

Pengaruh Perendaman Pada Rekayasa Bahan Komposit Berpenguat Serat Limbah Rambut Bermatriks Epoxy terhadap Kekuatan Mekanik

Wawan Adi Saputra²

Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas
Dayanu Iksanuddin Baubau-Indonesia (corresponding
author phone: +6281245914003; e-mail:
wawantekmes@gmail.com

Irwan¹

Jurusan Mesin Fakultas Teknik
Universitas Dayanu Iksanuddin Baubau
e-mail: -

Abstrak—Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik, bending dan dampak yang maksimal dari komposit serat rambut dengan perendaman air laut, air payau dan air tawar dengan lama perendaman 21 hari serta mengetahui jenis patahan dengan pengamatan makro pada spesimen yang memiliki harga maksimal dari pengujian tarik, bending dan dampak.

Pada penelitian ini bahan yang dipergunakan adalah serat rambut yang disusun secara acak menggunakan resin dan katalis sebagai matriksnya, dengan perendaman air laut, air payau dan air tawar serta lama perendaman 21 hari. Pembuatan komposit dengan cara press mold, pengujian bending yang dilakukan dengan acuan standar ASTM D790-02, tarik dengan standar ASTM 638-02 dan dampak charpy dengan acuan standar ASTM D 256-00.

Hasil pengujian yang di dapat dari komposit serat rambut dengan lama perendaman 21 hari, perendaman air laut, perendaman air payau perendaman air tawar dan tanpa perendaman. Pada pengujian dampak yang paling maksimum perendaman air payau dengan harga dampak $0,1290 \text{ J/mm}^2$, pada kekuatan tarik perendaman air laut memiliki tegangan tarik maksimum dengan tegangan $16,7126 \text{ MPa}$, dan pengujian bending perendaman air laut memiliki tegangan bending $22,4643 \text{ MPa}$ serta pengamatan struktur makro yang di hasilkan rata rata patahan jenis broken fiber.

Kata kunci : Serat Rambut, Resin Katalis, Kekuatan, Air Laut, Air Payau Dan Air Tawar

I. PENDAHULUAN

Penggunaan material komposit pada masa sekarang ini terus mengalami peningkatan seiring dengan kemajuan, banyaknya penggunaan material dengan mengedepankan bobot yang ringan sedangkan sifat mekanisnya tetap terjaga bahkan lebih baik. Contoh mudah yang dapat kita lihat pada perkembangan material sepeda motor dari tahun 1970 –an hingga sekarang ini. Sepeda motor pada tahun 70-an materialnya berasal dari logam kecuali roda dan jok saja. Kalau kita amati dengan bertambahnya usia dunia penggunaan material logam semakin tidak diminati mengingat salah satu kelemahan logam adalah memiliki berat yang lebih dan cenderung mahal harganya apabila dibandingkan dengan material modifikasi saat ini seperti bahan komposit.

Teknologi komposit dalam perkembangannya mulai mengalami penggeseran dari bahan komposit berpenguat serat

sintetis menjadi bahan komposit berpenguat serat alam. Walaupun tak sepenuhnya menggeser serat sintetis, pemanfaatan serat alam yang ramah lingkungan merupakan langkah bijak untuk menyelamatkan kelestarian lingkungan.

Komposit alam (*Natural Composite*) saat ini terus dikembangkan sebagai bahan alternatif pengganti bahan komposit sintetis. Keunggulan dari serat alam sebagai penyusun komposit adalah memiliki berat yang relatif lebih ringan, kekuatan dan kekakuan yang relatif cukup tinggi, dapat diolah secara alami dan ramah lingkungan.

Salah satu bahan alam yang selama ini masih jarang dimanfaatkan dan berpotensi sebagai serat pada sebuah komposit adalah limbah potongan *pilus* (rambut manusia) dari tukang potong rambut. *pilus* (rambut manusia) sulit dihancurkan meskipun tertimbun didalam tanah dalam waktu yang lama. Hal ini memberikan fakta, betapa kuatnya rambut terhadap asam, larutan korosif dan kelembaban.

Serat rambut manusia dapat memiliki sifat mekanik yang baik karena struktur penyusun rambut terdiri dari keratin yang membentuk rantai panjang dan teratur menyebabkan rambut bersifat kuat dan fleksibel. Kekuatan komposit serat alam dapat ditingkatkan dengan 2 cara yaitu dengan memberikan perlakuan kimia serat atau dengan penambahan *coupling agent*.

Limbah rambut manusia yang berasal dari tukang potong rambut lokal hingga sekarang belum dapat dioptimalkan penggunaannya karena belum ditemukan teknologi pengolahan yang tepat. Selama ini limbah potongan rambut manusia yang berukuran cukup panjang dapat dipergunakan sebagai sanggul, sedangkan rambut dengan ukuran yang relatif pendek hanya dibuang tanpa dapat dimanfaatkan sepenuhnya. Menurut wawancara kami dengan beberapa tukang pangkas rambut (salon) di wilayah Kota Baubau menyatakan bahwa rata-rata orang laki-laki memotong rambutnya setiap 45 hari atau 1,5 bulan dan bekas potongan rambutnya tidak dimanfaatkan karena memiliki ukuran yang relatif pendek. Kondisi seperti ini memungkinkan jumlah limbah potongan rambut manusia semakin bertambah. Limbah potongan rambut manusia memiliki potensi yang sangat besar untuk digunakan di bidang rekayasa, khususnya sebagai penguat dari bahan komposit. (Muh Amin, 2012)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perendaman pada bahan komposit serat limbah rambut, mengetahui kekuatan komposit serat rambut

dan untuk mengetahui jenis patahan komposit serat limbah rambut dengan foto makro.

II. LANDASAN TEORI

A. Definisi Komposit

Kata komposit berasal dari kata *-to compose* yang berarti menyusun atau menggabung. Secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Jadi komposit adalah suatu bahan yang merupakan gabungan atau campuran dari dua material atau lebih pada skala makroskopis untuk membentuk material ketiga yang lebih bermanfaat. Komposit dan *alloy* memiliki perbedaan dari cara penggabungannya yaitu apabila komposit digabung secara makroskopis sehingga masih kelihatan serat maupun matriknya (komposit serat) sedangkan pada *alloy* / paduan digabung secara mikroskopis sehingga tidak kelihatan lagi unsur-unsur pendukungnya (Jones, 1975).

B. Anatomi dan Fisiologi Rambut

Rambut dikenal sejak zaman dahulu dengan julukan *-mahkotal* bagi wanita. Tetapi di zaman yang sudah maju seperti sekarang, julukan tersebut tidak lagi tertuju hanya kepada kaum wanita, namun juga untuk pria. Peranan rambut sangat penting untuk diperhatikan, karena rambut bukan hanya sebagai pelindung kepala dari berbagai hal seperti bahaya benturan/pukulan benda keras, sengatan sinar matahari, dan sebagainya, tetapi ia juga merupakan *-perhiasan* yang berharga.

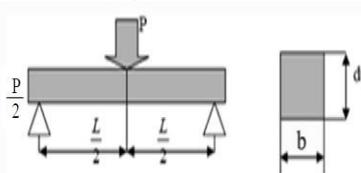


Gambar 1 Limbah rambut

C. Kekuatan Lentur

Material komposit mempunyai sifat tekan lebih baik dibanding tarik, pada perlakuan uji bending spesimen, bagian atas spesimen terjadi proses tekan dan bagian bawah terjadi proses tarik sehingga kegagalan yang terjadi akibat uji bending yaitu mengalami patah bagian bawah karena tidak mampu menahan tegangan tarik.

Dimensi balok dapat kita lihat pada gambar berikut ini : (Standart ASTM D 790-02).



Gambar 2 Penampang Uji bending (Standart ASTM D 790-02)

$$\sigma_b = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot d^2} \tag{1}$$

D. Kekuatan Tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui tegangan, regangan, modulus elastisitas bahan dengan cara menarik spesimen sampai putus. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik atau dengan *universal testing standar*. (Standar ASTM D638-02).

$$P = \sigma \cdot A \text{ atau } \sigma = \frac{P}{A} \tag{2}$$

E. Kekuatan Impak

Pengujian *impak* bertujuan untuk mengukur berapa energi yang dapat diserap suatu material sampai material tersebut patah. Pengujian *impak* merupakan respon terhadap beban kejut atau beban tiba-tiba (beban *impak*) (calliester, 2007).

$$E_{srp} = mgR (\cos \beta - \cos \alpha) \tag{3}$$

$$HI = \frac{E_{srp}}{A_o}$$

F. Salinitas

Secara ideal, salinitas merupakan jumlah dari seluruh garam-garaman dalam gram pada setiap kilogram air laut. Secara praktis, untuk mengukur salinitas adalah susah, oleh karena itu penentuan harga salinitas dilakukan dengan meninjau komponen yang terpenting saja yaitu klorida (Cl).

- Air Tawar Salinitas : 0
- Air Payau Salinitas : 10-12
- Air Laut Salinitas : 29-31

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat, Alat, dan Bahan Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium Metalurgi Fisik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Univesitas Hasanuddin Makassar untuk pengujian tarik dan pengujian bending, pengujian *impak* dan pembuatan spesimen dilakukan pada laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau sedangkan proses perendaman material guna mengetahui persentase penyerapan air (*Water Absorption*) dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Dayanu Ikhsanuddin Bau-Bau selama 21 Hari.

1. Alat-alat pembuatan komposit yang terdiri dari :
 - a. Cetakan kaca, sebagai media pembuatan spesimen.
 - b. Gelas ukur, untuk mengukur volume resin dan katalis.

- c. Wadah, sebagai tempat percampuran resin dan hardener (katalis).
 - d. Timbangan digunakan untuk menimbang seberapa berat serat dalam proses pembuatan komposit.
 - e. Lem kaca (silikone glass)
 - f. Amplas dan gurinda potong, untuk meratakan dan memotong spesimen sesuai ukuran standar.
2. Alat uji tarik, untuk mengetahui kekuatan tarik
 3. Alat uji bending, untuk mengetahui kekuatan lentur
 4. Alat uji mpak, untuk mengetahui kekuatan impact.

Bahan dalam penelitian ini adalah plat komposit serat rambut dengan variasi perendaman air laut, air payau dan air tawar.

5. Mejalankan mesin uji bending dimana pada kondisi ini fenomena uji bending dapat terekam pada CPU dan terlihat pada layar monitor computer.
6. Setelah patah mesin akan berhenti secara otomatis kemudian menyimpan data pengujian pada CPU.
7. Mengambil hasil rekaman mesin plotter dari poses penekanan yang dilakukan.

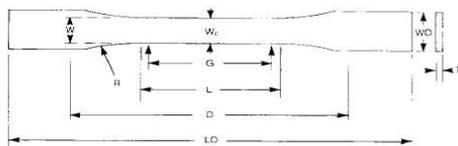


Gambar 4. Dimensi pengujian bending Standar ASTM D 790-02

B. Prosedur Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Metalurgi Fisik Universitas Hasanuddin Makassar dengan menggunakan mesin Uji Tarik *Tarnogrocki Tipe UPHG 20*. Prosedur pengujian tarik adalah :

1. Siapkan spesimen uji tarik
2. Siapkan mesin uji tarik dalam keadaan ON
3. Masukkan data-data spesimen (panjang ukur, lebar dan tebal) serta setting program mesin uji tarik.
4. Pasang spesimen uji tarik pada pencekam dan pastikan terjepit dengan baik dan benar.
5. Jalankan mesin uji tarik dimana pada kondisi ini fenomena uji tarik dapat terekam pada CPU dan terlihat pada layar/monitor komputer
6. Setelah patah mesin akan berhenti secara otomatis dan menyimpan data hasil pengujian pada komputer
7. Ambil hasil rekaman mesin plotter dari proses penarikan pada komputer.



Gambar 3. Dimensi benda pengujian tarik

C. Prosedur Pengujian Bending

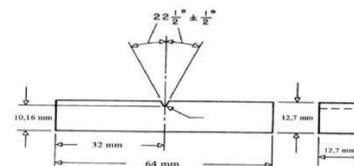
Pengujian bending dilakukan dengan cara memberikan beban lentur secara perlahan-lahan sampai spesimen mencapai titik patah. Pada perlakuan uji bending bagian atas spesimen mengalami penekanan dan dibagian bawah mengalami proses tarik sehingga mengakibatkan spesimen patah bagian bawah karena tidak mampu menahan tegangan tarik. Spesimen uji dibuat sesuai standar ASTM D70942. Prosedur pengujian bending adalah :

1. Menyiapkan spesimen uji bending.
2. Menyiapkan mesin pengujian bending dalam keadan ON.
3. Memasukan data-data spesimen (ukuran panjang, tebal dan lebar) kemudian setting program mesin uji bending.
4. Memasang mesin uji bending dengan menuntukan titik tumpuan dan titik tengah benda uji pada alat bending.

B. D. Prosedur Pengujian Impact

Pada uji impact charpy kita mengukur energi yang diserap untuk mematahkan benda uji. Setelah benda uji patah, bandul berayun kembali. Makin besar energi yang diserap makin rendah ayunan kembali dari bandul. Energi patahan yang diserap biasanya dinyatakan dalam satuan *joule*. Prosedur pengujian Impact :

1. Mengukur dimensi dari *skin* yaitu tebal, lebar, dan panjangnya, kemudian memberikan no spesimen pada *skin* yang akan diuji.
2. Mengangkat beban palu.
3. Meletakkan spesimen pada batang uji atau tumpuan dengan bantuan penjepit.
4. Melepaskan palu atau bandul dengan cara menekan tombol dan menarik *handel*-nya.
5. Palu akan jatuh dan memukul spesimen secara otomatis.
6. Catat energi serap yang ditunjukkan oleh jarum pada alat uji *impak*.
7. Hitung harga *impak*.



Gambar 5. Dimensi *impak* ASTM D 5942-96

E. Prosedur Pengambilan Foto Patahan Makro

Pengambilan foto makro bertujuan untuk mengetahui jenis/bentuk patahan dan pola kegagalan yang terjadi pada spesimen komposit akibat pengujian bending dan *impak*. Objek yang diambil dari penampang patahan dan dari samping untuk pengujian *impak* sedangkan untuk bending diambil dari samping benda uji. Langkah-langkah pengambilan foto makro:

1. Nyalakan lampu sebagai sumber cahaya.
2. Letakkan spesimen pada *-Stage Platell*. atau meja objek.
3. Memasang lensa *repro* pada kamera dan atur perbesaran yang diinginkan.
4. Lihat gambar pada *-LCD* yaitu pada layar kamera.
5. Fokuskan gambar.
6. Untuk melakukan pemotretan:

- a. Dilakukan dengan kamera digital 7.1 Megapixel.
 - b. Tekan *-Exposell* untuk melakukan pemotretan
7. Melihat hasil pemotretan.

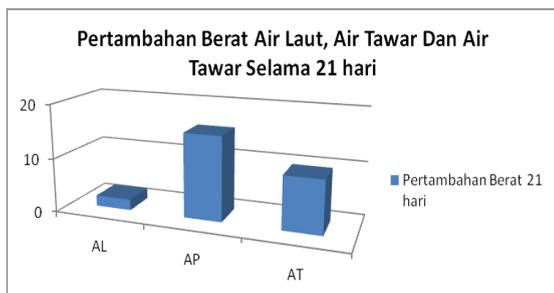
IV. ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Hasil uji penyerapan air, untuk komposit serat rambut perendaman air laut, air payau dan air tawar didapatkan nilai tertinggi seperti pada tabel di bawah :

Tabel 1. Pertambahan berat dan persentase berat komposit serat rambut

No	Perendaman 21 Hari	Berat Awal	Penyerapan Air (gr)	Pertambahan Berat (gr)	Persentase Berat (%)
1	2	3	4	5	6
1	PERENDAMAN AIR TAWAR 21 HARI	314,91	318,11	9,78	3,1719
2	PERENDAMAN AIR PAYAU 21 HARI	321,61	323,87	15,54	5,0401
3	PERENDAMAN AIR LAUT 21 HARI	308,33	310,34	2,01	0,6519



Gambar 6. Penyerapan air terhadap waktu perendaman pada material/ panel komposit serat rambut

Dari hasil penyerapan air yang paling optimal adalah penyerapan air payau dengan pertambahan berat 15,54 gr.

2. Dari hasil perhitungan pengujian dampak komposit serat rambut dengan perendaman air laut, air payau, air tawar dan tanpa perendaman di dapatkan hasil seperti pada tabel dan grafik berikut ini :

Tabel 2. Energi serap dan harga dampak komposit serat rambut

No	Spesimen	Tebal Spesimen	Lebar Spesimen	Luas Penampang	Energi Serap	Harga Dampak
		(b)	(d)	(A0)	(Joule)	(J/mm ²)
1	2	3	4	5	6	7
1.	PERENDAMAN AIR LAUT 21 HARI	5,6122	9,9267	55,6990	3,5958	0,0646
2.	PERENDAMAN AIR PAYAU 21 HARI	4,5956	10,1067	46,4478	5,9861	0,1290
3.	PERENDAMAN AIR TAWAR 21 HARI	4,8367	9,8711	47,7444	3,8342	0,0802
4.	TANPA PERENDAMAN	5,4156	10,1778	55,1201	3,5941	0,0653



Gambar 7. Energi serap komposit serat rambut



Gambar 8. Harga dampak komposit serat rambut

Dari hasil pengujian dampak dan hasil perhitungan material komposit serat Rambut dengan perendaman air payau yang paling optimal dengan 0,1290 (J/mm²) dibanding dengan perendaman air laut, air tawar, dan tanpa perendaman.

3. Berdasarkan hasil perhitungan pengujian tarik pada spesimen rata-rata dari material komposit serat Rambut dengan perendaman air laut, air payau, air tawar dan tanpa perendaman didapatkan hubungan tegangan tarik (σ) seperti pada tabel dan gambar berikut ini :

Tabel 3. Hasil perhitungan tarik komposit serat rambut

No	Spesimen	Tebal	Lebar	Gaya Maksimal	Tegangan Tarik Hasil Perhitungan
		mm	mm	N	N/mm ²
1	2	3	4	5	6
1.	PERENDAMAN AIR LAUT 21 HARI	5,5	16,5	1516,6667	16,7126
2.	PERENDAMAN AIR PAYAU 21 HARI	5,5	16,5	1100,0000	12,1212
3.	PERENDAMAN AIR TAWAR 21 HARI	5,5	16,5	1216,6667	13,4067
4.	TANPA PERENDAMAN	5,5	16,5	1350,0000	14,8760



Gambar 9. Gambar diagram tegangan tarik komposit serat rambut

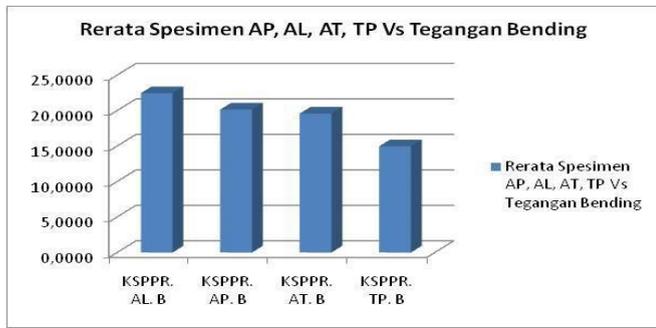
Dari hasil uji tarik tegangan maksimal (tarik) keempat perlakuan komposit yaitu perendaman air laut, air payau, air tawar dan tanpa perendaman yang dibuat didapatkan salah satu material yang memiliki nilai tegangan maksimal (tarik) tertinggi yaitu spesimen komposit serat Rambut dengan perendaman air Laut dengan nilai tegangan maksimal (tarik) rata-rata 16,7126 N/mm² dibanding nilai tegangan maksimal

(tarik) dari spesimen komposit perendaman air payau, air laut dan tanpa perendaman.

- Berdasarkan hasil perhitungan pengujian bending pada spesimen rata-rata dari material komposit serat rambut dengan perendaman air laut, air payau, air tawar dan tanpa perendaman didapatkan hubungan tegangan bending (σ_b) seperti pada tabel dan gambar berikut ini :

Tabel 4. Perhitungan bending komposit serat rambut

No	Material Spesimen	Panjang	Lebar	Tebal	Gaya Maksimal	Tegangan Bending
		mm	mm	Mm	N	N/mm ²
1	2	3	4	5	6	7
1	Perendaman Air Laut 21 Hari	23	16,5	5,5	325,0000	22,4643
2	Perendaman Air Payau 21 Hari	23	16,5	5,5	291,6667	20,1603
3	Perendaman Air Tawar 21 Hari	23	16,5	5,5	283,3333	19,5843
4	Tanpa Perendaman	23	16,5	5,5	216,6667	14,9762



Gambar 10. Diagram tegangan bending komposit serat rambut

Dari hasil pengujian menunjukkan material perendaman air Laut pada berbagai spesimen untuk re- rata tegangan bending (σ_b) komposit serat daun Rambut dengan matrik epoxy resin dan epoxy hardener lebih tinggi sebesar 22,4643 N/mm² bila dibandingkan dengan spesimen air payau, air tawar, dan tanpa perendaman tanpa perendaman.

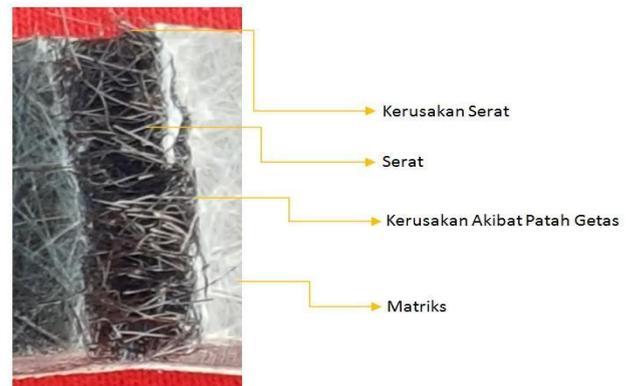
- Pengamatan struktur makro dilakukan pada bentuk patah benda uji. Berikut ini adalah data gambar-gambar foto patahan makro uji tarik uji bending dan uji impact seperti ditunjukkan pada gambar berikut ini :



Gambar 11. Spesimen uji tarik setelah pengujian



Gambar 12. Spesimen uji bending setelah pengujian



Gambar 13. Spesimen uji impact setelah pengujian

V. KESIMPULAN

- Dari proses perendaman disimpulkan bahwa ada pengaruh proses perendaman terhadap material komposit jika di bandingkan dengan yang tidak melalui proses perendaman, hal ini dapat dilihat berdasarkan hasil pengujian tarik dan bending, bahwa komposit yang di dilakukan perendaman diperoleh hasil pengujian yang paling kuat diantara semua material uji komposit yang tidak melalui proses perendaman. Sedangkan pada pengujian impact yang paling kuat adalah serat melalui proses perendaman dengan air payau.
- Dari data-data yang telah diperoleh menunjukkan harga kekuatan impact yang paling maksimum yaitu pada Spesimen dengan perendaman air payau dengan lama perendaman panel selama 21 hari dan luas penampang 46,4478 mm² sebesar 0,1290 J/mm² dibanding dengan perendaman air laut, air tawar dan tanpa perendaman.

Sedangkan dari data-data yang telah diperoleh dari uji tarik menunjukkan harga kekuatan tarik yang paling maksimum yaitu pada Spesimen dengan perendaman Air Laut dengan lama perendaman Panel 21 hari dan luas penampang 90,75mm² sebesar 16,7126N/mm² dibanding dengan perendaman air payau, air tawar dan tanpa perendaman.

Dan dari data-data yang telah diperoleh dari pengujian bending menunjukkan harga kekuatan bending yang paling maksimum yaitu pada Spesimen dengan perendaman Air Laut dan luas penampang $998,25\text{mm}^2$ sebesar $22,4643\text{ N/mm}^2$ dibanding dengan perendaman air payau, air tawar dan tanpa perendaman.

3. Dari hasil foto Makro Serat Rambut patahan dapat dilihat bahwa jenis patahan yang terjadi adalah patahan jenis *broken fiber*. Patahan *broken fiber* yaitu patahan pada specimen dimana serat mengalami patah atau rusak dan membentuk seperti serabut. Pada bentuk patahan dapat disimpulkan bahwa jenis patahan yang terjadi adalah patah getas. Arah dari perambatan retak adalah tegak lurus dengan arah tegangan tarik yang bekerja dan menghasilkan permukaan yang relatif rata.

DAFTAR PUSTAKA

1. ASTM. D 256 – 00 *Standard test methods for determining the izodpendulum impact resistance of plastics.*
2. ASTM. D 570 – 98 *Standard test method for water absorption of plastics.* Philadelphia, PA :American Society for Testing and Materials.
3. ASTM. D 638-02 *Standard test methods for tensile properties of polymer matrix composite materials.* Philadelphia, PA : American Society for Testing and Materials.
4. ASTM. D 790 – 02 *Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating material.* Philadelphia, PA :American Society for Testing and Materials.
5. Chow, C.P.L.; Xing, X.S and Li, R.Y.K.,2006.*Moisture Absorption studies of sisal fibre reinforced polypropylene.*
6. Errajhi, O.A.Z.; Osborne, J.R.F.; Richardson, M.O.W. and Dhakal, H.N.,2005.*Efect of water Absorption on the mechanical properties of hemp fibre reinforced unsaturated polyester composites, Composites Sciences and Technology.*
7. Gibson, 1994.*Principle Of Composite Material Mechanics.* New York : McGrawHill,Inc.
8. Lokantara, I.P.; Suwardana, N.P.G.; dan Karohika, I.G., 2009., *Efek fraksi volume serat air tawar terhadap kekuatan bending komposit tapis kelapa/polyester.*
9. Mueler,D.H.2003.*New Discovery in the Properties of Composites Reinforced with Natural Fibre.*
10. Triyono dan Diharjo,K.,2000.*Ketahanan Bending Komposit Hybrid Serat Batang Kelapa.*
11. Wang, W.; Saint, M.; and Cooper, P.A ., 2005.*Moisture Absorption in Natural Fiber Plastic Composites. S.*