

REKAYASA DAN MANUFAKTUR KOMPOSIT SANDWICH BERPENGUAT SERAT RAMI BERMATRIK POLIESTER DENGAN CORE BERPENGUAT SEKAM PADI BERMATRIK UREA FORMALDEHIDE UNTUK PANELLING**Agus Hariyanto**

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A.Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartosura

E-mail: agus.hariyanto @ums.ac.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah menyelidiki pengaruh ketebalan core berpenguat sekam padi bermatrik urea formaldehide dan skin berpenguat serat rami bermatrik polyester terhadap peningkatan kekuatan bending komposit sandwich. Pola kegagalannya diamati dengan photo makro. Bahan utama penelitian adalah serat rami acak dan sekam padi, resin unsaturated polyester 157 BQTN, hardener yang digunakan adalah MEKPO dengan konsentrasi 1% dan urea formaldehide yang digunakan adalah tipe UF181 dan hardener HU12. Komposit dibuat dengan metode cetak tekan hidrolis. Komposit sandwich tersusun terdiri dari dua skin (komposit) dengan core ditengahnya. Komposit sebagai skin terdiri dari serat rami acak bermatrik polyester dengan tebal skin 2 mm. Fraksi volume serat komposit sebagai skin adalah 40%. Core yang digunakan adalah komposit berpenguat sekam padi bermatrik urea formaldehide. Fraksi volume penguat core sebesar 50%. Variasi tebal core 5mm, 10mm, 15mm, dan 20mm. Spesimen dan prosedur pengujian bending mengacu pada standart ASTM C 393. Penampang patahan dilakukan foto makro untuk mengidentifikasi pola kegagalannya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan menahan momen bending rata-rata komposit sandwich meningkat seiring dengan penambahan ketebalan core pada fraksi volume skin 40% dengan tebal skin 2mm dan momen optimum pada ketebalan core 20 mm. Namun, kekuatan bending rata-rata menurun seiring dengan penambahan ketebalan core komposit sandwich. Tegangan (kekuatan) bending komposit sandwich memiliki harga yang paling optimum pada ketebalan core 5 mm. Tahapan pola kegagalan komposit sandwich adalah kegagalan tarik skin komposit sisi bawah, kegagalan geser core, delaminasi skin komposit sisi atas dengan core, kegagalan skin komposit sisi atas.

Kata kunci: core, kekuatan bending, komposit sandwich, skin, pola kegagalan.

PENDAHULUAN

Serat alam telah dicoba untuk menggeser penggunaan serat sintesis, seperti *E-Glass*, *Kevlar-49*, *Carbon/ Graphite*, *Silicone Carbide*, *Aluminium Oxide*, dan *Boron*. Walaupun tak sepenuhnya menggeser, namun penggunaan serat alam menggantikan serat sintesis adalah sebuah langkah bijak dalam menyelamatkan kelestarian lingkungan dari limbah yang dibuat dan keterbatasan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Berbagai jenis tanaman serat tumbuh subur di Indonesia, seperti ramie (*boehmeria nivea*). Produksi serat ramie dunia menduduki posisi mencapai 100.000 ton/tahun (Eichorn, 2001). Di Indonesia, serat ramie tersebut biasanya hanya dipakai sebagai bahan karung goni sehingga nilai ekonominya rendah.

Ketersediaan sekam padi sangat berlimpah, namun nilai jualnya sangat murah dengan harga Rp 15/kg - Rp50/kg (Rahmarestia, 2006). Sifat ringan sekam padi ini selaras dengan

filosofi rekayasa bahan komposit, yaitu menghasilkan disain ringan. Keberhasilan aplikasi sekam padi ini sebagai material core pada rekayasa bahan komposit diharapkan dapat menggantikan penggunaan bahan core sintesis impor dari luar negeri, seperti core *polyurethane foam (PUF)* dan *core Divynil cell (PVC)* („*DIAB Sandwich Handbook*“, 2003).

Hal lain yang ironis adalah masuknya core kayu balsa yang diimpor dari Australia (diabgroup). Padahal, Indonesia sebagai negara tropis menghasilkan aneka bahan hasil pertanian termasuk sekam padi, produksi padi yang mencapai 51,4 juta ton gabah kering giling sekitar 20 % dari bobot padi adalah sekam padi (Hara, 1986). Inovasi teknologi dengan memanfaatkan bahan alam merupakan langkah bijak menuju kemandirian bangsa yang bertumpu sumber daya alam lokal. Salah satu solusi kreatif terhadap banyaknya material impor yang masuk di Indonesia adalah

memberdayakan material alam lokal yang bertumpu pada budaya riset yang berkelanjutan.

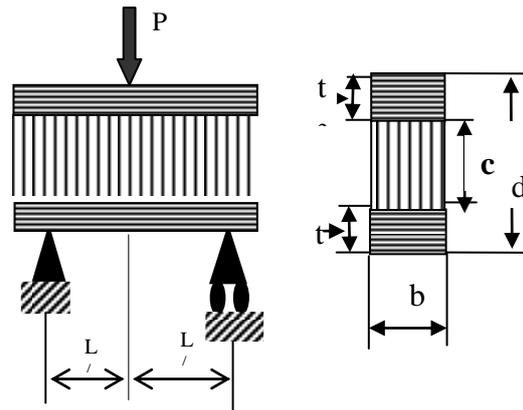
Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka penggunaan serat ramie dan sekam padi sebagai bahan komposit *sandwich* merupakan solusi kreatif untuk mendukung perkembangan teknologi komposit yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh fraksi volume *core* terhadap peningkatan kekuatan bending komposit *sandwich* bermatrik *Polyester* dengan *core* sekam padi dengan *resin Urea Formaldehyde (UF181)* (*Technical data Sheet, 2001*) dan mengidentifikasi Pola kegagalannya.

BAHAN DAN METODA PENELITIAN

Bahan utama penelitian adalah serat rami acak *density* 1,6 gr/cm³ dan sekam padi dengan *density* 0,85 gr/cm³, *resin unsaturated polyester 157 BQTN*, *hardener* yang digunakan adalah *MEKPO* dengan konsentrasi 1% dan *urea formaldehyde* yang digunakan adalah tipe *UF181* dan *hardener HUI2* dengan konsentrasi 1% dan *adhesive epoxy resin* dan *epoxy hardener* dengan rasio 1:1 dengan *density* 0,5 ml/cm². Pembuatan komposit *sandwich* dilakukan dengan metode cetak tekan hidrolis (*press mold*) yang dikontrol dengan ketebalan komposit *sandwich* saat pencetakan.

Komposit *sandwich* tersusun terdiri dari dua *skin* (komposit) dengan *core* ditengahnya. Komposit sebagai *skin* terdiri dari serat rami acak bermatrik *polyester*. Fraksi volume serat komposit sebagai *skin* adalah 40% dengan tebal *skin* 2 mm. *Core* yang digunakan adalah komposit berpenguat sekam padi bermatrik *urea formaldehyde*. Fraksi volume penguat *core* sebesar 50% dengan variasi tebal *core* 5mm, 10mm, 15mm, dan 20mm.. Komposit *sandwich* yang sudah dicetak dipotong-potong menjadi spesimen uji.

Pengujian bending dilakukan dengan *four point bending method*, seperti ditunjukkan pada gambar 1. Spesimen dan metode pengujiannya mengacu pada standar *ASTM C 393*. Penampang patahan spesimen uji dilakukan foto makro untuk mengidentifikasi pola kegagalannya.



Gambar 1. Spesimen Pengujian bending

Persamaan yang digunakan untuk menghitung pengujian bending adalah *ASTM C-393* : Besarnya moment bending maksimum dapat dihitung dengan persamaan:

$$M_{\max} = \frac{P}{2} \times \frac{L}{4} \quad (1)$$

Besarnya moment inersia dapat dihitung dengan persamaan:

$$I = \frac{bd^3}{12} \quad (2)$$

Dengan catatan:

P = beban maksimum (N),
L = panjang bentangan (mm),
b = lebar sandwich (mm),
d = tebal sandwich (mm)

Pengujian bending panel komposit sandwich dilakukan dengan *four point bending method*, besarnya tegangan bending maksimum dapat dihitung dengan persamaan (*ASTM C 393*):

$$\sigma_b = \frac{PL}{2t(d+c)b} \quad (3)$$

Dengan catatan:

P = beban maksimum (N),
L = panjang bentangan (mm),
t = tebal *facing* (mm),
d = tebal sandwich (mm),
c = tebal *core* (mm), dan
b = lebar sandwich

HASIL DAN PEMBAHASAN
Analisis Kekuatan Bending

Tabel 1. Hasil pengujian bending komposit sandwich.

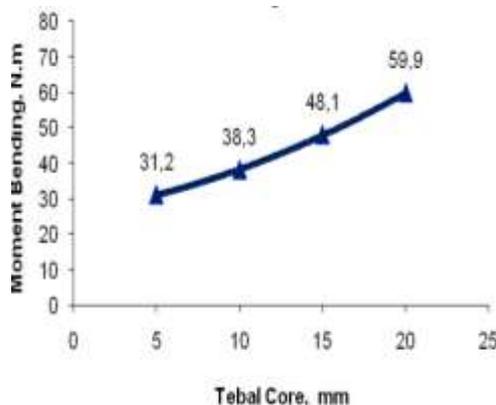
Tebal core (mm)	Momen Bending rata-rata (Nm)	Tegangan Bending rata-rata (MPa)	Defleksi Bending rata-rata (mm)
5	31,20	47,35	7,38
10	38,30	27,95	11,02
15	48,10	17,87	9,83
20	59,90	14,92	5,53

Komposit *sandwich* yang diperkuat serat *ramie* dengan *core* diperkuat sekam padi mampu menahan momen bending yang lebih tinggi, seperti ditunjukkan pada tabel 1. Momen bending rata-rata meningkat seiring dengan penambahan ketebalan *core* pada fraksi volume *skin* 40% seperti ditunjukkan pada gambar 2. Namun, kekuatan bending rata-rata menurun seiring dengan penambahan ketebalan *core* komposit *sandwich*., seperti ditunjukkan pada gambar 3. Dengan demikian, penambahan ketebalan *core* pada bagian inti struktur *sandwich* pada fraksi volume *skin* 40% menunjukkan secara signifikan peningkatan kemampuan menahan momen bending. Sifat material yang lebih lunak (*core* sekam padi) dan penambahan atau pengurangan pada fraksi volume *skin* 40% menyebabkan memiliki kemampuan menahan momen bending yang lebih rendah.

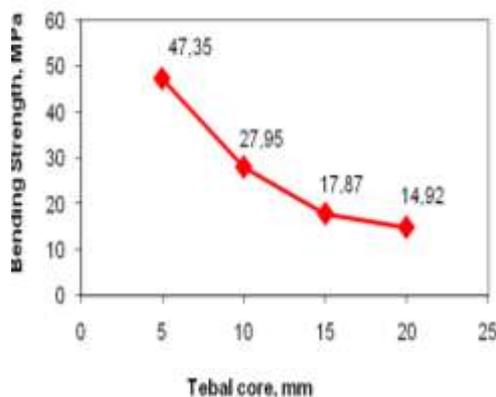
Bila ditinjau dari segi kekuatan bending, kekuatan bending komposit *sandwich optimum* pada ketebalan *core* 5 mm, pada fraksi volume *skin* 40% seperti ditunjukkan pada gambar 3. Kekuatan bending komposit *sandwich* meningkat seiring dengan penurunan ketebalan *core*, serta ksi volume *skin* 40% menyebabkan kemampuan kekuatan bending yang lebih rendah. Defleksi bending meningkat pada ketebalan 10mm sebesar 11,02mm. Namun, terjadi penurunan pada ketebalan *core* 15 dan 20 mm sebesar 9,83 mm dan 5,53 mm seperti ditunjukkan gambar 4.

Berdasarkan analisis yang dihitung dengan standar *ASTM C 393*, komposit *sandwich* yang diperkuat serat *ramie* pada fraksi volume *skin*

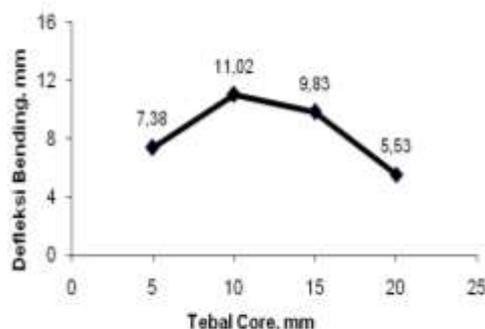
40% dan *core* diperkuat sekam padi pada fraksi volume 50%. Menunjukkan bahwa kekuatan bending yang paling optimum terjadi pada komposit sandwich dengan fraksi volume *core* 50%, pada fraksi volume *skin* 40% pada ketebalan *core* 5 mm sebesar 47,35 MPa.



Gambar 2. Kurva momen bending komposit sandwich.



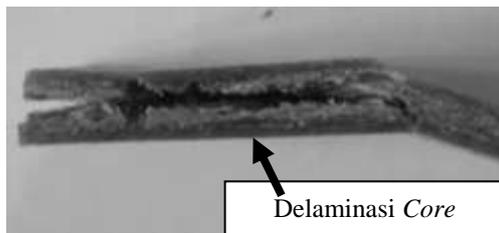
Gambar 3. Kurva kekuatan bending komposit sandwich.



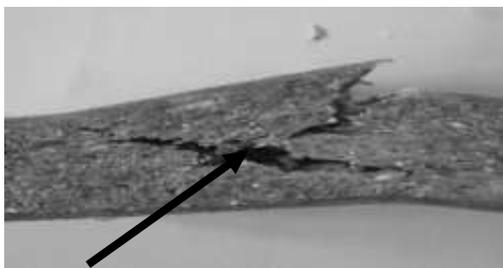
Gambar 4. Defleksi bending komposit sandwich.

Analisis Pola Kegagalan Bending

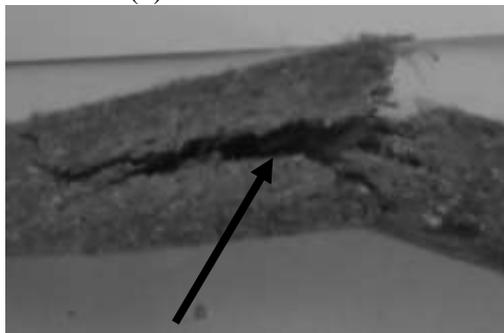
Jenis-jenis kegagalan akibat beban bending dengan variasi tebal *core* 5, 10, 15, dan 20 mm menunjukkan mayoritas kegagalan didominasi pada bagian *core*. Berikut adalah berbagai kegagalan pada komposit *sandwich* dengan variasi tebal *core* 5, 10, 15, dan 20 mm dengan tebal *skin* 2 mm.



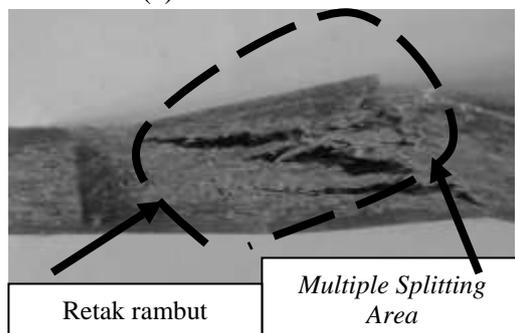
(a) Tebal *core* 5 mm



(b) Tebal *core* 10 mm



(c) Tebal *core* 15 mm



(d) Tebal *core* 20 mm

Gambar : Berbagai kegagalan pada komposit *sandwich* dengan variasi tebal *core* 5, 10, 15, dan 20 mm dengan tebal *skin* 2 mm.

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian tersebut maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Efek peningkatan ketebalan *core* mengindikasikan menurunkan kekuatan bending komposit sandwich serat *ramie* bermatrik *polyester* dengan *core* sekam padi bermatrik *urea formaldehyde*.
2. Tegangan bending komposit sandwich memiliki harga yang optimum pada ketebalan *core* 5 mm, pada fraksi volume *core* 50%. Kemampuan menahan momen meningkat seiring dengan penambahan ketebalan *core*. Namun penambahan ketebalan *core* menurunkan kekuatan komposit sandwich.
3. Tahapan pola kegagalan komposit sandwich adalah kegagalan tarik *skin* komposit sisi bawah, kegagalan geser *core*, delaminasi *skin* komposit sisi atas dengan *core* pada ikatan *interfacial*., kegagalan tekan *skin* komposit sisi atas dan *Multiple Splitting Area*.

NOTASI PERSAMAAN

- b : lebar spesimen (mm)
 c : tebal *core* (mm)
 d : tebal spesimen (mm)
 I : momen inersia (mm⁴)
 L : panjang span (mm)
 M : momen bending (N-mm)
 P : beban bending(N)
 t : tebal *skin sandwich* (mm)
 σ_b : tegangan bending (MPa)

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1994, *Annual Book of Standards, Section 15, C 393-94, Standard Test Methods for Flexural Properties of Sandwich Constructions*, ASTM, 1994.
- Anonim, 2003, *DIAB Sandwich Handbook* "<http://www.diabgroup.com>, (3 September 2008, jam 15.30 WIB)
- Anonim, 2001, *Technical data Sheet*, PT Justus Sakti Raya Corporation, Jakarta.
- Eichorn, S.J., Zafeiropoulos, C.A.B.N., Ansel, L.Y.M.M.P., Entwistle, K.M., Escamilla, P.J.H.F.G.C., Groom, L., Hill, M.H.C., Rials, T.G. and Wild, P.M., 2001, Review Current International Research into Cellulosic Fibers and Composites, *Journal of Materials Science*, Vol. 36, pp. 2107-2131
- Hara, et-all, 1986, "*Utilization of Agrowastes for Building Materials*", International

Research and Development Cooperation
Division, AIST, MITI, Japan.

Rahmarestia, dkk., 2006. "*Analisis Penggunaan Sumber Energi Biomassa di Bidang Pertanian*" Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, litbang, deptan, Jakarta.