat Gelas Searah Bermatrisk Epoksi*". Tugas Akhir S1 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Surono, U. B., & Sukoco., 2016. "*Analisa Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Serat Ijuk Dengan Bahan Matrik Poliester*". Prosiding Seminar Nasional XI "Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi, (11), Pp. 298–303.
- Yodya, F.H., 2017. "*Pembuatan dan Karakterisasi Tekan dan impak Komposit Hybrid Serat Ijuk Acak/Serat Gelas Anyam Bermatrik Epoksi*". Tugas Akhir S1 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.