

# REKAYASA KOMPOSIT SANDWICH BERPENGUAT SERAT RAMIE DENGAN CORE SEKAM PADI

**Agus Hariyanto**

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartosura  
email : agus\_haryanto @ums.ac.id

## ABSTRAK

*Tujuan penelitian ini adalah menyelidiki pengaruh fraksi volume core terhadap peningkatan kekuatan Impak komposit sandwich serat ramie bermatrix Polyester dengan core sekam padi. Mekanisme perpatahan diamati dengan photo makro. Bahan utama penelitian adalah serat ramie, resin unsaturated polyester 157 BQTN, sekam padi. Hardener yang digunakan adalah MEKPO dengan konsentrasi 1%. Komposit dibuat dengan metode cetak tekan (press mold). Komposit sandwich tersusun terdiri dari dua skin (lamina komposit) dengan core ditengahnya. Lamina komposit sebagai skin terdiri dari serat ramie acak. Fraksi volume serat komposit sebagai skin adalah 40%. Core yang digunakan sekam padi dengan resin Urea Formaldehyde (UF181) dengan hardener HU12 sebesar 1 %, dengan fraksi volume sekam padi 30 %, 40 %, dan 50 %. Spesimen dan prosedur pengujian impak charpy mengacu pada standart ASTM D 5942. Penampang patahan dilakukan foto makro untuk mengidentifikasi pola kegagalannya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan fraksi volume core menurunkan energi serap dan kekuatan impak secara signifikan komposit sandwich. Seiring dengan peningkatan fraksi volume core juga menurunkan energi serap dan kekuatan impak secara signifikan pula.. Mekanisme patahan diawali oleh kegagalan komposit skin bagian tarik, core gagal geser, dan diakhiri oleh kegagalan skin sisi tekan. Pada bagian daerah batas core dan komposit skin menunjukkan adanya kegagalan delaminasi.*

**Kata Kunci:** *komposit sandwich, kekuatan impak, energi serap, mekanisme patahan.*

## PENDAHULUAN

Serat alam telah dicoba untuk menggeser penggunaan serat sintetis, 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 tum-

buh subur di Indonesia, seperti kenaf (*hibiscus canabinus*). 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- Rp 50/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* sintetis impor dari luar negeri, seperti *core polyurethane foam (PUF)* dan *core Divynil cell (PVC)* (diabgroup).

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 impak komposit *sandwich* bermatrik *Polyester* dengan *core* sekam padi dengan *resin Urea Formaldehyde (UF181)* dan mengidentifikasi Pola kegagalannya.

## TINJAUAN PUSTAKA

Yanuar, (2002), melakukan pengujian kekuatan bending dan impak pada komposit *GFRP 3 layer*. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa komposit *GFRP 3 layer* dengan menggunakan serat *E-Glass chopped strand mats 300 gr/m<sup>2</sup>* mempunyai kekuatan bending 18 % lebih besar dari pada dengan menggunakan serat *E-Glass chopped strand mats 450 gr/m<sup>2</sup>*. Komposit *GFRP 3 layer* dengan menggunakan serat *E-Glass chopped strand mats 450 gr/m<sup>2</sup>* mempunyai kekuatan impak 46 % lebih besar dari pada dengan menggunakan serat *E-Glass chopped strand mats 300 gr/m<sup>2</sup>*. Pada pengujian bending, komposit tersebut mengalami kegagalan pada

bagian bawah spesimen. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan tarik material komposit *GFRP* lebih besar dibandingkan kekuatan tekannya.

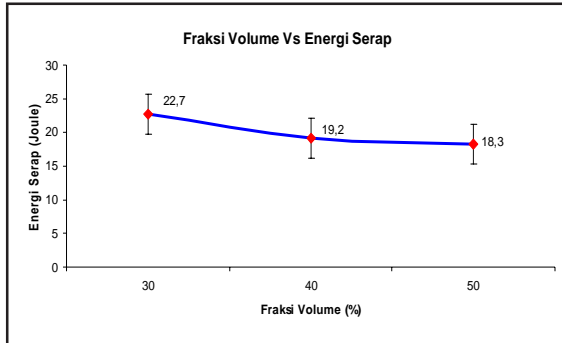
Wahyanto dan Diharjo (2004) mensubstitusi penggunaan *core PUF* dan *PVC* dengan kayu sengon laut (*KSL*) yang dipotong melintang dan dikenai perlakuan *borac 5%*, untuk mengeluarkan glukosa / sari pati kayu agar tahan terhadap serangan hama bubuk dan jamur. Warna kayu berubah dari putih kemerahan menjadi kuning kecoklatan. Pada kadar air rata-rata 5,77 %, berat jenis kayu adalah 0,3 gr/cm<sup>3</sup>. Dengan dimensi yang hampir sama, komposit *sandwich GFRP* dengan *core KSL* memiliki kekuatan bending 108.87 MPa atau 25.23% di atas kekuatan bending komposit *GFRP sandwich* dengan *core PVC H 200*. Namun, kekuatan impak komposit *sandwich* inti *PVC H 200* lebih tinggi karena *core PVC* bersifat lebih lentur sehingga lebih tahan terhadap beban impak. Usaha menggeser penggunaan serat gelas dengan serat alam, maka Febriyanto dan Diharjo (2004) meneliti kinerja bending dan impak komposit hibrid *sandwich* serat kenaf dan gelas dengan inti *KSL*. Kinerja bending komposit ini (100.44 MPa) lebih rendah 7.74% di bawah kekuatan komposit *sandwich GFRP* inti *KSL* (108.87 MPa). Namun, ketahanan impak komposit hibrid *sandwich* tersebut lebih tinggi dibanding komposit *GFRP sandwich* inti *KSL*, yaitu 0.0628 J/mm<sup>2</sup> dan 0.058 J/mm<sup>2</sup>. Salah satu faktor pendukung meningkatnya ketahanan impak ini adalah sifat alam serat kenaf yang lebih lentur/elastis. Pada panel komposit *sandwich*, penggunaan *core KSL* potongan membujur mampu meningkatkan kekuatan bending yang sangat tinggi, namun kekuatan impaknya hampir sama dengan potongan melintang. Kelemahan penggunaan *core* kayu potongan membujur adalah geometri panel dapat berubah (*ngulet*).

Hillger (1998) mengemukakan bahwa ada beberapa macam tipe kerusakan pada pengujian impak yang dapat dideteksi, seperti :retak dan delaminasi pada *skin*, *debonding* antara *skin* dan *core* serta kerusakan didalam *core*.

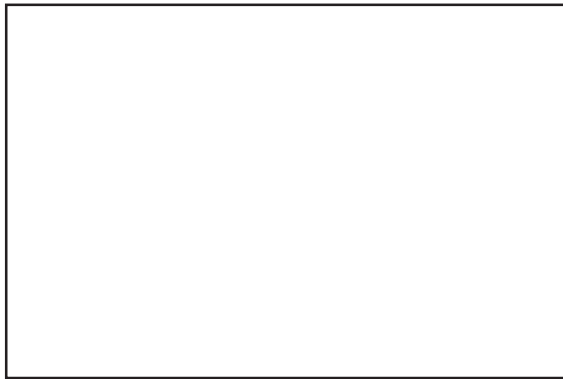
Luas kerusakan impak pada struktur *sandwich* dipengaruhi oleh material *core* dari



Komposit *sandwich* yang diperkuat serat ramie acak, dengan *core* sekam padi, seperti ditunjukkan pada tabel 1. Pada hal yang sama juga terjadi pada perhitungan kekuatan impact pada tabel 2.



**Gambar 3.** Energi Serap Uji Impact Komposit *Sandwich*.



**Gambar 4.** kekuatan Impact Komposit *Sandwich*

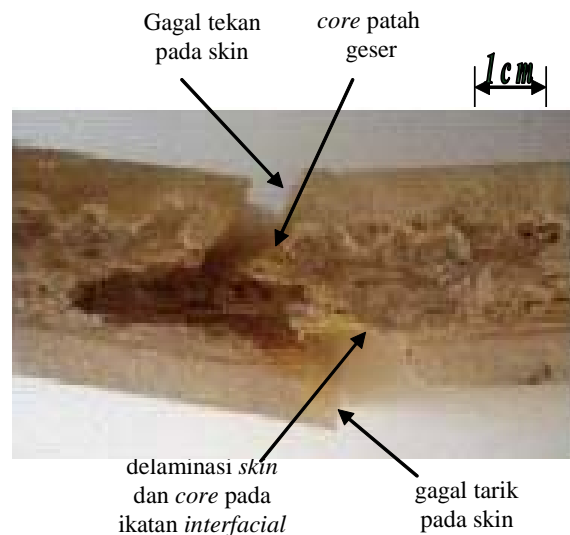
Dari pengujian impact *Charpy*, diperoleh kemampuan energi serap komposit *sandwich core* sekam padi seperti pada gambar 3. Berdasarkan gambar tersebut, energi serap menurun seiring dengan penambahan fraksi volume. Dengan demikian, penambahan bagian inti struktur *sandwich* menunjukkan secara signifikan penurunan kemampuan menyerap energi impact. Sifat material yang lebih lunak (sekam padi) dan penambahan fraksi volume menyebabkan memiliki kemampuan menyerap energi yang lebih rendah.

Bila ditinjau dari segi kekuatan impact, penambahan fraksi volume *core* menurunkan

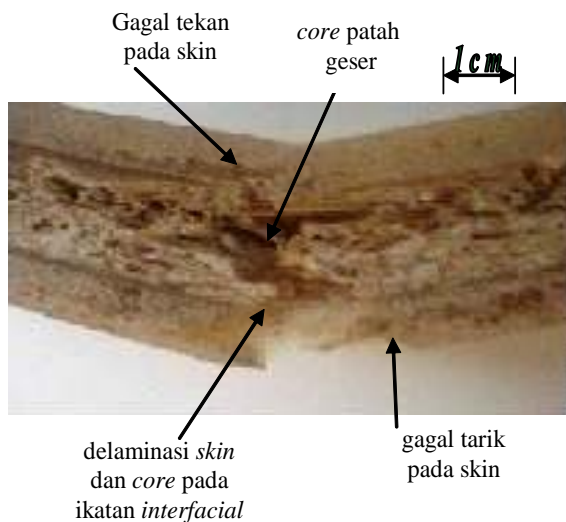
kekuatan impact komposit *sandwich*. Kekuatan impact komposit *sandwich* yang diperkuat serat ramie acak dengan *core* sekam padi memiliki sifat keuletan bahan ini dapat dikatakan lebih baik.

### Penampang Patahan

**Gambar 5.** Permukaan Patah Komposit *Sandwich, Core* Sekam Padi pada  $V_f=30\%$



**Gambar 6.** Permukaan Patah Komposit *Sandwich, Core* Sekam Padi pada  $V_f=40\%$



**Gambar 7.** Permukaan Patah Komposit Sandwich, Core Sekam Padi pada  $V_f=50\%$

Kegagalan dampak komposit sandwich core sekam padi pada  $V_f=30\%$ ,  $V_f=40\%$ , dan  $V_f=50\%$  dapat dilihat dalam gambar 5, 6, dan 7. Kegagalan ini umumnya diawali dengan retakan pada komposit skin yang menderita tegangan tarik. Kemudian, beban dampak tersebut didistribusikan pada core sehingga menyebabkan core mengalami kegagalan. Skin yang semula menderita beban tekan akhirnya mengalami kegagalan seiring dengan gagalnya core.

Dari spesimen uji mengalami kegagalan tekan pada komposit skin atas, patah geser core dan kegagalan tekan pada kedua skin. Mekanisme patahan terjadi karena kegagalan komposit sandwich akibat beban dampak berawal dari skin komposit sisi belakang dan dilanjutkan dengan kegagalan core, delaminasi skin dan core pada ikatan interfacial.

nisme patahan terjadi karena kegagalan komposit sandwich akibat beban dampak berawal dari skin komposit sisi belakang dan dilanjutkan dengan kegagalan core, delaminasi skin dan core pada ikatan interfacial.

## KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian tersebut maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Efek penambahan fraksi volume core menurunkan energi serap dan kekuatan dampak secara signifikan pada komposit  $\beta$  sandwich.
2. Mekanisme patahan akibat beban dampak diawali oleh kegagalan komposit skin bagian tarik, core gagal geser, dan diakhiri oleh kegagalan skin sisi tekan. Pada bagian daerah batas core dan komposit skin menunjukkan adanya kegagalan delaminasi pada ikatan interfacial..

## NOTASI PERSAMAAN

W	= Energi patah/serap (J)
G	= Berat pendulum (N)
R	= Jarak pendulum ke pusat rotasi ( m )
	= Sudut pendulum setelah menabrak benda uji ( ° )
	= Sudut pendulum tanpa benda uji ( ° )
	= Kekuatan dampak ( J /mm <sup>2</sup> )
h	= Tebal specimen ( mm )
b	= Lebar specimen ( mm )

## DAFTAR PUSTAKA

Annual Book of Standards, Section 8, D 5942-96, "Standard Test Methods for Determining Charpy Impact Strength of Plastics", ASTM, 1996.

Anonim, 2001, Technical data Sheet, PT Justus Sakti Raya Corporation, Jakarta.

Anonim, www.diabgroup.com, DIAB manufactures and markets products and services based on advanced polymer and composite technologies, Head Office DIAB AB Box 201S-312 22 LAHOLM Sweden.

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.

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, Surakarta.

Gaedke, M, 2001, *Impact Behavior and Residual Strength of Sandwich Structural Elements Under Static and Fatigue Loading*, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Germany.

Hara, et-all, 1986, "*Utilization of Agrowastes for Building Materials*", International Research and Development Cooperation Division, AIST, MITI, Japan.

Hillger, 2003, *Inspection of CFRP and GFRP Sandwich Components*, Wilhelm Raabe Weg 13, D-3 8110 Braunschweig.

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

Wahyanto, B. dan Diharjo, K., 2004, Karakterisasi Uji Bending Dan Impak Komposit *Sandwich GRFP* Dengan *Core* Kayu Sengon Laut, Skripsi, UNS, Surakarta.

Yanuar, D, 2002, Pengaruh Berat Serat *Chooped Strand* Terhadap Kekuatan Bending, Impak dan Tarik Komposit *GFRP*, UNS, Surakarta.