

## PENGARUH JENIS *ADHESIVE* TERHADAP KEKUATAN BENDING KOMPOSIT SANDWICH CANTULA-rHDPE

Muhammad Yassin<sup>1</sup>, Wijang W. Raharjo<sup>2</sup>, Teguh Triyono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa - Jurusan Teknik Mesin - Universitas Sebelas Maret Surakarta

<sup>2</sup>Staff Pengajar - Jurusan Teknik Mesin - Universitas Sebelas Maret Surakarta

---

### **Keywords :**

*Composite sandwich*

*rHDPE-cantula*

*Bending*

*Adhesive*

---

### **Abstract :**

*The nature of the composite sandwich is affected by the nature of the core, skin properties and bond formed between the core and the skin. The quality of the bond depends on the type of adhesive used to bind between the skin and core. That, the study of adhesive that is capable of producing the best mechanical strength needs to be done. This research is focused to study the effect of adhesive on the bending strength of the composite sandwich-rHDPEcantula. Adhesive used in this study is epoxy (versamid), chloroprene (aica-aibon) and cyanoacrylate (alteco). Skin is made of powder recycled-High Density Polyethylene (rHDPE), while the core is made of fiber cantula and rHDPE. The process of making skins and cores made using a hot press. The process parameters used include a process temperature of 170°C, holding time 15 minutes and the pressing pressure of 50 bar. Dimensions and bending testing refers to ASTM C 393. The results showed that variations in adhesive effect on the bending strength of the composite sandwich-rHDPEcantula. The highest bending strength of 25.70 MPa was obtained with cyanoacrylate adhesive (alteco). Mean while, the value achieved at the lowest power chloroprene adhesive (aica-aibon) with a value of 7.09 MPa bending strength.*

---

## 1. PENDAHULUAN

Komposit *sandwich* banyak digunakan di bidang sipil, ruang angkasa, otomotif, industri dan olahraga. Komposit ini memiliki keunggulan diantaranya berbobot ringan dan kuat sedangkan kelemahan dari komposit *sandwich* adalah rentan terhadap beban impact [4].

Sifat komposit *sandwich* dipengaruhi oleh sifat *core*, *skin* dan ikatan yang terbentuk antara *core* dan *skin*. Sifat mekanik yang baik selain membutuhkan *skin* dan *core* yang kuat, juga diperlukan suatu *adhesive* yang tepat sehingga dapat menciptakan ikatan yang kuat antara *skin* dan *core*[2]. Sehingga, pengamatan tentang pengaruh *adhesive* yang mampu menghasilkan kekuatan mekanik terbaik perlu dilakukan.

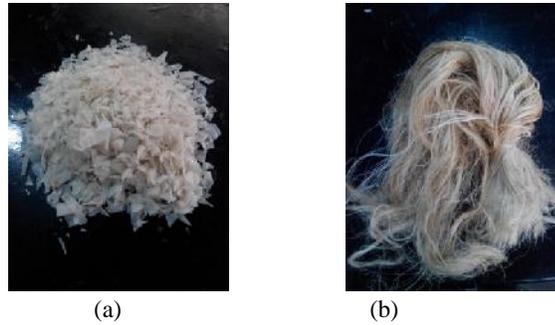
Komposit *sandwich* membutuhkan *core* yang ringan dan murah. Pada saat ini, banyak *core* komersial yang dijual di pasaran seperti *honeycomb*, *divinyl cell*, *foam* dan *balsa*. *Core* ini selain tidak ramah lingkungan, tidak dapat di daur ulang, juga berharga mahal. Pemanfaatan bahan yang ramah lingkungan seperti serat cantula dan bahan yang dapat di daur ulang recycle-High Density Polyethylene (rHDPE) sangat menarik untuk dilakukan.

Tanaman *Agave Cantula Roxb* merupakan salah satu tanaman penghasil serat alam yang banyak dibudidayakan di Indonesia [7]. Serat cantula yang dihasilkan dari proses ekstraksi tanaman *agave* mempunyai kekuatan tarik 293,4 MPa [5]. Sedangkan, bahan yang dapat didaur ulang seperti rHDPE mampu berfungsi maksimal sebagai matrik komposit [3]. Bahan ini banyak dipakai sebagai kemasan minuman, botol oli, jerigen dan botol obat. Botol plastik susumerupakan salah satu produk yang menggunakan bahan *High Density Polyethylene* (HDPE). Bahan ini mempunyai temperatur leleh antara 108,5°C sampai dengan 139,5 °C [6]. Rendahnya temperatur leleh rHDPE memungkinkan penggabungan bahan ini dengan serat cantula tanpa menyebabkan degradasi serat.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Bahan

Bahan yang digunakan penelitian ini adalah rHDPE (Gambar 2.1.a) dan serat cantula (Gambar 2.2.b). rHDPE diperoleh dari CV. VANILA PLASTIK, Gawok, Sukoharjo, Indonesia. Material ini mempunyai sifat diantaranya nilai densitas = 1,014 gr/cm<sup>3</sup>. MFI (Melt Flow Index) 2,43 gr/10 min pada 180°C, dan temperatur leleh antara 108,5 °C – 139,5°C [6]. Sedangkan serat cantula didapatkan dari CV. RAMI KENCANA, Kulonprogo, Indonesia. Serat ini mempunyai densitas 1,2 gr/cm<sup>3</sup>.



Gambar 2.1.a. rHDPE; b. Serat Cantula

## 2.2 Perlakuan Bahan

Penelitian diawali dengan proses pencucian dan pengeringan rHDPE, kemudian bahan ini dihancurkan dan disaring hingga lolos mesh 40. Selanjutnya, serbuk diproses menjadi serat dengan alat atomizer. Sedangkan, perlakuan serat dilakukan dengan perendaman dalam larutan NaOH 2% selama 12 jam sesudah serat dipotong sepanjang 5 mm. Setelah itu, serat dicuci dengan air bersih sampai kadar PH 7. Terakhir, serat dianginkan dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 70°C selama 10 jam.

## 2.3 Pembuatan Spesimen

### 2.3.1 Skin

Pembuatan *Skin* seperti terlihat pada (Gambar 2.2) menggunakan serbuk rHDPE lolos mesh 40. Proses pembuatan *skin* dilakukan di *hotpress*. Parameter proses yang digunakan meliputi temperatur 170°C, waktu penahanan (*holding time*) 15 menit dan penekanan 50 bar.

Gambar 2.2 *Skin* rHDPE

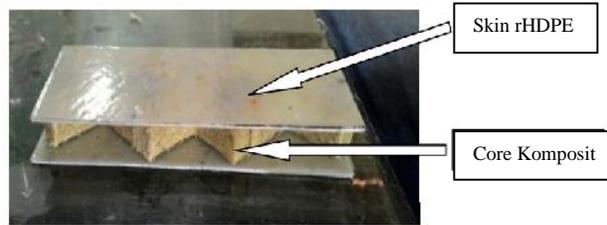
### 2.3.2 Core

*Core* seperti terlihat pada (Gambar 2.3) dilakukan dengan mencampur serat *cantula* dan rHDPE hasil atomisasi dicampur pada perbandingan 30 : 70. Kemudian, campuran dimasukkan kedalam cetakan yang terletak diantara dua plat pemanas mesin *hotpress*. Proses pengepresan dilakukan pada temperatur 170 °C dengan waktu penahanan (*holding time*) 15 menit dan penekanan 50 bar. Pendinginan dilakukan di dalam mesin *hot press* sampai suhu ruangan  $\pm 40$  °C sebelum dilepas dari cetakan.

Gambar 2.3. *Core* Komposit

### 2.3.3 Komposit sandwich

Pembuatan komposit *sandwich* dilakukan dengan merekatkan *skin* dan *core* memakai bahan tambah perekat (*adhesive*) pada bagian *skin* kemudian direkatkan dengan *cor* dengan cara menyusunnya seperti pada (Gambar 2.4), kemudian dipress dengan penekanan 10 bar setelah itu dibiarkan mengeras pada suhu kamar selama 24 jam.



Gambar 2.4. Komposit Sandwich

**2.4 Pengujian Spesimen**

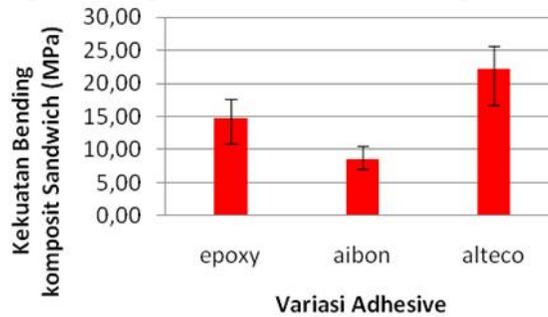
Dimensi dan prosedur pengujian *bending* menggunakan standart ASTM C 393. Dimensi spesimen  $p = 110$  mm,  $l = 45$  mm,  $t = 12$  mm dengan kelajuan 5 mm/menit, dengan tekanan 2000 kg seperti terlihat pada (Gambar 2.5) berikut ini.



Gambar 2.5. Pengujian specimen *three point bending*

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dari pengujian kekuatan bending komposit *sandwich* cantula- rHDPE didapatkan hasil seperti pada (Gambar 3.1). Nilai yang ditampilkan merupakan nilai rata-rata dari lima spesimen untuk tiap variasi.

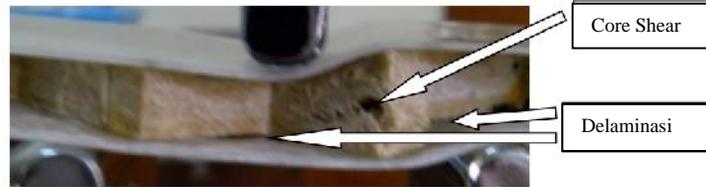


Gambar 3.1. Hubungan kekuatan bending komposit *sandwich* cantula-rHDPE dengan variasi *adhesive*.

Seperti terlihat (Gambar 3.1) bahwa penggunaan variasi *adhesive* berpengaruh pada kekuatan bending komposit *sandwich* cantula-rHDPE. Komposit *sandwich* dengan *adhesive cyanoacrylate (elteco)* memiliki kekuatan bending yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposit *sandwich* cantula-rHDPE menggunakan *adhesive epoxy (versamid)* dan *Chloroprene (aica-aibon)*. Pada komposit *sandwich* dengan *adhesive cyanoacrylate (elteco)* memiliki kekuatan bending rata-rata 22,10 MPa, untuk *adhesive epoxy (versamid)* memiliki kekuatan bending sebesar 14,74 MPa, dan untuk komposit *sandwich* dengan *adhesive chloroprene (aica-aibon)* memiliki kekuatan bending sebesar 8,57 MPa. Perbedaan kekuatan *bending* pada komposit *sandwich* cantula-rHDPE ini disebabkan perbedaan kemampuan kemampuan mengikat *skin* dan *core*. Perbedaan ini berpengaruh pada distribusi beban dari *skin* ke *core* atau sebaliknya.

Dari beberapa variasi jenis *adhesive* yang digunakan terlihat bahwa specimen uji bending memiliki model kegagalan yang berbeda-beda pula. Kegagalan dapat terjadi pada *interfacecore-skin*, *interfacecore-core*, bahan *skin* maupun bahan *core*. Pada komposit *sandwich* cantula-rHDPE dengan *adhesive cyanoacrylate (elteco)* model kegagalan yang muncul adalah delaminasi *skin-core* dan *core shear* (Gambar 3.2). Model kegagalan ini terjadi karena *core* mengalami kegagalan terlebih dahulu.

Hal ini mengindikasikan bahwa *adhesive cyanoacrylate (elteco)* mampu membentuk ikatan antar muka yang baik. *Adhesive cyanoacrylate (elteco)* juga memiliki kekuatan bending paling tinggi dibandingkan dengan *adhesive* yang lain.



Gambar 3.2 Delaminasi *skin-core* dan *core shear* akibat beban bending pada komposit *sandwich* cantula-rHDPE dengan *adhesive cyanoacrylate (elteco)*.

Pada komposit *sandwich* cantula-rHDPE dengan *adhesive epoxy (versamid)* model kegagalan rata-rata terjadi pada ikatan antar *skin* dan *core* atau terjadi delaminasi (Gambar 3.3). Fenomena ini terjadi karena *adhesive epoxy (versamid)* kurang mampu membentuk ikatan antar muka yang baik. Lemahnya ikatan *interface* menyebabkan ikatan antara *skin* dan *core* terlepas sebelum beban bending didistribusikan secara sempurna.



Gambar 3.3 Delaminasi *skin* dan *core* pada komposit *sandwich* cantula-rHDPE dengan *adhesive epoxy (versamid)*.

Pada komposit *sandwich* cantula-rHDPE dengan *adhesive chloroprene (aica-aibon)* model kegagalan sama seperti pada komposit *sandwich* cantula-rHDPE dengan *adhesive epoxy (versamid)* yaitu ikatan antar *skin* dan *core* atau terjadi delaminasi (Gambar 3.4). Lemahnya ikatan *interface* menyebabkan ikatan antara *skin* dan *core* terlepas sebelum beban bending didistribusikan secara sempurna. Pada pembebanan bending *skin* atas akan mengalami tekan dan *skin* bawah mengalami tarik, sedangkan *adhesive* berperan meneruskan beban geser dari *skin* ke *core*.



Gambar 3.4 Delaminasi *skin* dan *core* pada komposit *sandwich* cantula-rHDPE dengan *adhesive chloroprene (aica-aibon)*.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang dilakukan ,dapat disimpulkan beberapa ha lsebagai berikut:

1. Kekuatan bending cantula-rHDPE terjadi pada jenis *adhesive cyanoacrylate (elteco)* menghasilkan kekuatan paling tinggiyaitusebesar 25,70 MPa dan nilai kekuatan bending terendah 7,09 MPa berada pada komposit *sandwich* cantula-rHDPE dengan jenis *adhesive chloroprene (aica-aibon)*.
2. Tahapan pola kegagalan pada komposit *sandwich* cantula-rHDPE adalah kegagalan *core shear* dan delaminasi *skin* dengan *core*.

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada DIPA (Direktorat Penelitian Pengabdian kepada Masyarakat) No. 023.04.1.673453/2015 tanggal 14 November 2014, DIPA Revisi 01 tanggal 29 Februari 2015 yang telah membiayai penelitian ini.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] [ASTM C393-00,Standard Test Method for Flexural Properties of Sandwich Constructions.
- [2] Gill Milestone ,M.C., 1997, Simplified Sandwich Panel Design, El Monte, California.
- [3] Gnauck, B., and Frundt, P., 1991, *Properties Hight Density Polyethylene, Modern Plastic Encyclopedia* 99, p.198
- [4] Pieczonka, L., Francesco and Wieslaw J.,S., 2014, Impact Damage Detection In Light Composite Sandwich Panels, Department of Mechanical, Chemical and Materials Engineering, University of Cagliari, Piazza d’Armi, 09123 Cagliari, Italy.Y. Yorozu, M. Hirano,

- [5] Raharjo, W.W., 2002, Pengaruh Waktu Perendaman Pada Sifat Mekanik Komposit Unsaturated Polyester Yang Diperkuat Serat Cantula, Symposium Nasional I RAPI ,FakultasTeknik, UniversitasSebelasMaret, Surakarta.
- [6] Raharjo, W.W., 2015, Effect Of Soaking Time In Alkali Solution On The Interfacial Shear Strength Of Cantula Fiber/Recycled HDPE Composites, Materials Science Forum Vol 827: pp 375-380
- [7] Sujindro, 2011. Prospek Serat Alam. Prespektif, 10(2): 92-104.