

Pengaruh Fraksi Berat Terhadap Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Polyester Serat Serabut Kelapa

I Gede Ryan Trisna Wirawan, I Wayan Surata, Tjokorda Gde Tirta Nindhia
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Penelitian ini dipergunakan bahan serat serabut kelapa dengan perlakuan alkali (NaOH) selama dua jam, perbedaan fraksi berat, dan menggunakan Resin Polyester BQTN tipe 157 dengan penguas yaitu metil etil keton peroxide (MEKPO) 1%. Pembuatan yaitu dengan cara dicetak pada cetakan, dengan arah orientasi serat acak. Pengujian tarik dan lentur dilakukan dengan acuan standar ASTM D3090 dan ASTM D790 – 03. Tujuan Penulisan ini adalah agar mengetahui kekuatan tarik dan lentur dari komposit serat serabut kelapa pada fraksi berat serat 0%, fraksi berat serat 5%, fraksi berat serat 10%, dan fraksi berat serat 15% dengan perlakuan alkali (NaOH) selama dua jam. Hasil pengujian tarik komposit serat serabut kelapa didapat tegangan tarik rata-rata tertinggi pada fraksi berat 15% dengan nilai 24.478 MPa, dengan rata-rata modulus elastisitas dengan nilai 1.097 GPa. Hasil pengujian lentur komposit serat serabut kelapa didapat tegangan lentur rata-rata pada fraksi berat 15% dengan nilai 56.362 MPa, dengan rata-rata modulus elastisitas rata-rata dengan nilai 2.025 GPa.

Kata Kunci: komposit, serat serabut kelapa, polyester, kekuatan tarik, kekuatan lentur.

Abstract

This research used coconut fiber as material with alkali (NaOH) treatment for two hours, weight fraction difference, and uses resin polyester BQTN type 157 as its matrix with metil etil keton peroxide (MEKPO) 1% as hardener. This composite was manufactured by molding, with random fiber orientation. Tensile and bending test was performed based on ASTM D3090 and ASTM D790 – 03 standard. The aim of this research is to obtain the tensile and bending strength of coconut fiber composite for weight fraction 5%, weight fraction 10%, and weight fraction 15% with alkali (NaOH) treatment for two hours. Based on the test result, the highest mean tensile stress at 15% weight fraction is 24.478 MPa, with the mean modulus elasticity is 1.097 GPa. The highest mean bending stress of composite coconut fiber at 15% weight fraction is 56.362 MPa, with the mean modulus elasticity is 2.025 GPa.

Keyword: composite, coconut fiber, polyester, tensile strength, bending strength.

1. Pendahuluan

Komposit telah lama digunakan oleh umat manusia untuk dapat mencapai sifat-sifat material yang tidak dapat diperoleh jika hanya dari individu material. Berdasarkan material pembuatannya, komposit dapat dibagi menjadi 2 yaitu biokomposit *non degradable* dimana salah satu bahannya merupakan bahan alami dan oleh sebab itu tidak sepenuhnya dapat terurai kalau sudah terbuang ke lingkungan, sedangkan bagi komposit yang kedua pembentuknya merupakan material alami disebut biokomposit *degradable*. Terdapat banyak keunggulan sehingga banyak digunakan untuk menyempurnakan sifat suatu material [1].

Indonesia adalah sebuah negara yang dianugerahi oleh kekayaan alam yang melimpah, tidak heran terdapat banyak pilihan sumber daya yang dapat dimanfaatkan sebagai komposit, salah satunya adalah serabut kelapa. Penggunaan serabut kelapa sebagai komposit juga sebagai salah satu jalan untuk mengurangi limbah terbuang dari serabut kelapa itu sendiri. Kelapa sebagai komposit juga termasuk dalam biokomposit *degradable* karena terbuat dari bahan alami, selain itu pemanfaatan serabut kelapa sebagai biokomposit sebenarnya sudah banyak dilirik, karena dapat mengurangi polusi, murah dan mudah ditemukan, dan juga dapat mengurangi polusi lingkungan

(*biodegradability*) oleh karena itu penggunaan serabut kelapa sebagai serat dalam komposit akan mampu mengatasi permasalahan lingkungan yang mungkin timbul dari banyaknya serabut kelapa yang tidak dimanfaatkan [2]. Dalam penulisan jurnal ini terdapat beberapa hal yang dapat dikaji, antara lain:

1. Bagaimana memproduksi biokomposit berpenguat serat serabut kelapa dengan matriks polyester?
2. Bagaimana pengaruh fraksi berat serat serabut kelapa dalam biokomposit berpenguat serat serabut kelapa dengan matriks polyester terhadap sifat-sifat mekanisnya?

2. Dasar Teori

2.1 Komposit

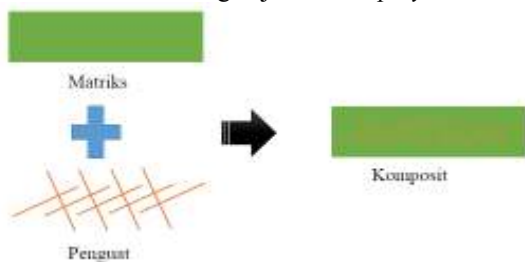
Komposit terbentuk dari gabungan dua atau lebih komponen yang dicampurkan untuk menghasilkan kualitas maupun sifat terbaik. Material komposit disusun oleh dua material penyusun yaitu matrik dan penguat, matrik pada umumnya memiliki sifat yang ulet, lunak dan juga mampu mengikat apabila telah mencapai titik beku. Sedangkan penguat pada umumnya memiliki sifat

elastis, dan memiliki kekuatan tarik yang baik namun tidak dapat digunakan pada temperatur yang tinggi. Kedua bahan yang mempunyai sifat berbeda ini digabungkan/dicampurkan untuk mendapatkan satu produk (komposit) yang mempunyai sifat yang berbeda dari sifat partikel penyusunnya.

2.2 Matriks

Matriks biasanya terbentuk dari resin. Matriks memiliki fungsi sebagai pengikat serat sehingga tumpukan serat dapat melekat dengan kuat. Resin akan mengikat serat agar beban yang diberikan pada komposit akan merata.

Pada pencetakan komposit, resin/matriks digunakan untuk pengikat bahan penguat. Pada penelitian ini matriks yang digunakan adalah polimer termoset dengan jenis resin polyester.



Gambar 1. Matriks

2.3 Serat alam

Serat atau *fiber* pada komposit digunakan untuk menahan beban, maka kekuatan komposit sangat bergantung pada kekuatan serat pembentuk. Semakin kecil diameter bahan maka semakin besar kekuatan bahan tersebut, karena cacat pada material minim [3].

2.4. Serabut Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera*) adalah marga *Cocos* dari suku *Arecaceae*. Tumbuhan ini sangat bermanfaat, karena serat serabut mempunyai karakteristik yang khas menjadikan sabut kelapa banyak dijadikan sebagai kerajinan [4].

2.5 Metode Ekstrasi Serat Alam

Metode Ekstrasi Serat Alam yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan cara *watter retting*. Proses *watter retting* dilakukan yaitu dengan cara merendam batang, kulit, daun, ataupun biji tanaman dalam air selama periode tertentu sehingga serat akan terlepas, selanjutnya serat dibersihkan dan dikeringkan.

2.6 Fraksi Berat Serat

Dalam mencetak komposit terdapat perbandingan antara matriks dan serat. Perbandingan ini dapat diwujudkan dalam bentuk fraksi volume (v/v) atau fraksi berat (w/w).

$$W_f = \frac{W_f}{W_c} \quad (1)$$

W_f = Fraksi berat serat (%)

W_f = berat serat (gram)

W_c = Berat Komposit (gram)

2.7 Uji Tarik

Uji tarik memiliki tujuan untuk mendapatkan data kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas bahan. Pembuatan spesimen uji tarik mengikuti standar ASTM D3090.

$$\sigma = \frac{P}{A_0}, \quad \epsilon = \frac{(L-L_0)}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0}, \quad E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon} \quad (2)$$

σ = tegangan tarik (MPa)

P = beban (N)

A_0 = luas penampang spesimen mula-mula (mm²)

E = regangan (%)

L_0 = panjang spesimen mula-mula (mm)

L = panjang spesimen saat menerima beban (mm)

E = modulus elastisitas (MPa)

$\Delta \sigma$ = selisih tegangan tarik di daerah elastis (MPa)

$\Delta \epsilon$ = selisih regangan di daerah elastis

2.8 Uji Lentur

Uji lentur (*flexural test*) bertujuan untuk mendapatkan data lentur, dan modulus elastisitas lentur bahan. Uji lentur akan dilaksanakan dengan metode pembebanan tiga titik (*a three points loading system*), mengikuti standar ASTM D790.

$$\sigma = \frac{3 P L}{2 b d^2}, \quad EI = \frac{L^3 m}{4 b d^2}, \quad \epsilon = \frac{6 D d}{L^2} \quad (3)$$

σ = tegangan pada tengah-tengah batang (MPa)

P = beban (N)

L = jarak tumpuan (mm)

b = lebar batang (mm)

d = ketebalan (mm)

EI = modulus elastisitas lentur (GPa)

m = slop tangen pada kurva beban-defleksi (N/mm)

ϵ = regangan maksimum

D = defleksi maksimum di tengah batang (mm)

3. Metode Penelitian

3.1 Penyiapan Bahan

Pada penelitian ini digunakan bahan:

1. Serat serabut kelapa
Serat serabut kelapa dicuci dengan menggunakan air dan dikeringkan dengan cara dijemur dengan menggunakan cahaya matahari. Serat Serabut di rendam di air murni (H₂O) dan NaOH dengan kadar 5%, setelah itu dikeringkan sampai benar-benar kering. Setelah itu dipotong sesuai ukuran panjang yaitu 3cm.
2. Polyester
Matriks yang dipakai adalah *Resin Polyester BQTN* dengan tipe 157 dan dicampurkan dengan katalis yang memiliki fungsi sebagai penguat resin.

3.2 Penyiapan Alat

1. Cetakan Komposit
Cetakan yang digunakan yaitu kaca, baja dengan tebal yaitu 3 mm dan beban pemberat. Kaca bening sebagai landasan dan penutup, baja dengan ketebalan 3mm sebagai alat

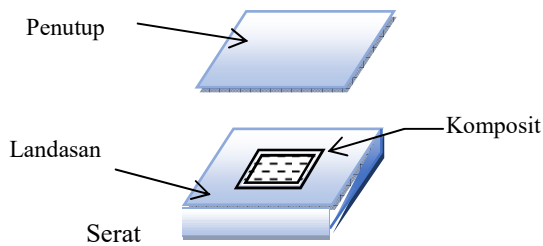
cetakan komposit, serta beban sebagai pemberat.

2. Alat bantu lain

Alat Bantu lain pada penelitian ini, meliputi: Timbangan, gunting, kuas, penggaris, sikat paku, ampelas, dan gelas ukur.

3.3 Peralatan dan Bahan

Peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini terdiri atas peralatan membuat (pencetak) komposit dan alat uji mekanis. Peralatan pencetak yang dipakai adalah alat cetak manual dengan teknik *hand lay-up*, tempat pencetak. Alat uji terdiri mesin uji tarik, alat uji lentur.



Gambar 2. Alat cetak komposit

Dari gambar 2. diatas dapat dibuat cetakan komposit dengan ukuran panjang 25cm, lebar 25cm, dan tebal sebesar 3mm. komposit dicetak menggunakan landasan dan penutup kaca dengan ketebalan kurang lebih 1cm

3.4 Langkah Penelitian

1. Serabut kelapa direndam dalam air setelah itu dipisahkan serat seratnya, sebagian serat di rendam di air murni (H₂O) dan NaOH dengan kadar 5% dan sebagian serat direndam dalam air biasa, setelah itu dikeringkan sampai benar-benar kering.
2. Pemotongan serat sesuai ukuran panjang yaitu 3cm.
3. Ukur matriks *unsaturated polyester* jenis Yukalac 157 BQTN, sesuai dengan volume komposit yang akan dicetak.
4. Tambahkan *hardener* jenis *metil etil keton peroxide* (MEKPO) 1 % (v/v).
5. Campuran *polyester* dan *hardener* kemudian tambahkan serat serabut kelapa.
6. Campuran *polyester*, *hardener* dan partikel serat serabut kelapa dituang pada cetakan sesuai dengan ketebalan spesimen.
7. Keluarkan komposit, dan masukkan ke dalam oven 65 °C selama 2 jam.
8. Potong komposit sesuai dengan ukuran spesimen untuk uji tarik, dan uji lentur.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pembentukan Komposit

Komposit dengan 5%, 10%, 15% fraksi berat serat

1. Timbang serat serabut kelapa seberat 10, 20, 30 gram.
2. Pencetakan dilakukan dengan teknik *hand lay-up*.
3. Pasang bingkai kaca setebal 3 mm.
4. Buat campuran resin dan 1% *hardener* seberat 190,180,170 gram.
5. Tuang campuran resin dan 1% *hardener* sedikit ratakan hingga permukaan cetakan tertutup rata.
6. Letakan serat serabut kelapa dengan orientasi acak.

Semakin besar persentase fraksi beratnya maka semakin berat pula berat serabut kelapa yang dibutuhkan. Misalnya dalam 10% fraksi berat diperlukan 20 gram serabut kelapa dan untuk 15% fraksi berat diperlukan 30 gram serabut kelapa.

3.5.2 Pengamatan void

Komposit yang telah berhasil dicetak, diamati apakah ada void atau tidak, dengan cara menerawang lembaran komposit. Bila ada void, maka specimen dibentuk menghindari void dan harus dipastikan bahwa specimen uji tidak memiliki void.

3.5.3 Proses *post curing*

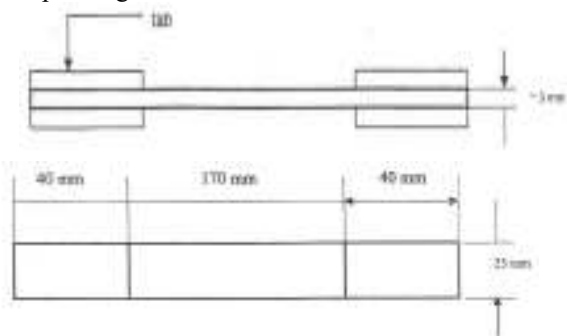
Komposit dimasukan kedalam oven dengan temperature 65 °C selama 2 jam. Langkah ini bertujuan untuk mempercepat terjadinya *cross-linking* dan untuk mengetahui apakah komposit sudah *homogen* yaitu jika lembaran komposit tidak melengkung. Kelengkungan komposit masih dapat diterima apabila defleksi yang terjadi hanya 2 cm. komposit yang tidak cacat, ditimbang dan catat beratnya (W_c).

3.6 Pengujian Komposit

Pada penelitian ini pengujian yang dilakukan antara lain pengujian Tarik, pengujian Lentur.

3.6.1 Pengujian Tarik

Pengujian tarik berfungsi agar mengetahui kekuatan tarik dari komposit. Spesimen uji tarik di cetak mengikuti standar ASTM D3090 yang ditampilkan gambar dibawah ini:



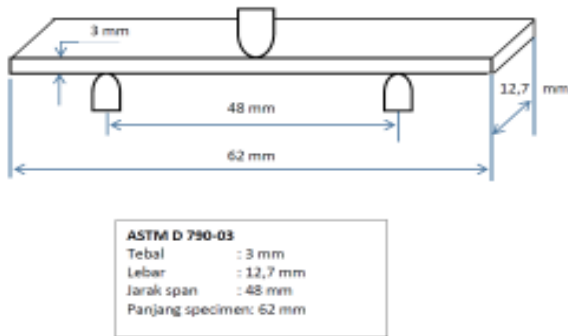
Gambar 3. spesimen uji Tarik (ASTM D3090)

Prosedur pengujian adalah sebagai berikut:

1. Ukur panjang spesimen dan lebar spesimen pengujian.
2. Mesin uji tarik yang digunakan dipersiapkan.
3. Pasang spesimen tarik dan jepit specimen uji pada mesin dengan baik.
4. Mulai pengujian dengan mesin uji tarik.
5. Setelah mengalami patah, hentikan proses, catat gaya tarik maksimum dan pertambahan panjang.
6. Catat hasil-hasil pengujian.

3.6.2 Pengujian Lentur

Tujuan utama pengujian lentur adalah agar mendapatkan nilai kekuatan lentur dari material uji. *Specimen* pengujian lentur dilakukan sesuai standar ASTM D790 – 03.



Gambar 4. Spesimen uji Bending (ASTM D790-03)

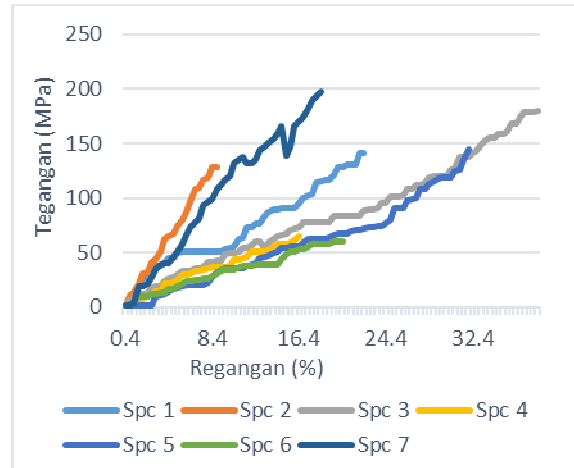
Langkah uji:

1. Persiapkan *specimen*.
2. Mengukur titik tumpuan dan titik tengah *specimen* dengan memberi tanda.
3. Peletakan *specimen* pada mesin uji lentur dengan jarak tumpuan dan titik tengah yang telah diukur.
4. Mulai pengujian dengan mesin uji tarik.
5. Catat hasil-hasil pengujian.
6. Perhitungan kekuatan lentur.

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Single Fiber Serabut Kelapa

Hasil Perhitungan uji Serat Tarik *Single Fiber* didapat Tegangan Maksimum, Regangan Maksimum dan Modulus Elastisitas dapat dilihat sebagai berikut:

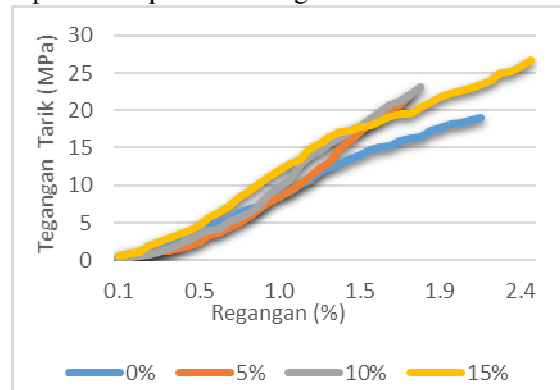


Gambar 5. Grafik tegangan regangan *single fiber*

Dari gambar 5. diatas hasil kekuatan Tarik *specimen* 7 tertinggi sebesar 197.317 MPa dan terendah pada *specimen* 6 sebesar 60.391 dan meregang maksimal pada *specimen* 3 sebesar 38.4% dan terendah pada *specimen* 2 sebesar 8.8%.

4.2 Hasil Perhitungan Uji Tarik Komposit.

Hasil Perhitungan uji tarik didapat kekuatan Tarik, regangan maksimum dan modulus elastisitas seperti ditampilkan dalam grafik berikut:

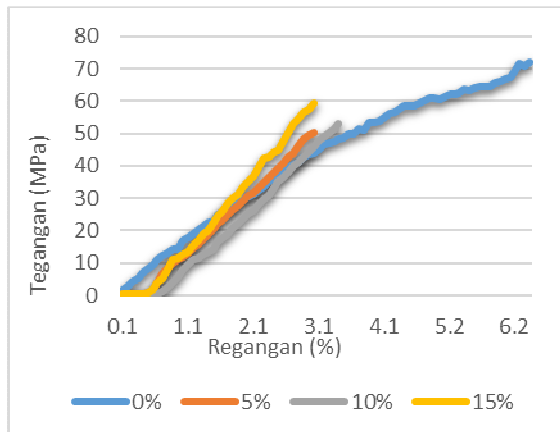


Gambar 6. Grafik tegangan regangan tarik komposit

Gambar 6. di atas diatas menunjukkan kekuatan Tarik dengan Fraksi berat serat meningkat seiring bertambahnya fraksi berat serat, dimana terendah pada fraksi berat serat 0% (matrik murni) yaitu 17.553 MPa, meningkat pada fraksi berat 5% sebesar 21.821 MPa, meningkat pada fraksi berat 10% sebesar 22.257 MPa dan maksimum pada fraksi berat serat 15% yaitu 24.478 MPa.

4.3 Hasil Perhitungan Uji Lentur Komposit.

Setelah dilakukan pengujian kekuatan Bending. Tegangan bending, Regangan Maksimum dan Modulus Elastisitas seperti ditampilkan dalam grafik berikut:

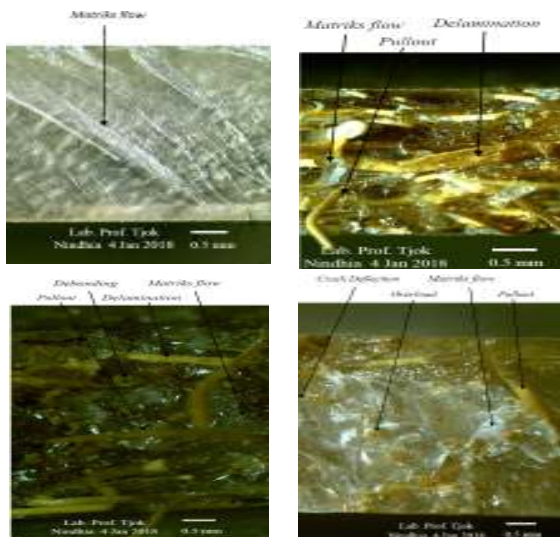


Gambar 7. Grafik tegangan regangan lentur komposit

Dari gambar 7. di atas diatas menunjukkan tegangan bending, nilai tertinggi terjadi pada fraksi berat serat 0% (matrik murni) sebesar 75.910 MPa, dan terendah pada fraksi berat 5% sebesar 50.106 MPa, meningkat pada fraksi berat 10% sebesar 52.133 MPa, dan meningkat lagi pada fraksi berat 15% sebesar 56.362 MPa.

Regangan bending komposit tertinggi pada fraksi berat 0% dan menurun pada fraksi berat 5%, kemudian meningkat lagi pada fraksi berat 10% dan 15%. Regangan bending terendah terjadi pada fraksi berat 5%.

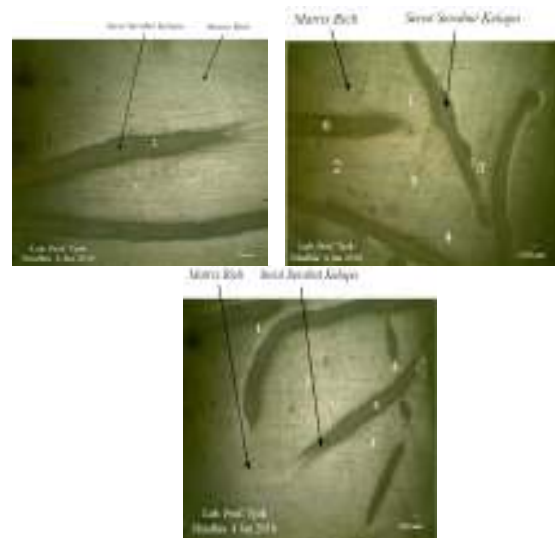
4.4 Hasil Foto Makro



Gambar 8. Foto macro komposit

Dari gambar 8. diatas, dapat diperhatikan patahan dari *specimen* uji Tarik komposit dengan variasi fraksi berat 5% terjadi karena adanya *crack deflection* yang diakibatkan karena retakan yang miring pada matrik mengikuti arah serat mengakibatkan komposit menerima pembebanan dan menjadi rapuh serta mudah patah [5]. Hal ini terjadi karena kurang berlebihnya matrik.

4.5 Hasil Foto Micro



Gambar 9. Foto micro perbesaran 40 kali komposit

Dari gambar 9. diatas dapat dilihat banyak terdapat renggang (matiks berlebih) sehingga dapat dikatakan bahwa komposit masih kekurangan serat.

5. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan komposit dilakukan dengan teknik *hand lay up* yaitu dengan cara mencetak komposit pada cetakan dengan orientasi arah serat acak
2. Semakin besar fraksi berat serat dalam komposit maka kekuatan Tarik semakin meningkat berlaku pada Fraksi berat 5% sampai fraksi berat 15%. Begitu pula pada kekuatan lentur komposit yang semakin meningkat dengan bertambahnya fraksi berat yang berlaku pada fraksi berat 5% sampai dengan fraksi berat 15%. Dari hasil diatas dapat dikatakan bahwa penambahan serat serabut kelapa dapat mempengaruhi/ meningkatkan tegangan tarik dan lentur komposit.
3. Dari foto macro terlihat patahan yang terjadi lebih diakibatkan karena, *Overload*, *debonding*, *pullout* dan *crack deflection*.

Daftar Pustaka

- [1] Astika, I M., Lokantara, I P., Karohika, I M.G., 2013. Sifat Mekanis Komposit Polyester dengan Penguat Serat Sabut Kelapa. Jurnal Energi dan Manufactur, Vol.6, No. 2, pp. 115-122.
- [2] Dwiprasetyo, [http://www.dwiprasetyo87.co.cc/2010_03_01_archive.html], 2010.

- [3] Gibson, Ronald F. 1994. Principles Of Composite Material Mechanics. New York: Mc Graw Hill, Inc.
- [4] Samosir, Y. (1992). Asal usul Penyebaran Kelapa, dalam Kelapa (Cocos nucifera, L), Asosiasi Litbangbun, Puslitbun Marihat_Bandar Kuala Pematang Siant
- [5] Brooks, R. Charlie and Ashok Choudury, 2002. Failure Analysis of Engineering Materials, McGraw-Hill, Inc.