

---

## STUDI SIFAT MEKANIS MATERIAL KOMPOSIT LIMBAH KERTAS BERPENGUAT SEMEN YANG DILAPISI CAT

**Abd. Kadir<sup>1</sup>, Prinob Aksar<sup>2</sup>, Burhanuddin Fadri<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Tenaga Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

<sup>2</sup>Tenaga Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Mekongga Kolaka

<sup>3</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

Email: prinobaksarst@yahoo.co.id

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis material komposit limbah kertas berpenguat semen yang dilapisi cat dalam pemanfaatan limbah kertas. Alat dan bahan yang digunakan yaitu alat penekan, cetakan komposit, timbangan digital dan alat bantu lainnya yang dibutuhkan dalam proses pembuatan komposit. Sedangkan bahan utama dari komposit ialah sampah kertas, semen portland dan cat. Metode pembuatan komposit yang digunakan yaitu menentukan volume bahan yang akan mengisi cetakan dengan perbandingan 30% sampah kertas dan 70% semen. Proses pencetakan menggunakan tekanan sebesar 100 kg/cm<sup>2</sup>, dimana hasil dari pencetakan dilakukan proses pengeringan alami yang dilanjutkan proses pelapisan menggunakan cat yang memiliki sifat elastisitas. Parameter yang diamati yaitu besar kekuatan tarik dan *bending* material komposit dari masing-masing spesimen yang ditampilkan pada alat uji tarik dan bending. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa tegangan tarik rata-rata yang dapat diterima material komposit dari limbah kertas berpenguat semen yang dilapisi cat adalah hanya sebesar 0,29 N/mm<sup>2</sup> dan besar tegangan bending rata-rata yang dapat diterima adalah sebesar 0,25 N/mm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci:** *Komposit sampah kertas, kekuatan tarik, kekuatan bending*

### Abstract

*The objective of this research is to know the mechanical properties of cemented paper waste composite material which is coated with paint in waste paper utilization. Tools and materials were used pressure tools, composite molds, digital scales and other tools required in the composite manufacturing process. While the main material of the composite were paper waste, portland cement and paint. The composite making method was used to determine the volume of material that will fill the mold with a ratio of 30% paper waste and 70% cement. The printing process uses a pressure of 100 kg / cm<sup>2</sup>, where the results of the printing process of natural drying followed by coating process using paint that has elasticity properties. The parameters observed were the tensile strength and bending of the composite material of each spesimen displayed on the tensile and bending test apparatus. The results of this study showed that the acceptable average tensile stress of composite material from paper-coated painted cement waste of only 0.29 N/mm<sup>2</sup> and the average acceptable bending voltage of 0.25 N/mm<sup>2</sup>.*

**Keywords:** *Composite waste paper, tensile strength, bending strength*

## 1. PENDAHULUAN

Sampah kertas merupakan salah satu sampah yang jumlahnya cukup besar dari komposisi

total sampah di Indonesia dan merupakan jenis sampah yang dapat didaur ulang. Saat ini pemanfaatan daur ulang sampah kertas belum

optimal, kebanyakan sampah kertas didaur ulang menjadi pembungkus makanan atau bahan kertas baru. Material komposit adalah material multi fasa yang diperoleh melalui kombinasi dari dua material atau lebih yang memiliki karakteristik sifat yang berbeda, digabungkan untuk mencapai sifat karakteristik yang lebih baik yang tidak dimiliki material penyusunnya (Chung, 2010).

Cat adalah suatu cairan yang dipakai untuk melapisi permukaan suatu bahan dengan tujuan memperindah, memperkuat atau melindungi bahan tersebut. Setelah dikenakan pada permukaan dan mengering, cat akan membentuk lapisan tipis yang melekat kuat pada permukaan tersebut. Pelekatan cat ke permukaan dapat dilakukan dengan banyak cara: diusapkan, dilumurkan, dikuas, disemprotkan dan sebagainya (Anugerah, 2009).

Semen (*cement*) adalah hasil industri dari paduan bahan baku yakni batu kapur/gamping sebagai bahan utama dan lempung/tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk/*bulk*, tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Cibro (2011) melakukan penelitian tentang kualitas fiber komposit plastik dari kertas kardus dengan matriks polietilena. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di dalam pengujian fisis, seluruh perlakuan memenuhi nilai standar, nilai terbaik untuk kerapatan  $0,93 \text{ g/cm}^2$ , kadar air 5,08%, daya serap air 2 jam dan 24 jam 4,15% dan 9,36%, pengembangan tebal 2 jam dan 24 jam 13,27% dan 14,39%. Sedangkan untuk pengujian mekanis, nilai keteguhan lentur dan keteguhan patah tidak memenuhi standar, namun keteguhan rekat dan kuat pegang skrup memenuhi standar papan komposit terbaik diperoleh dari perbandingan 60:40 perlakuan

polietilena daur ulang buram. Penggunaan polietilena buram lebih baik dibanding polietilena bening.

Maryani (2010) melakukan penelitian tentang Pengaruh faktor jenis kertas, jenis perekat dan kerapatan komposit terhadap kekuatan Impak pada komposit panel serap bising berbahan dasar limbah kertas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap nilai impak komposit campuran limbah kertas dan perekat yaitu jenis perekat, kerapatan dan interaksi antara jenis perekat dan kerapatan. Sedangkan faktor jenis kertas tidak berpengaruh serta komposit dengan nilai impak terbaik adalah komposit dengan campuran kertas HVS dan lem kanji serta kerapatan 4:1.

### Sifat Mekanik

Kemampuan suatu bahan/material dalam menerima beban mekanis, baik beban statis maupun beban dinamis. Contoh: ketangguhan, kelelahan, kekerasan, ketahanan mulur, kekuatan tarik, dan lain-lain. Terdapat acuan data sifat mekanis material yang menentukan spesifikasi standar material tersebut. Data tersebut diperoleh dengan uji mekanis sesuai standar yang ditentukan.

### Komposit

Menurut Chung (2010) dalam bukunya (*Composite materials science and applications*), material komposit adalah material multi fasa yang diperoleh melalui kombinasi dari dua material atau lebih yang memiliki karakteristik sifat yang berbeda, digabungkan untuk mencapai sifat karakteristik yang lebih baik yang tidak dimiliki material penyusunnya. Sedangkan menurut Sofian (2011) dalam bukunya (*Pengantar Material Teknik*), material komposit didefinisikan sebagai sebuah material yang terdiri atas beberapa material, dimana sifat yang dimilikinya merupakan gabungan sinergis dari sifat material penyusunnya.

### Kekuatan Tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui tegangan, regangan, modulus elastisitas bahan dengan cara menarik spesimen sampai putus/patah. Selama proses pengujian, spesimen mengalami deformasi elastis dan deformasi plastik. Deformasi elastis terjadi diawal pembebanan ketika pembebanan masih sangat rendah, dimana tegangan dan regangan berbanding lurus mengikuti kaidah Hukum Hooke. Deformasi elastis bersifat tidak permanen ketika beban dilepas, spesimen akan kembali ke bentuk awal. Untuk menghitung nilai tegangan, regangan, dan modulus elastisitas dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Tegangan: } \sigma = \frac{F}{A}$$

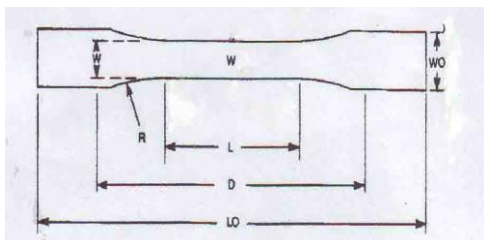
Regangan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L_1 - L_0}{L_0}$$

Modulus Elastisitas:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta L}{L_0}} = \frac{\frac{m \cdot g}{l \cdot d}}{\frac{L_1 - L_0}{L_0}}$$

Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik atau dengan *universal testing standar* (Sofian, 2010). Spesimen uji tarik ASTM D 638-01 ditunjukkan seperti Gambar 1.



Gambar 1. Spesimen Uji Tarik ASTM D 638-01

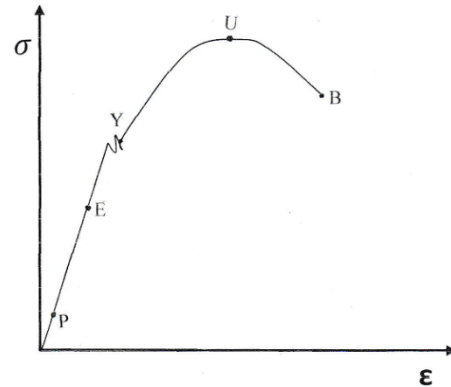
Keterangan:

Wo = 19 (mm), D = 115 mm.

L = 57 (mm), Radius = 76 mm.

W = 13 (mm), Ketebalan = 4 -7 mm.

Lo = 165 (mm).



Gambar 2 Kurva tegangan-regangan

Untuk menghitung nilai kekuatan tarik, dapat menggunakan persamaan berikut (Sofian, 2010).

$$F = \sigma \cdot A \text{ atau } \sigma = \frac{F}{A}$$

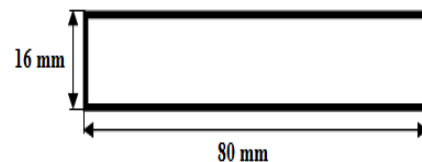
Dimana:

F = beban (N).

A = luas penampang (mm<sup>2</sup>).

### Kekuatan Bending

Kekuatan *bending* suatu material dapat diketahui dengan melakukan pengujian dengan uji *bending* terhadap material komposit tersebut. Kekuatan *bending* atau kekuatan lengkung adalah tegangan *bending* terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan. Besar kekuatan *bending* tergantung pada jenis material dan pembebanan. Spesimen uji bending dibuat sesuai standar ASTM D709-02.



Gambar 3. Spesimen uji *bending* ASTM D709-02

**Definisi Cat**

Cat adalah suatu cairan yang dipakai untuk melapisi permukaan suatu bahan dengan tujuan memperindah, memperkuat, atau melindungi bahan tersebut. Setelah dikenakan pada permukaan dan mengering, cat akan membentuk lapisan tipis yang melekat kuat pada permukaan tersebut. Pelekatan cat ke permukaan dapat dilakukan dengan banyak cara: diusapkan, dilumurkan, dikuas, diseprotkan dan sebagainya (Anugerah, 2009).

**Definisi Kertas**

Kertas adalah barang yang berwujud lembaran-lembaran tipis. Yang dihasilkan dengan kompresi serat yang berasal dari pulp yang telah mengalami pengerjaan pengeringan, ditambah beberapa bahan tambahan yang saling menempel dan saling menjalin, serat yang digunakan biasanya berupa serat alam yang mengandung selulosa dan hemiselulosa.

**Semen Portland**

Semen portland (PC) dapat dilihat bahwa semen portland dibuat dari *Cacareous* seperti batu kapur (*limestone* atau *chalk*) dan bahan silika atau aluminium yang terdapat pada tanah liat (*clay* atau *shale*). Batu kapur mengandung komponen CaO, lempung mengandung komponen SiO<sub>2</sub> dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (oksida alumina) dan FeO (oksida besi).

**3. METODE PENELITIAN****Waktu Dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Material Dan Teknologi Mekanik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo, dari Bulan Maret 2017 sampai dengan bulan mei 2017.

**Alat dan Bahan**

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain timbangan digital, cetakan komposit, alat penekan, jangka sorong, alat bantu lain, kertas, semen dan cat.

Cat yang digunakan adalah cat pelapis anti bocor yang memiliki sifat elastis, tahan panas dan kedap air, dalam penelitian ini cat berfungsi untuk melapisi spesimen atau komposit kertas yang telah dicetak.

**Pembuatan Komposit**

1. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan untuk pembuatan komposit.
2. Menentukan berat kertas dan semen yang akan mengisi cetakan komposit.
3. Mencampur atau mengaduk semen dan kertas dengan menambahkan air dengan kadar air secukupnya.
4. Setelah semen, kertas dan air telah bercampur, selanjutnya campuran dimasukkan kedalam cetakan dengan memberikan tekanan secukupnya.
5. Setelah komposit sudah tercetak, kemudian komposit dikeluarkan dari cetakan dengan cara menekan dari sisi atas komposit yang telah tercetak dan dilakukan proses pengeringan.
6. Langkah berikutnya, melapisi komposit dengan cat menggunakan kuas keseluruhan bagian material dan dilakukan proses pengeringan dengan metode pengeringan alami.

**Pembuatan Spesimen Uji**

Komposit yang telah dicetak berbentuk panel dengan ukuran 50 x 200 mm, dipotong-potong dengan menggunakan mesin gerinda pemotong sesuai ukuran standar ASTM D 638 - 02 untuk spesimen uji tarik dan ASTM D 790 - 02 untuk spesimen uji bending dengan jumlah spesimen sebanyak 3 buah untuk setiap perlakuan.

**Pengujian Spesimen**

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian tarik dan uji *bending*.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Uji Tarik

Uji tarik dalam penelitian adalah memberikan perlakuan pada suatu benda uji berupa tarikan dengan tujuan untuk mengetahui sifat mekaniknya yaitu kekuatan tarik. Jika kekuatan tarik benda tersebut besar, maka benda yang diuji tersebut berindikasi baik terhadap sifat kekuatannya, begitupun sebaliknya. Untuk mengetahui hal itu, maka peneliti menginterpretasikan data yang diperoleh berdasarkan hasil perhitungan tanpa mengetahui sebab dan akibatnya. Adapun hasil yang diperoleh berdasarkan perhitungan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Tarik

Spesimen	Beban Max (N)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Tegangan Max. (N/mm <sup>2</sup> )
I	26.63	13	5	0.355
II	11.67	13	5	0.148
III	29.23	13	5	0.390
<b>Rata-rata</b>	<b>22.21</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>0.298</b>

Sumber : Hasil Analisa Data, 2016

Dari Tabel 1 di atas menunjukkan hasil uji tarik yang diperoleh dari 3 spesimen pada salah uji sifat mekanik material komposit. Dari data hasil uji tarik di atas masing masing spesimen uji memiliki selisih yang sangat kecil pada setiap material komposit serat pelepah sagu. Hal ini dapat dilihat pada spesimen yang memiliki kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen III dengan nilai sebesar 0.390 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan untuk spesimen uji yang memiliki kekuatan tarik maksimum terendah terdapat pada spesimen II sebesar 0.148 N/mm<sup>2</sup>.

##### Uji Bending

Pada pengujian *bending* merupakan perlakuan mekanis atau pemberian beban tekan yang diberikan pada suatu material. Ketika suatu benda mengalami retakan atau patahan pada

tekanan tertentu, itu menggambarkan bahwa benda tersebut memiliki tingkat kekakuan yang rendah atau sebaliknya. Oleh karena itu, dalam pengujian bending ini dilakukan sesuai dengan prosedur guna untuk menghindari kesalahan dalam pengambilan data. Adapun data hasil yang diperoleh dari penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

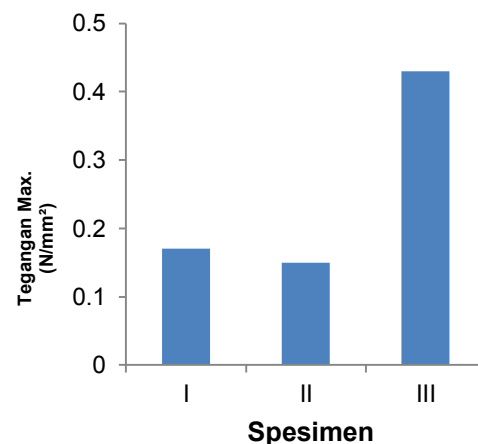
Tabel 2. Data Hasil Pengujian *Bending*

Spesimen	Beban Max. (N)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Tegangan Bending (N/mm <sup>2</sup> )
I	23.43	80	8	0.17
II	20.45	80	8	0.15
III	59.16	80	8	0.43
<b>Rata-rata</b>	<b>34.35</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>0.25</b>

Sumber : Hasil Analisa Data, 2017

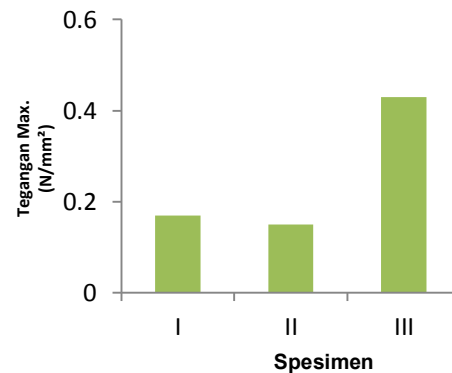
Dari Table 2 di atas menunjukkan hasil uji *bending* yang diperoleh dari 3 spesimen pada salah uji sifat mekanik material komposit. Dari data hasil uji bending di atas dapat dilihat pada spesimen yang memiliki kekuatan tekan tertinggi terdapat pada spesimen III dengan nilai sebesar 0.43 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan untuk spesimen uji yang memiliki kekuatan bending terendah terdapat pada spesimen II yakni 0.15 N/mm<sup>2</sup>.

##### Pembahasan



Gambar 4. Nilai tegangan tarik

Pada Gambar 4 di atas menunjukkan besar tegangan tarik yang mampu diterima pada masing-masing spesimen. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan tegangan tarik terbesar pada spesimen III (tiga) yakni  $0.390 \text{ N/mm}^2$ , sedangkan kekuatan tarik terkecil yaitu pada spesimen kedua yakni sebesar  $0.148 \text{ N/mm}^2$ . Adapun tegangan tarik rata-rata yang dapat diterima material komposit dari limbah kertas berpenguat semen yang dilapisi cat adalah hanya sebesar  $0.29 \text{ N/mm}^2$ . Besarnya tegangan tarik yang diterima pada spesimen dipengaruhi dari beberapa unsur yang digabungkan, dimana pada material komposit dibentuk dari campuran semen dan kertas serta pada lapisan luar dilapisi oleh cat. Lapisan cat yang digunakan berfungsi untuk melapisi permukaan suatu material komposit dengan salah satu tujuan memperkuat, atau melindungi bahan tersebut dalam menerima beban tarik serta cat yang digunakan juga memiliki sifat elastisitas yang baik dalam penerimaan beban salah satunya beban tarik. Setelah dikenakan pada permukaan dan mengering, cat akan membentuk lapisan tipis yang melekat kuat pada permukaan tersebut. Pelekatan cat ke permukaan dapat dilakukan dengan banyak cara: diusapkan, dilumurkan, dikuas, disemprotkan dan sebagainya. (Anugerah, 2009), sedangkan semen pada material komposit ini adalah untuk melakukan pengikatan pada material pengisi yakni kertas agar ketika semen mengering, kertas dan semen akan secara bersamaan mengeras.



Gambar 5 Nilai tegangan *bending*

Pada Gambar 4 sebelumnya yakni nilai tegangan tarik telah dijelaskan pengaruh unsur campuran yang digunakan pada material komposit limbah kertas. Pada penelitian ini, proses pencetakan dan pengeringan yang dilakukan adalah sama yaitu pada spesimen uji tarik maupun pada spesimen uji bending. Pada gambar 5, dapat dilihat besar tegangan *bending* terdapat spesimen III (tiga) yaitu sebesar  $0.43 \text{ N/mm}^2$ , sedangkan kekuatan bending terkecil yakni pada spesimen kedua yakni sebesar  $0.15 \text{ N/mm}^2$ . Adapun besar tegangan bending rata-rata yang dapat diterima adalah sebesar  $0.25 \text{ N/mm}^2$ . Perbedaan besarnya tegangan *bending* yang diterima pada tiap-tiap spesimen dipengaruhi dari proses pengeringan yang dilakukan, dimana proses pengeringan pada material komposit ini menggunakan pengeringan secara alami yang dipengaruhi pula keadaan cuaca disekitarnya. Sehingga semen, kertas serta cat tidak mengering secara baik. Pada material komposit untuk pengujian bending dibentuk juga dari campuran semen dan kertas serta pada lapisan luar atau lapisan akhir dilapisi oleh cat, dimana lapisan cat yang digunakan berfungsi untuk melapisi permukaan material komposit agar dapat memperkuat dan melindungi komposit serta memiliki sifat elastisitas yang baik dalam menerima beban *bending* dan fungsi semen digunakan pada material komposit ini adalah untuk mengikat material kertas agar ketika

semen mengering, kertas akan secara bersamaan mengeras serta kekuatan dari material komposit pun dapat terbentuk secara baik.

## 5. PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada uji sifat mekanis material komposit limbah kertas terhadap kekuatan tarik dan *bending* komposit, dapat disimpulkan bahwa tegangan tarik rata-rata yang dapat diterima material komposit dari limbah kertas berpenguat semen yang dilapisi cat adalah hanya sebesar 0.29 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan besar tegangan *bending* rata-rata yang dapat diterima adalah sebesar 0.25 N/mm<sup>2</sup>.

### Saran

- Waktu penekanan dalam pencetakan perlu dikontrol agar kandungan air dan pengikatan antara kertas dan semen lebih baik.
- Waktu dan suhu pengeringan material perlu dikontrol agar sisa kandungan air yang masih berada dalam kertas dan semen hilang serta lapisan cat yang telah dilumuri dalam material komposit dapat melapisi dengan baik.
- Proses pengeringan material sebaiknya dilakukan pada alat pengering agar proses pengeringan dapat terkontrol serta hasil pengeringan lebih baik.

### Daftar Pustaka

Biswas, dkk., 2001, *Develpoment of Natural Fibre Composites in India, 2001 Convention*

*and Trade Show*, Composites Fabricators Association, Florida USA.

Callister Jr.W.D., 2000, *Fundamentals Of Materials Science And Engineering/ An Interactive*, John Willey & Sons. Inc.

Cibro, R.F., 2011, *Kualitas Fiber Komposit Plastik dari Kertas Kardus dengan Matriks Polietilena*, Jurnal Universitas Sebelas Maret: Surakarta

Hakim L, dkk., 2012, *Pengaruh Rasio Semen/Serat Dan Jenis Katalis Terhadap Kekuatan Fiber-Cement Board Dari Limbah Kertas Kardus*, Jurnal. USU Medan.

Rita, A. dkk., 2006, *Pemanfaatan Limbah Plastik (Polistirena) Dan Kertas Bekas Sebagai Bahan Pembuatan Fiber Board*, Jurnal Politeknik Negeri Lhokseumawe: Lhokseumawe.

Sofian B. T., 2010, *Pengantar material teknik*, Salemba Teknika.