

## Pengaruh Perendaman terhadap Sifat Mekanik Komposit Polyester Berpenguat Serat Glass

<sup>1)</sup>Jusuf B. Tododjahi, <sup>2)</sup>Kristomus Boimau, <sup>3)</sup>Ishak S. limbong  
<sup>1,2,3)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana  
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang NTT  
Email : boimau\_mesinunc@yahoo.com

### ABSTRAK

Model analisis perilaku mekanik komposit polimer yang sering disajikan oleh peneliti didasarkan pada asumsi kondisi lingkungan (*hygrothermal*) yang konstan. Namun dalam kenyataannya, aplikasi material komposit sering kali berada pada kondisi lingkungan yang tidak konstan atau selalu berubah seperti pada blade turbin angin, panel *cool box* ikan dan perahu berbahan *fiber glass* yang selalu bekerja pada kondisi kelembaban dan temperatur yang berubah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman terhadap sifat tarik dan sifat bending komposit serat glass dengan fraksi volume serat ( $V_f$ ) sebesar 40 %. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah serat glass dan resin poliester. Spesimen uji tarik dibuat sesuai standar ASTM D638 sedangkan spesimen uji bending sesuai standar ASTM D790. Spesimen uji dicetak dengan metode *hand lay up* diikuti dengan penekanan dan dibiarkan selama 24 jam. Selanjutnya komposit hasil cetakan dipotong sesuai standar uji tarik dan bending, kemudian spesimen uji tersebut diberi perlakuan yang berbeda yakni perendaman dalam air dan air laut serta dibiarkan di lingkungan terbuka (di atap rumah) selama 30 hari. Proses pengujian tarik dan bending dilakukan sesaat setelah spesimen dikeluarkan dari dalam air, dengan terlebih dahulu ditimbang sehingga dapat diketahui persentase penyerapan air. Hasil persentase kadar air komposit cenderung meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu perendaman namun kenaikan hanya 0,0145 % untuk spesimen uji bending dan 0,0166 % untuk spesimen uji tarik. Sedangkan hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa spesimen yang direndam dalam air selama 30 hari memiliki kekuatan tarik terendah yakni sebesar 84,47 MPa, sedangkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 176,80 MPa yang diperoleh pada spesimen uji tanpa perlakuan perendaman. Hasil uji bending pun menunjukkan bahwa spesimen direndam dalam air selama 30 hari memiliki kekuatan bending terendah yakni sebesar 113,77 MPa, sedangkan kekuatan bending tertinggi sebesar 279,40 MPa yang diperoleh pada spesimen uji tanpa perlakuan. Hasil foto makro menunjukkan adanya patahan getas, *debonding*, dan *delaminasi* pada spesimen uji bending, begitu pula pada spesimen uji tarik terlihat adanya patahan getas, *debonding* dan *delaminasi*.

**Kata Kunci:** Komposit, Serat Glass, Kekuatan Tarik, Kekuatan Bending, perendaman

### ABSTRACT

*Analysis model of the mechanical behavior of polymer composite materials- are often by the researchers on the adoption of environmental conditions (hygrothermal) shown are constant. But in reality, the application of composite materials are often in constant environmental conditions or the ever-changing as the wind turbine blade, the plate and the fish cooler made of fiber glass boat that has always under the conditions of humidity and temperature changes Worked. The aim of this study is of to determine the effect of the immersion of the tensile properties and bending properties of the glass fiber composites with 40 % fiber volume fraction ( $V_f$ ). In this study, the materials used are glass fibers and polyester resin. Tensile tests were according to ASTM D638, while the standard ASTM D790 for bending test. The test specimen molded by hand lay-up method, followed by pressure and left for 24 hours. In the following, the combined term average on standard train and bending test, the test samples were different treatments that immersion in water and sea water for 30 days and in an open environment (on the roof of the house) left. Tensile and bending testing process conducted shortly after the specimen are remove from the water, weighed know by bending tests first to determine the percentage of water absorption. The results of the composite percentage of water content tends to increase with the long of immersion time, but the increase only 0.0145 % for the bending test and 0.0166 % for the tensile specimens. While the test results show that the train - samples were soaked in water for 30 days had the lowest tensile strength of 84.47 MPa, while the highest tensile strength of 176.80 MPa obtained on the test specimens without immersion treatment. The results also show that the bending test specimen is immersed in water for 30 days*

had the lowest flexural strength, receive equal 113.77 MPa, while the highest bending strength of 279.40 MPa to specimens with out treatment. The results show a macro photo facture brittle debonding and delamination in the bending specimens, as well as the tensile test specimens, seen a brittle facture, debonding and delamination

**Keywords :** Composites, Fiber Glass, Tensile Strength, Bending Strength, submersion

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan serat sintetis masih banyak digunakan karena terbuat dari bahan sintetis/bahan modern yang diproduksi dengan industri manufaktur, komponen-komponennya diproduksi secara terpisah kemudian digabungkan dengan teknik tertentu agar diperoleh struktur, sifat dan geometri yang diinginkan. Salah satu contoh serat sintetis yang paling populer dalam penggunaan struktur-struktur karena selain kerapatannya rendah (terutama digunakan untuk pesawat luar angkasa) juga harganya yang relatif murah adalah serat *glass* (Harbrian, 2007). Serat *glass* acak (*chop strand mat*) mempunyai bentuk seperti acak (*random*), serat *glass* yang teranyam dibuat bertindih secara tidak teratur ke segala arah (*undirectional*). Serat *glass* yang teranyam mempunyai panjang serat yang relatif lebih pendek dari panjang serat *Woven Roving* (WR). Pemakaiannya dalam konstruksi CSM ini lebih *fleksibel*, sehingga mudah dibentuk dan mudah digunakan untuk bagian berlekuk tajam.

Material teknik pada umumnya dan komposit khususnya selalu mengalami perubahan sifat mekanik (kekuatan dan ketangguhan) akibat pengaruh lingkungan (kelembaban) sehingga sangat penting untuk dianalisis. Efek yang paling banyak mempengaruhi perilaku mekanik komposit adalah perubahan temperatur dan kadar air. Dan analisis perilaku mekanik komposit polimer yang sering disajikan oleh peneliti didasarkan pada asumsi kondisi lingkungan (kelembaban) yang konstan. Namun dalam kenyataannya, aplikasi material komposit sering kali berada pada kondisi lingkungan yang tidak konstan atau selalu berubah-ubah seperti pada blade turbin angin, panel *cool box* ikan dan perahu berbahan serat *glass* yang selalu bekerja pada kondisi kelembaban dan

temperatur yang berubah-ubah. Apalagi wilayah NTT memiliki kondisi iklim tropis dengan curah hujan dari bulan Desember sampai bulan Februari. Hal ini tentu akan mempengaruhi kekuatan material komposit polimer.

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk meneliti kekuatan tarik dan bending akibat pengaruh perendaman pada komposit polyester serat *glass*.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengertian 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 memiliki perbedaan dari cara penggabungannya yaitu komposit digabung secara *makroskopis* sehingga masih kelihatan unsur-unsur pembentuknya sedangkan pada paduan digabung secara *mikroskopis* sehingga tidak kelihatan lagi unsur-unsur pendukungnya (Jones, 1975).

### Kekuatan Bending Komposit

Uji lengkung (*bending test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu uji bending digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan kekenyalan. Untuk mengetahui kekuatan *bending* satu komposit dapat dilakukan dengan pengujian *bending* terhadap material komposit tersebut. Kekuatan *bending* atau kekuatan lengkung adalah tegangan bending terbesar yang dapat

diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami *deformasi* atau kegagalan.

Kekuatan bending dapat dirumuskan sebagai berikut (Gibson,1994):

$$b = \frac{PL \times \frac{1}{2}d}{b \times d \times \frac{1}{12}} \dots \dots \dots (1)$$

$$b = \frac{12 PLd^3}{8bd^3} \dots \dots \dots (2)$$

$$b = \frac{3 PL}{2bd^2}$$

Pada perhitungan kekuatan bending ini, digunakan persamaan yang ada pada standar ASTM D790. Sama seperti pada persamaan di atas yaitu :

$$b = \frac{3 PL}{2bd^2} \dots \dots \dots (3)$$

dimana:

b = Tegangan *bending* ( MPa )

P = Beban ( N )

L = Panjang Span ( mm )

b = Lebar ( mm )

d = Tebal ( mm )

**Kekuatan Tarik komposit**

Dalam desain atau perencanaan suatu konstruksi mesin, kekuatan bahan mutlak diperoleh sebagai desain menjadi aman. Kekuatan tarik (*tensile strength*) adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh material benda uji sebelum patah atau rusak, besarnya maksimum dibagi luas penampang lintang awal benda uji. Ilmu kekuatan bahan, mengisyaratkan bahwa desain akan aman apabila kekuatan bahan yang dipakai adalah kekuatan *yield* (*yield strenght*). Dan oleh karena itu, dalam tulisan Salah satu jenis pengujian mekanik pada komposit adalah pengujian tarik. Dari pengujian ini dapat diketahui sifat mekanik material yang sangat dibutuhkan dalam desain rekayasa. Hasil pengujian ini dapat ditampilkan dalam grafik tegangan regangan. Perhitungan beban dan *elongation* dapat dirumuskan sebagai berikut (Harbrian,2007) :

$$\uparrow = \frac{F}{A_0} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

↑ = Tegangan (MPa).

F = Beban diberikan dalam arah tegak lurus terhadap penampang spesimen (N)

A<sub>0</sub> = Luas penampang mula-mula

spesimen sebelum diberikan pembebanan (mm<sup>2</sup>)

**Penyerapan Air (Water Absorption)**

Ketahanan material komposit pada lingkungan yang berair sangat ditentukan oleh kemampuan komposit untuk menyerap air dari lingkungan. Semakin banyak air yang diserap menunjukkan ikatan *interfacial* serat dan matriks yang kurang kuat, begitu juga sebaliknya. Pengujian *water absorption* dilakukan untuk mengetahui penyerapan air optimum yang dimiliki komposit yang seratnya mengalami perlakuan alkali maupun serat komposit yang tidak mengalami perlakuan. Dengan merendam komposit dalam air dengan waktu tertentu, dapat diketahui besaran jumlah air yang terserap ke dalam komposit.

Selanjutnya pertambahan berat komposit dicatat kemudian dihitung persentasenya dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$WA = \frac{Ba - Bm}{Bm} \times 100\%$$

Dimana :

WA = *Water Absorption* (%)

Ba = Berat akhir (gram)

Bm = Berat mula-mula (gram)

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Bahan dan Alat**

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah : Serat yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat *glass*, *Resin Polyester*, Katalis atau *hardener*, *Wax mirrorglass*. Peralatan pendukung lainnya.

**Prosedur Penelitian**

Proses-proses yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut

**Prosedur pencetakan spesimen**

Langkah-langkah pembuatan spesimen adalah:

Langkah pertama dimulai dari proses penimbangan serat acak *E-Glass* dan resin menggunakan timbangan digital. Sesuai dengan fraksi volume 40%

Langkah berikutnya adalah bagian dalam cetakan diberi isolasi dan dilapisi dengan *wax mirrorglass* agar resin polyester tidak merekat pada cetakan.

Langkah berikutnya campuran resin polyester dan katalis dituang ke dalam cetakan bersama serat glass sesuai dengan perbandingan fraksi volume serat dan resin.

Selanjutnya komposit dicetak dengan teknik *hand lay up*, kemudian komposit diberi tekanan agar tidak adanya gelembung-gelembung udara, dan untuk mendapatkan tebal spesimen yang diinginkan (7 mm). Cetakan dibiarkan selama 1 x 24 jam, kemudian dibuka.

#### **Prosedur pembuatan spesimen uji tarik dan bending**

Untuk pengujian tarik, hasil cetakan komposit tersebut dipotong dengan gergaji dengan ukuran panjang 165 mm dan lebar 19 mm kemudian dibentuk dengan pola sesuai standar pengujian tarik.

Sedangkan untuk pengujian bending, hasil cetakan komposit dipotong dengan ukuran panjang 112 mm dan lebar 12,7 mm sesuai standar pengujian bending

Spesimen yang selesai dibentuk kemudian diberi pengkodean, kode TP untuk pengujian tarik tanpa perlakuan, kode AL untuk pengujian tarik dengan perlakuan perendaman pada air laut dan kode BL untuk spesimen bending dengan perendaman pada air laut. Kemudian kode AA untuk pengujian tarik dengan perlakuan perendaman pada air dan kode BA untuk spesimen bending dengan perendaman pada air. Sedangkan kode AU untuk pengujian tarik dengan perlakuan dibiarkan pada udara terbuka dan kode BU untuk spesimen bending dengan perlakuan dibiarkan pada udara terbuka, selain itu kode 10, 20, 30 menunjukkan lamanya waktu perlakuan.

#### **Prosedur perlakuan kelembaban**

Langkah pertama spesimen uji tarik dan bending yang sudah dibentuk atau dipotong, kita timbang untuk mengetahui berat spesimen awal sebelum di rendam.

Langkah kedua, kita rendam spesimen yang sudah ditimbang ke dalam wadah yang

telah berisi air, air laut dengan variasi waktu masing masing 10 hari, 20 hari, dan 30 hari, dan khusus untuk udara bebas spesimen dibiarkan di lingkungan terbuka.

Langkah ketiga setelah direndam selama waktu yang ditentukan spesimen diambil kemudian di timbang ulang untuk mengetahui kadar air yang diserap oleh spesimen. Setelah itu spesimen siap diuji.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pengujian Penyerapan Air (*Water Absorption*)**

Dari hasil pengujian *water absorption* terhadap spesimen komposit dimana komposit direndam dalam air, air laut dan dibiarkan pada udara terbuka selama variasi waktu yaitu 10 hari, 20 hari, 30 hari dan ditimbang setelah hari yang ditentukan, sehingga diperoleh data-data mengenai kemampuan komposit menyerap air, baik pada air, air laut dan pada udara bebas.

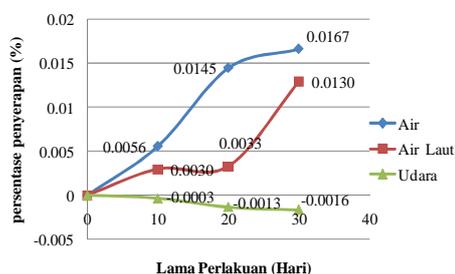
#### **Penyerapan Air (*water absorption*) untuk spesimen uji tarik dan uji bending.**

Persentase penyerapan air untuk spesimen uji tarik dan uji bending pada perlakuan perendaman selama 30 hari pada komposit dengan perlakuan perendaman pada air dan air laut, menunjukkan tingkat penyerapan air yang cukup tinggi dibanding dengan perlakuan dibiarkan pada udara bebas selama 30 hari tidak ada penyerapan bahkan berat spesimen menjadi berkurang. Data selengkapnya seperti pada Tabel 1 dan 2 di bawah ini.

**Tabel 1.** Persentase penyerapan air (*water absorption*) pada spesimen uji tarik untuk semua perlakuan dengan variasi waktu

persentase penyerapan air (%)	Lama	perlakuan	(Hari)
Air	0,0056	0,0145	0,0167
Air Laut	0,003	0,0033	0,013

Dari Tabel 1 di atas dapat digambarkan persentase penyerapan air seperti pada Gambar 1 di bawah ini

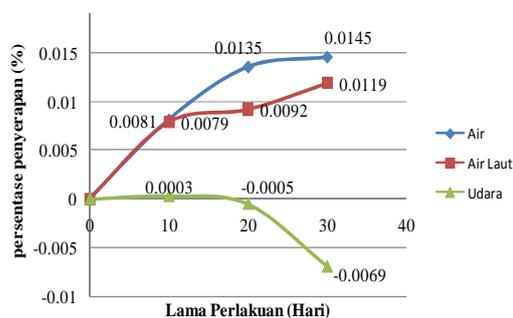


**Gambar 1.** Grafik hubungan antara persentase penyerapan air dengan lama perlakuan pada spesimen uji tarik

**Tabel 2.** Persentase penyerapan air (*water absorption*) pada spesimen uji bending pada semua perlakuan dengan variasi waktu

Persentase penyerapan air (%)	Lama perlakuan (Hari)	10	20	30
Air		0,0081	0,0135	0,0145
Air Laut		0,0079	0,0092	0,0119
Udara		-0,0003	-0,0005	-0,0069

Dari Tabel 2 di atas dapat digambarkan laju persentase rata-rata penyerapan air seperti pada Gambar 2 di bawah ini



**Gambar 2.** Grafik hubungan persentase penyerapan air dengan lama perlakuan pada spesimen uji bending

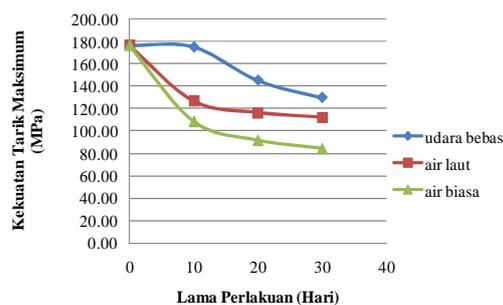
Dari Gambar 1 dan 2 di atas dapat dijelaskan bahwa persentase penyerapan air pada komposit polimer yang diperkuat serat *glass* di atas menunjukkan bahwa spesimen uji tarik dan uji bending yang diberi perlakuan perendaman dalam air dan air laut mengalami penambahan berat, sedangkan yang dibiarkan pada udara terbuka mengalami penurunan berat. Penambahan berat tersebut disebabkan oleh karena adanya *void* pada spesimen sehingga air terdifusi ke dalam spesimen,

namun persentase penyerapan air tidak terlalu besar yakni pada spesimen uji tarik hanya 0,0167 % untuk air dan 0,0119 % untuk spesimen yang direndam dalam air laut, dan untuk spesimen uji bending persentase penyerapan untuk air 0,0081 % dan air laut 0,0119 %, sedangkan spesimen uji tarik dan uji bending yang dibiarkan di udara terbuka dalam hal ini ditempatkan di atap rumah ternyata mengalami *degradasi* berat. Hal ini disebabkan karena kadar air atau minyak yang terkandung dalam spesimen berkurang akibat panas matahari pada siang hari. Keragaman data penyerapan air disebabkan karena ketidakseragaman kerapatan spesimen saat dicetak, sehingga tingkat penyerapan pun berbeda. Namun dari gambar terlihat bahwa semakin lama waktu perendaman maka penyerapan air pun semakin tinggi.

### Kekuatan tarik komposit

Hasil pengujian tarik dilakukan terhadap spesimen uji yang direndam didalam air, air laut dan udara bebas selama 10, 20, 30 hari. Proses pengujian dilakukan sesaat setelah spesimen uji dikeluarkan dari dalam air.

Data hasil pengujian tarik yang dilakukan terhadap spesimen uji komposit setelah mendapat perlakuan selama 30 hari pada lingkungan yang berbeda menunjukkan bahwa kekuatan tarik cenderung menurun seperti tampak pada Gambar 3 berikut.



**Gambar 3.** Grafik hubungan antara lama perlakuan dengan kekuatan tarik maksimum komposit

Dari Gambar 3 di atas, terlihat bahwa komposit yang direndam dalam air dan air laut mengalami penurunan kekuatan tarik sebesar yakni dari 176 MPa menurun hingga 84,47 MPa sedangkan komposit yang dibiarkan pada

udara terbuka menurun dari 176 MPa menjadi 129,82 MPa. Data ini menggambarkan bahwa lingkungan air dapat menyebabkan kekuatan tarik menurun akibat terdifusinya air ke dalam komposit sehingga ikatan *interfacial* serat matriks menjadi lemah. Hal ini disebabkan karena air membasahi *interface* antar serat dan matriks. Sedangkan pada komposit yang dibiarkan di udara terbuka, menyebabkan komposit semakin berkurang kadar airnya sehingga mudah retak saat dikenai beban. Dan dari gambar juga dapat dilihat selisih nilai kekuatannya ada yang tinggi dan ada juga yang rendah nilainya, hal ini terjadi karena pada waktu pencetakan komposit campuran serat dan matriks tidak tercampur secara merata dan ukuran tebal dan lebar spesimen tidak sama sehingga menyebabkan kekuatan komposit bervariasi.

#### Hasil Pengujian Bending

Hasil pengujian bending dilakukan terhadap spesimen uji yang direndam didalam air, air laut dan udara bebas selama 10, 20, 30 hari. Proses pengujian dilakukan sesaat setelah spesimen uji dikeluarkan dari dalam air, air laut dan udara bebas.

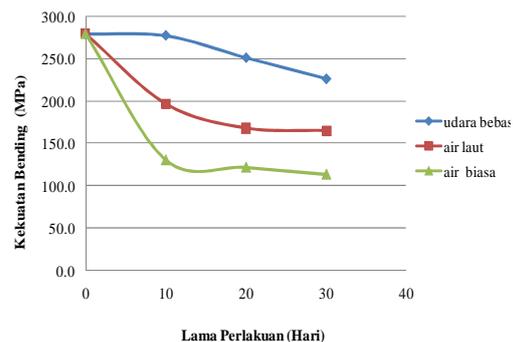
Data-data hasil pengujian bending yang diperoleh di atas, kemudian dimasukkan dalam persamaan-persamaan sehingga diperoleh kekuatan bending, dan modulus elastisitas bending, yang selanjutnya ditampilkan dalam bentuk grafik.

#### Tegangan Bending

Pengujian bending yang dilakukan terhadap komposit dengan perlakuan perendaman pada air, air laut dan dibiarkan pada udara bebas, diperoleh data yang ditampilkan pada contoh tabel di atas terlihat bahwa kekuatan bending komposit dari masing masing perlakuan cenderung menurun setelah 30 hari, seperti halnya pada pengujian tarik. Data ini juga menggambarkan bahwa lingkungan air dapat menyebabkan kekuatan bending menurun akibat terdifusinya air ke dalam komposit sehingga ikatan *interfacial* serat matriks menjadi lemah. Sedangkan pada komposit yang dibiarkan di udara terbuka, menyebabkan komposit semakin berkurang kadar airnya sehingga mudah retak saat dikenai

beban.

Data hasil pengujian bending yang dilakukan terhadap spesimen uji komposit setelah mendapat perlakuan selama 30 hari pada lingkungan yang berbeda menunjukkan bahwa kekuatan bending cenderung menurun seperti tampak pada Gambar 4 berikut.



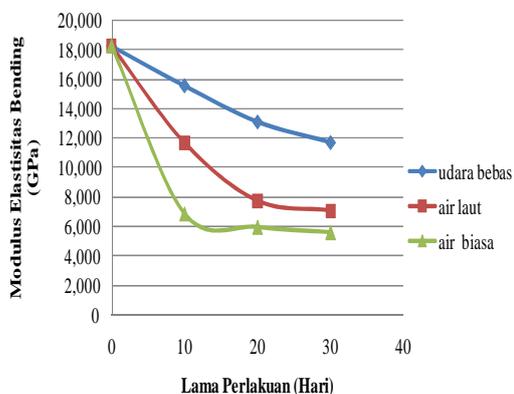
Gambar 4. Grafik hubungan antara lama perlakuan dengan kekuatan bending komposit

Dari gambar di atas tampak bahwa nilai kekuatan bending sebelum mendapat perlakuan sebesar 279,4 MPa, namun setelah 30 hari direndam dalam air menurun menjadi 133,8 MPa dan pada air laut menurun menjadi 165,6 MPa. Demikian juga dengan komposit yang dibiarkan di udara terbuka mengalami penurunan kekuatan menjadi 226,2 MPa. Pada gambar di atas menunjukkan bahwa, nilai kekuatan bending untuk semua jenis perlakuan 10, 20 dan 30 hari terjadi penurunan yang signifikan. Kondisi seperti ini juga terjadi pada hasil uji tarik, yang mana nilai kekuatan tarik menurun untuk ke tiga jenis perlakuan. Hal ini disebabkan karena terdifusinya air ke dalam komposit sehingga ikatan *interfacial* serat matriks menjadi lemah dan juga ketidakseragaman spesimen uji dari berbagai aspek terutama hasil cetakan yang dapat terlihat dengan jelas dari hasil foto makro patahan akibat uji tarik.

#### Modulus Elastisitas Bending

Besarnya pertambahan panjang suatu benda ketika meregang berbeda antara satu dengan yang lainnya, tergantung dari elastisitas bahannya. Bila semakin besar modulus elastisitas sebuah benda, maka akan semakin sulit bagi bahan untuk mengalami pemanjangan

atau pemendekan, dan apabila semakin kecil nilai modulus sebuah benda, maka akan semakin mudah bagi bahan untuk mengalami perpanjangan atau pemendekan.



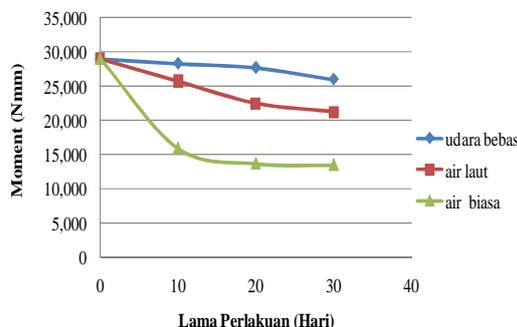
**Gambar 5.** Grafik hubungan antara modulus elastisitas bending dengan lama perlakuan

Dari Gambar 5 di atas tampak bahwa semakin cepat waktu perendaman, maka modulus elastisitas bending nya juga semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena nilai modulus bending berbanding lurus dengan nilai beban sehingga dengan meningkatnya besar beban pengujian seperti terlihat pada tabel maka modulus pun ikut meningkat. Selain itu semakin lama perendaman maka, modulus elastisitas bending semakin menurun, hal ini disebabkan karena terdifusinya air ke dalam komposit sehingga ikatan *interfacial* serat matriks menjadi lemah. Sedangkan pada komposit yang dibiarkan di udara terbuka, menyebabkan komposit semakin berkurang kadar airnya sehingga mudah retak saat dikenai beban.

### Momen Bending

Selain nilai tegangan dan modulus bending, dari data hasil pengujian bending terhadap spesimen uji komposit serat *glass* dapat dihitung pula momen bending.

Dari Gambar 6 terlihat bahwa pada komposit serat *glass* tanpa perlakuan memiliki nilai momen paling tinggi yaitu 28,988 N/mm dan sedangkan yang terendah pada perlakuan perendaman pada air selama 30 hari dengan nilai sebesar 13,472 N/mm.

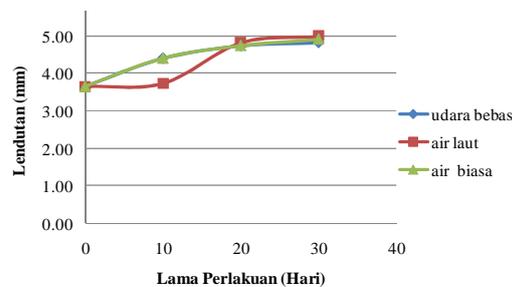


**Gambar 6.** Grafik hubungan antara momen bending dengan lama perlakuan

Dan juga tampak bahwa momen bending cenderung naik seiring dengan semakin singkat waktu perendaman. Hal ini diakibatkan oleh semakin sedikit penyerapan air maupun semakin sedikit komposit terkena sinar matahari, sehingga beban yang dibutuhkan untuk melendutkan spesimen uji pun semakin besar.

### Lendutan

Akibat pembebanan yang diberikan terhadap spesimen uji dengan metode pembebanan *three point bending*, maka spesimen uji mengalami lendutan yang besarnya berbeda-beda, seperti pada Gambar 7 di bawah ini.



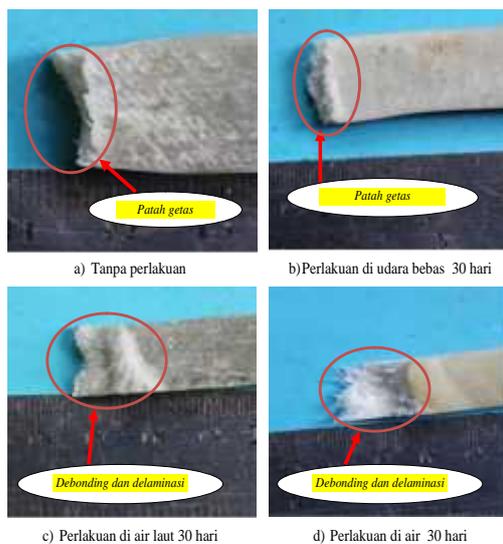
**Gambar 7.** Grafik hubungan antara lendutan dengan lama perlakuan

Dari gambar perbandingan lendutan di atas, terlihat bahwa komposit dengan perlakuan selama 30 hari memiliki lendutan yang lebih besar dibandingkan dengan komposit tanpa perlakuan. Hal ini disebabkan karena komposit tanpa perlakuan memiliki nilai modulus elastisitas yang lebih tinggi sehingga lendutannya lebih kecil. Dan dari gambar juga dapat dilihat selisih nilai kekuatannya ada yang

tinggi dan ada juga yang rendah nilainya, hal ini terjadi karena pada waktu pencetakan komposit campuran serat dan matriks tidak tercampur secara merata dan ukuran tebal dan lebar spesimen tidak sama sehingga menyebabkan kekuatan komposit bervariasi.

### Foto Makro Patahan

#### Foto makro spesimen uji tarik



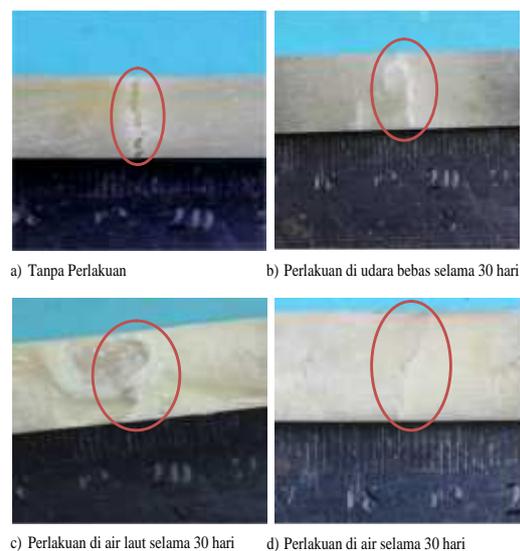
**Gambar 8.** Patahan spesimen akibat pengujian tarik

Menurut Clyne dan Jones (2001), ikatan *interfacial* antara serat dan matriks merupakan unsur yang sangat penting dalam mencapai sifat mekanik komposit yang baik. Kekuatan *interface* sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mekanik komposit, dimana *interface* lemah menyebabkan komposit mudah rusak. Ikatan *interfacial* antara serat dan matriks dipengaruhi oleh *moisture absorption* dan *wettability* (keterbasahan) dimana *debonding* dapat terjadi dengan mudah apabila serat memiliki *moisture absorption* yang tinggi, *wettability* yang jelek dan daya ikat yang kurang antara serat dan matriks polimer (Wang dkk, 2002).

Dari foto penampang patahan pada gambar di atas, tampak bahwa pada Gambar 8a spesimen tanpa perlakuan dan Gambar 8b spesimen dengan perlakuan di udara bebas selama 30 hari terlihat jelas patahan getas ini dikarenakan ikatan serat dan matriks sangat

kuat sehingga serat dan matriks tercabut secara merata, ini ditandai dengan tidak ada serabut-serabut serat sebaliknya pada gambar 4.8c dan 4.8d pada perlakuan perendaman di air laut dan di air selama 30 hari terlihat dengan jelas adanya serat yang terlepas dari matriks (*debonding*). Hal ini disebabkan karena adanya *void* sehingga air terserap masuk membasahi *interface* serat dan matriks yang menyebabkan *interface* serat dan matriks menjadi lemah sehingga kekuatannya menjadi berkurang. Selain itu patahan spesimen didominasi adanya patahan delaminasi, Hal ini disebabkan karena proses pencetakan komposit dibuat menyerupai lempengan (*Laminated*), sehingga terjadi *delaminasi* pada spesimen uji.

#### Foto makro patahan untuk spesimen uji bending



**Gambar 9.** Foto makro patahan untuk spesimen uji bending

Pada umumnya kelemahan komposit terletak pada bagian bawah, ketika diberi beban bending lapisan paling bawah tidak mampu menahan beban sehingga akan terjadi kegagalan paling awal. Dari foto penampang patahan pada Gambar 9a spesimen tanpa perlakuan dan Gambar 9b spesimen dengan perlakuan di udara bebas selama 30 hari di atas, tampak jenis patahan getas. Ini dikarenakan ikatan serat dan matriks sangat kuat sehingga serat dan matriks tercabut secara merata, ini

ditandai dengan tidak ada serabut-serabut serat sebaliknya pada Gambar 9c dan 9d pada perlakuan perendaman di air laut dan di air selama 30 hari terlihat dengan jelas adanya serat yang terlepas dari matriks (*debonding*) Hal ini disebabkan karena adanya *void* sehingga air terserap masuk membasahi *interface* serat dan matriks yang menyebabkan *interface* serat dan matriks menjadi lemah sehingga kekuatannya menjadi berkurang. Selain itu patahan spesimen didominasi adanya patahan *delaminasi*, hal ini disebabkan karena proses pencetakan komposit dibuat menyerupai lempengan (*Laminated*), sehingga terjadi delaminasi pada spesimen uji.

### KESIMPULAN

Dari data-data hasil perhitungan yang diperoleh dari pengujian tarik dan bending komposit polyester berpenguat serat *glass*, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Kadar air komposit cenderung meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu perendaman, namun naiknya kadar air hanya 0,0145 % untuk spesimen uji bending dan 0,0166 % untuk spesimen uji tarik
- Hasil uji tarik menunjukkan bahwa spesimen yang direndam dalam air selama 30 hari memiliki kekuatan tarik terendah yakni sebesar 84,47 MPa, sedangkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 176,80 MPa yang diperoleh pada spesimen uji tanpa perlakuan perendaman.
- Hasil uji bending pun menunjukkan bahwa spesimen direndam dalam air selama 30 hari memiliki kekuatan bending terendah yakni sebesar 133,77 MPa, sedangkan kekuatan bending tertinggi sebesar 279,40 MPa yang diperoleh pada spesimen uji tanpa perlakuan.

### SARAN

Adapun beberapa saran yang perlu diperhatikan dari proses pencetakan komposit, antara lain :

- Proses pembuatan komposit serat harus benar-benar diperhatikan, sehingga akan menghasilkan komposit dengan kekakuan dan kekuatan yang tinggi.
- Bagi mahasiswa yang ingin melakukan

penelitian lanjutan bisa meneliti tentang metode pencetakan dan meneliti tentang perbandingan jumlah katalis atau *hardener* yang akan dicampurkan bersama resin, sehingga dapat meningkatkan ikatan antar matriks yang baik, Kerena jumlah katalis, cukup menentukan kekuatan dari komposit.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdalla A. Ab. Rashdi., Mohd Sapuan Salit., Khalina Abdan., dan Megat Mohamad Hamdan Megat. 2010, Water Absorption Behaviour of Kenaf Reinforced Unsaturated Polyester Composites and Its Influence on Their Mechanical Properties, *Pertanika J. Sci. & Technol.* Vol. 18 (2)., ISSN: 0128-7680 Universiti Putra Malaysia Press
- [2] ASTM D 790-02, Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastic Electrical Insulating Materials, Philadelphia, 2002.
- [3] ASTM D 638-02, Standard Test Methods for Tensile Strength of Plastic, Philadelphia, 2002.
- [4] Billmeyer, F. W., 1984., *Textbook of Polymer Science*, Ed-3 New York: John Wiley & Sons
- [5] Boimau, K., 2010, Karakterisasi Sifat Tarik Komposit Hibrid (Serat Lontar-Serat Glass Poliester) dengan Variasi Fraksi Volume Serat, *Jurnal Teknologi Volume 7, No. 2, Hal 37 – 41, ISSN 1693-9522*
- [6] Budijono P. A., 2005, Pengaruh Panjang Serat Dan Komposisi Volume Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) Terhadap Sifat Mekaniknya, *Teknik Mesin – FT UNESA*
- [7] Berthelot, J. M, 1999, *Composite Materials*, New York, USA.
- [8] Carli, S. A. Widyanto, Ismoyo H., 2012, Analisis kekuatan tarik dan lentur komposit serat gelas jenis woven dengan matriks epoxy dan polyester berlapis simetri dengan metoda manufaktur hand lay-up, *Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang dan Teknik Mesin, Universitas Diponegoro Semarang*

- [9] Clyne, T. W., Jones F. R., 2001, *Composites Interfaces, an Encyclopaedia of Materials*, Elsevier
- [10] Gibson, F. R., 1994, *Principle of Composite Material Mechanics*, Departemen of Mechanical Engineering, Wayne State University Detroit, McGraw-Hill, Inc. New York.
- [11] Harbrian, V., 2007, Pengaruh Ketebalan Inti (Core) Terhadap Kekuatan Bending Komposit Sandwich Serat E-Glass Chopped Strand Mat-Unsaturated Polyester Resin Dengan Inti (core) Spon. Program Studi Teknik Mesin S1, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
- [12] Hendri, N., 2008, *Zona Teknik* issn 1978-1742. Pengaruh penggunaan jenis serat pada komposit polimer terhadap kekuatan tarik, volume 3 no 2 : 143-150.
- [13] <http://blog.uin-malang.ac.id/nurun/files/2013/3/teknologi-komposit.pdf> diakses 30 Maret 2013,
- [14] <http://duribuncit.wordpress.com/2008/03/11/komposit-idiakses> 28 Maret 2013,
- [15] <http://kadarsah.wordpress.com/2007/06/29/tiga-daerah-iklim-indonesia/> diakses 13 mei 2013,
- [16] Jones, M. R., 1975, *Mechanics of Composite Material*, McGraw Hill Kogakusha, Ltd.
- [17] Justus Sakti Raya Corporation, 2001 -, PT .“ Pengenalan Fiber Glass Reinforced Plastics ( FRP ) ” Technical Information, Jakarta – Indonesia
- [18] Lokantara I. P., Suardana, P. G. N., Karohika, G. M., 2009, Efek Fraksi Volume Serat dan Penyerapan Air Tawar Terhadap Kekuatan Bending Komposit Tapis Kelapa / Polyester, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM* Vol. 3 No.2. (138 - 143)
- [19] Mathews F.L dan Rawling R.D, 1994, *Composite Materials Engineering and Science*, Chapman dan Hall., London
- [20] Marlin d., Sugiyanto, dan Zulhanif., 2013, Perilaku creep pada komposit polyester yukulac 157 bqt-n-ex dengan filler serat gelas, *Teknik Mesin*, Fakultas Teknik Universitas Lampung
- [21] Perdana M (2013) “ Pengaruh Moisture Content Dan Thermal Shock Terhadap Sifat Mekanik Dan Fisik Komposisi Hibrid Berbasis Serat Gelas Dan Coir ” *Jurnal Teknik Mesin* Vol.3, no. 1, April 2013: 1-7. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Padang.
- [22] Rusmiyatno, F., 2007, Pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit nylon/epoxy resin serat pendek random. Skripsi tidak diterbitkan. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- [23] Santoso B dan Diharjo K., (2002) “ Pengaruh Berat Serat Chopped Strand Terhadap Kekuatan Tarik, Bending dan Impak Komposit GFRP Kombinasi Serat Gelas Chopped Strand dan Woven Roving”, Skripsi Teknik Mesin FT UNS, Surakarta.
- [24] Surdia, T., 1995, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradnya Paramita, Jakarta
- [25] Wang B., Panigrahi S., Tabil., Crerar W.J., Kolybaba M., dan Sokhansanj S., 2002. *Flax Fiber-Reinforced Thermoplastic Composites*, Canada