
KOMPOSIT *SANDWICH* BERPENGUAT *HYBRID* SERAT RAMI DAN BAMBUR PADA *SKIN* DAN BERPENGUAT SERBUK TEMPURUNG KELAPA DAN KAYU SENGON LAUT PADA *CORE* MENGGUNAKAN MatriK *POLYESTER*

Agus Hariyanto^{*}, Ryzky Apriandana

^{1,2} Jurusan Teknik Mesin FT Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Jl. A Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Surakarta.

^{*}Email : agus.hariyanto@ums.ac.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah menyelidiki pengaruh ketebalan *core* terhadap peningkatan kekuatan dampak komposit *hybrid sandwich* berpenguat serat ramie dan serat bambu pada *skin*, bermatrix Polyester dengan *core* berpenguat serbuk kayu sengon laut dan serbuk tempurung kelapa. Pola kegagalannya diamati dengan *photo makro*. Bahan utama penelitian adalah serat ramie anyam dan serat bambu acak, resin *unsaturated polyester 157 BQTN*, Hardener yang digunakan adalah MEKPO dengan konsentrasi 1%. Komposit *hybrid sandwich* tersusun terdiri dari dua *skin* (*lamina komposit hybrid*) dengan *core* ditengahnya. *Lamina komposit hybrid* sebagai *skin* terdiri dari beberapa *lamina* serat ramie anyam dan serat bambu acak. Fraksi volume serat komposit *hybrid* sebagai *skin* adalah 40% dengan ketebalan 5 mm dan sebagai *core hybrid* dengan fraksi volume 40%. *Core* menggunakan serbuk kayu sengon laut dan serbuk tempurung kelapa. *Core* yang digunakan ada 4 macam variasi ketebalan yaitu 5, 10, 15 dan 20 mm. Spesimen dan prosedur pengujian bending mengacu pada standart ASTM D 5942. Penampang patahan dilakukan *foto makro* untuk mengidentifikasi pola kegagalannya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Energi serap meningkat seiring dengan penambahan ketebalan *core*. Efek *core hybrid* mengindikasikan desainnya dapat dibentuk *curva* pada bidang lengkung dalam konstruksi ruangan. Kekuatan dampak komposit *hybrid sandwich* memiliki harga yang *optimum* pada ketebalan *core* 20 mm. Kemampuan energi serap komposit *hybrid sandwich* meningkat seiring dengan penambahan ketebalan *core hybrid* memiliki harga yang *optimum* pada ketebalan *core* 20 mm. Tahapan pola kegagalan komposit *hybrid sandwich* adalah kegagalan tarik *skin hybrid* komposit sisi bawah, kegagalan geser *core hybrid*, delaminasi *skin hybrid* komposit sisi atas dengan *core hybrid* pada ikatan *interfacial*, kegagalan tekan *skin hybrid* komposit sisi atas.

Kata Kunci: kekuatan dampak ,komposit *hybrid sandwich*, pola kegagalan, tebal *core hybrid*.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan bahan komposit sebagai alternatif pengganti bahan logam dalam bidang rekayasa sudah semakin meluas, yang tidak hanya sebagai *plafon/panel* di bidang arsitektur, bangunan gedung dan properti tetapi juga merambah pada bidang lainnya seperti transportasi. Hal ini dikarenakan oleh adanya keuntungan penggunaan bahan komposit seperti konstruksi menjadi lebih ringan, tahan korosi dan kekuatannya dapat didesain sesuai dengan arah pembebanan. Fokus pemilihan bahan yang tepat untuk suatu konstruksi menuntut sebuah kepastian tentang material penyusun yang tepat pula. Tuntutan fungsi panel saat ini tidaklah hanya sebatas kekuatan mekanik saja, tetapi juga sifat fisisnya. Penggunaan kembali serat alam, dipicu oleh adanya regulasi tentang persyaratan habis pakai (*end of life*) produk komponen properti bagi negara-negara Uni Eropa dan sebagian Asia. Bahkan sejak tahun 2006, negara-negara Uni Eropa telah mendaur ulang 80% komponen properti otomotif, dan akan meningkat menjadi 85% pada tahun 2015. Di Asia khususnya di Jepang, sekitar 88% komponen otomotif telah di daur ulang pada tahun 2005 dan akan meningkat pada tahun 2015 menjadi 95%. Pengembangan teknologi komposit berpenguat serat alam sejalan dengan kebijakan pemerintah untuk menggali potensi *local genius* yang ada. Hal ini tentu akan mampu meningkatkan pemberdayaan sumber daya alam lokal yang dapat diperbaharui (*Jamasri, 2008*). Lebih lanjut lagi, perkembangan teknologi komposit pun mengalami perkembangan yang sangat dinamis dan cepat. Saat ini material penguat komposit mengalami pergeseran dari penggunaan serat sintetis menuju serat alam. Hal ini disebabkan oleh adanya efek limbah serat sintetis yang tidak dapat terurai secara alami. Indonesia dengan masyarakat sebagian

besar mata pencaharian bertani mampu menghasilkan serat ramie dan serat bambu yang sangat melimpah. Dengan melimpahnya bahan baku serbuk kayu sengon laut dan tempurung kelapa tersebut, maka sebagai solusi kreatif adalah dengan memanfaatkannya menjadi produk *skin* dan *core* yang pada akhirnya menjadi produk komposit *hybrid sandwich*.

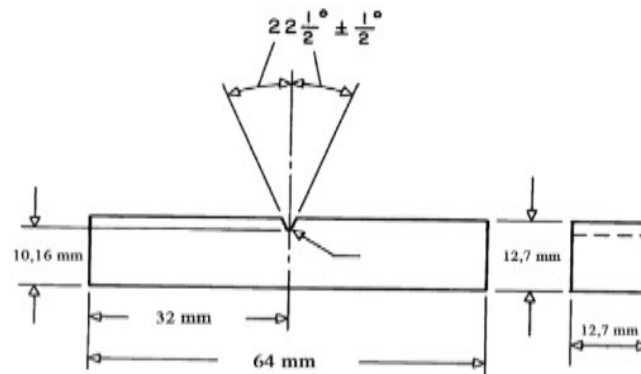
Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka penggunaan serat *ramie*, serat bambu dan serbuk kayu sengon laut, tempurung kelapa sebagai bahan komposit *hybrid sandwich* merupakan solusi kreatif untuk mendukung perkembangan teknologi komposit yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh ketebalan *core* terhadap peningkatan kekuatan bending komposit *hybrid sandwich* kombinasi serat *ramie* dan serat bambu (*hybrid*) pada *skin* bermatrix *Polyester* dengan *core hybrid* serbuk kayu sengon laut, tempurung kelapa dan mengidentifikasi Pola kegagalannya.

2. BAHAN DAN METODA PENELITIAN

Bahan utama penelitian adalah serat *ramie* anyam dengan massa jenis 1.5 gr/cm^3 , serat bambu acak dengan *density* 0.72 gr/cm^3 , *core* serbuk kayu sengon laut dengan *density* 0.33 gr/cm^3 , tempurung kelapa dengan *density* 2.13 gr/cm^3 , *unsaturated poliester type 157 BQTN* 1.65 gr/cm^3 , *hardener MEKPO* dengan kadar 1%, dan *adhesive epoxy resin* dan *epoxy hardener* dengan rasio 1:1 dengan *density* $0,5 \text{ ml/cm}^2$. Serat ramie dan bambu yang digunakan tanpa perlakuan. Pembuatan komposit *hybrid sandwich* dilakukan dengan metode *press mold*. Fraksi volume serat lamina komposit *hybrid (skin)* ditentukan 40%, dan sebagai *core* 40% yang dikontrol dengan ketebalan komposit *hybrid sandwich* saat pencetakan.

Komposit *hybrid sandwich* tersusun dari dua lamina komposit *skin hybrid* dengan *core hybrid* di bagian tengahnya. Lamina komposit *skin hybrid* tersusun dari 2 lamina serat *ramie* anyam dan serat bambu acak. Serat yang digunakan tanpa perlakuan. *Core hybrid* tersusun dari serbuk kayu sengon laut dan serbuk tempurung kelapa. Ketebalan *core hybrid* divariasi 5, 10, 15, dan 20mm. Komposit *hybrid sandwich* yang sudah dicetak dipotong-potong menjadi spesimen uji.

Pengujian impak dilakukan dengan *flat impact method* seperti ditunjukkan pada gambar 1. Spesimen dan metode pengujiannya mengacu pada standar ASTM D 5942. Penampang patahan spesimen uji dilakukan foto makro untuk mengidentifikasi pola kegagalannya.



Gambar 1. Spesimen uji impak Charpy

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan pengujian impak sesuai standar ASTM D 5942 :

$$W = GxR(\cos\beta - \cos\alpha) \quad (1)$$

$$a_{cU} = \frac{W}{h \times b} \times 10^3 = \frac{W}{h \times b} \quad (2)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kekuatan Impak

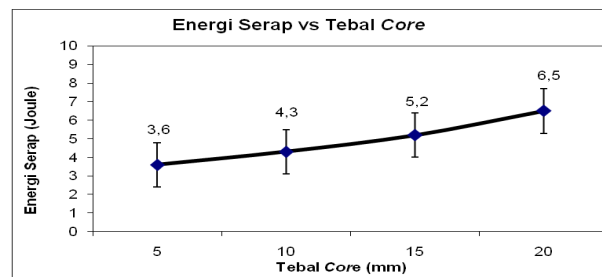
3.2

Tabel 1. Energi serap komposit hibrid sandwich.

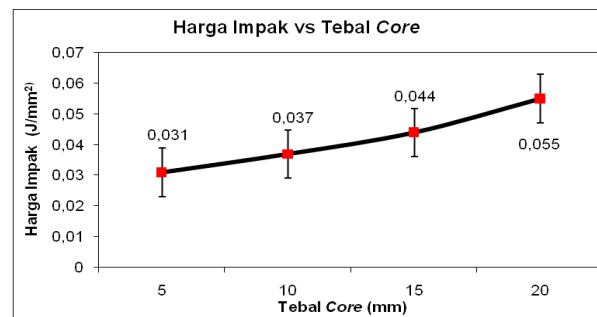
Tebal Core (mm)	Energi Serap (Joule)
5	3,6
10	4,3
15	5,2
20	6,5

Tabel 2. Kekuatan impak komposit hibrid sandwich.

Tebal Core (mm)	Kekuatan Impak, (J/mm ²)
5	0,031
10	0,037
15	0,044
20	0,055



Gambar 2. Kurva Energi Serap komposit *hibrid sandwich*.

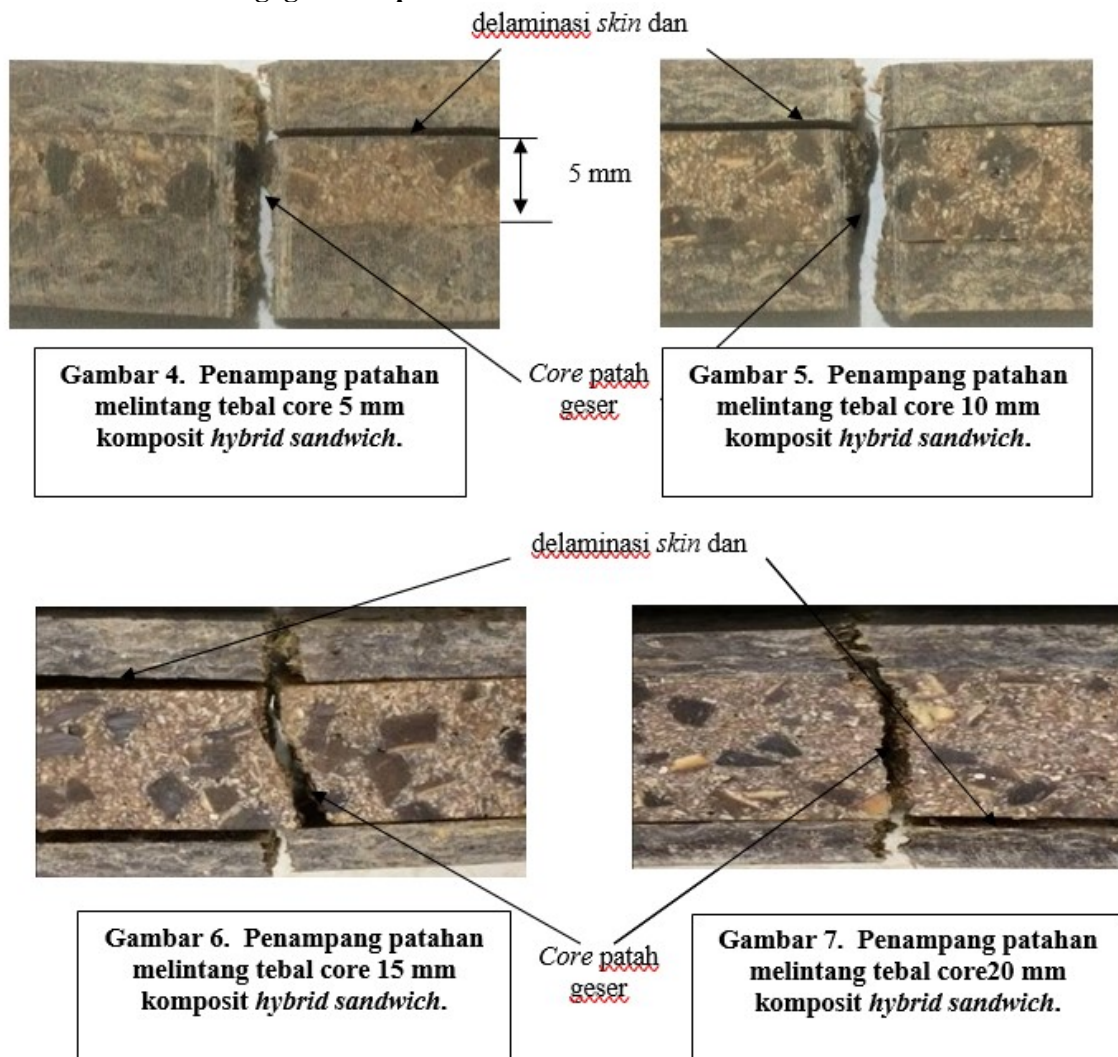


Gambar 3. Kurva kekuatan impak komposit *hibrid sandwich*.

Hasil pengujian impak *Charpy*, diperoleh kemampuan energi serap komposit hibrid *sandwich* seperti pada gambar 2. Berdasarkan gambar tersebut, energi serap meningkat seiring dengan penambahan ketebalan *core*. Dengan demikian, penambahan bagian inti struktur *sandwich* menunjukkan secara signifikan peningkatan kemampuan menyerap energi impak. Sifat material yang lebih lunak (kayu sengon laut) dan penambahan ketebalan menyebabkan memiliki kemampuan menyerap energi yang lebih tinggi.

Selain itu, efek tempurung kelapa meningkatkan energi serap hasil uji impak. Hal ini dapat disebabkan oleh perubahan perilaku komposit hibrid *core* menjadi lebih getas. Bila ditinjau dari segi kekuatan impak, penebalan *core* meningkatkan kekuatan impak komposit hibrid *sandwich*. Kekuatan impak komposit hibrid *sandwich* yang diperkuat serbuk tempurung kelapa dan kayu sengon laut memiliki harga tinggi. Dengan demikian, sifat keuletan bahan ini dapat dikatakan lebih baik.

3.3 Analisis Pola Kegagalan Impak



Kegagalan impak komposit *hybrid sandwich* ditunjukkan pada gambar 4, 5, 6, dan 7. Secara umum, pola kegagalan diawali dengan retakan pada komposit *skin hybrid* yang menderita tegangan tarik. Kemudian, beban impak tersebut didistribusikan pada *core hybrid* sehingga menyebabkan *core hybrid* mengalami kegagalan. *Skin hybrid* yang semula menderita beban tekan akhirnya mengalami kegagalan seiring dengan gagalnya *core hybrid*.

Gambar 4, 5, 6, dan 7 menunjukkan secara jelas adanya kegagalan tarik pada komposit *skin hybrid* bawah, gagal geser *core hybrid* dan kegagalan tekan pada *skin hybrid* atas. Mekanisme patahan terjadi karena kegagalan komposit *hybrid sandwich* akibat beban impak berawal dari *skin*

hybrid komposit sisi belakang (bawah) dan dilanjutkan dengan kegagalan *core hybrid*, delaminasi *skin hybrid* dan *core hybrid* pada ikatan *interfacial*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian tersebut maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Energi serap meningkat seiring dengan penambahan ketebalan *core*. Efek *core hybrid* mengindikasikan desainnya dapat dibentuk *curva* pada bidang lengkung dalam konstruksi ruangan.
2. Kekuatan impak komposit *hybrid sandwich* memiliki harga yang *optimum* pada ketebalan *core* 20 mm. Kemampuan energi serap komposit *hybrid sandwich* meningkat seiring dengan penambahan ketebalan *core hybrid* memiliki harga yang *optimum* pada ketebalan *core* 20 mm. Tahapan pola kegagalan komposit *hybrid sandwich* adalah kegagalan tarik *skin hybrid* komposit sisi bawah, kegagalan geser *core hybrid*, delaminasi *skin hybrid* komposit sisi atas dengan *core hybrid* pada ikatan *interfacial*., kegagalan tekan *skin hybrid* komposit sisi atas.

NOTASI PERSAMAAN

W : Energi patah (energi serap) (J)	a_{cU} : Kekuatan impak (J/mm ²)
G : Berat pendulum (N)	h : Tebal specimen (mm)
R : Jarak pendulum ke pusat rotasi (m)	b : Lebar specimen (mm)
β : Sudut pendulum setelah menabrak benda uji (°)	
α : Sudut pendulum tanpa benda uji (°)	

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, H.G., 1969, *Analysis and Design of Structural Sandwich Panels*, Pergamon press.
- Anonim, 1994. "Annual Book of Standards, Section 15, C 393-94, Standard Test Methods for Flexural Properties of Sandwich Constructions", ASTM, 1994.
- Annual Book of Standards, ASTM D 790 – 02, "Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials", ASTM, 2002
- Anonim. 2003. „DIAB Sandwich Handbook“ <http://www.diabgroup.com>, (3 Sptember 2008, jam 15.30 WIB)
- Anonim, 2001, *Technical data Sheet* ,PT Justus Sakti Raya Corporation, Jakarta.
- David W.,1987 "Mechanical Properties of Wood,Wood Handbook, Wood as an Engineering Material".
- Forest Products Laboratory USDA Forest Service Madison, Wisconsin. <http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fplgtr113ch04.pdf>, November 2007.
- Eichorn, S.J., Zafeiropoulus, 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
- Febrianto, B. dan Diharjo, K., 2004, Kekuatan Bending Dan Impak Komposit Hibrid *Sandwich* Kombinasi Serat Karung Goni Dan Serat Gelas Polyester Dengan *Core* Kayu Sengon Laut, *Skripsi*, UNS, Green,
- Hariyanto, A., 2006. Studi Perlakuan Alkali dan Tebal Core Terhadap Sifat Bending dan Impak Komposit Hybrid Sandwich Serat Kenaf dan Gelas Bermatrik Polyester dengan Core Kayu Sengon Laut *Tesis*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Jamasri, 2008, *Prospek Pengembangan Komposit Serat Alam Di Indonesia*, Pengukuhan Jabatan Guru besar, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada