

**HIBAH BERSAING**



**LAPORAN PENELITIAN**

**REKAYASA DAN MANUFAKTUR BAHAN KOMPOSIT  
SANDWICH BERPENGUAT SERAT RAMI DENGAN  
CORE LIMBAH SEKAM PADI UNTUK PANEL  
INTERIOR OTOMOTIF DAN  
RUMAH HUNIAN**

Oleh:

**Ir. Agus Hariyanto, M.T.  
Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, S.T., M.T.**

**DIBIYAI OLEH KOORDINASI PERGURUAN TINGGI SWASTA WILAYAH VI  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
SESUAI DENGAN SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN HIBAH PENELITIAN  
NOMOR: 004/O06.2/PP/SP.HB/2011  
TERTANGGAL 11 APRIL 2011**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2011**

# LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN HIBAH BERSAING

1. a. Judul Penelitian : Rekayasa Dan Manufaktur Bahan Komposit Sandwich Berpenguat Serat Rami Dengan Core Limbah Sekam Padi Untuk Panel Interior Otomotif Dan Rumah Hunian
- b. Bidang Ilmu : Teknologi (Komposit)
- c. Kategori Penelitian : Mengembangkan Iptek dan Seni
- Ketua Peneliti :
- a. Nama Lengkap : Ir. Agus Hariyanto.M.T.
- b. Jenis Kelamin : Laki-laki
- c. Golongan Pangkat dan NIK : IIIc / 570
- d. Jabatan Fungsional : Lektor
- e. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Mesin
- f. Universitas : Universitas Muhammadiyah Surakarta
- g. Bidang Ilmu yang Diteliti : Komposit
2. Jumlah Tim Peneliti : 2 orang
3. Lokasi Penelitian : Lab Material Teknik Jurusan Teknik Mesin FT UMS, Lab. Sentral UNS, Lab. Bahan Jurusan Teknik Mesin UGM, Pusat Antar Universitas – UGM, Workshop Komposit PT.INKA – Madiun.
4. Jangka Waktu Penelitian : 5 bulan
5. Biaya yang diperlukan : Rp. 40.000.000,00 (Empat puluh empat Juta Rupiah)

Surakarta, 01 Oktober 2011



Ketua Peneliti,  
  
(Ir. Agus Hariyanto, M.T.)  
NIK : 570

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian UMS,  
  
(Dr. Harun Joko Prayitno, M.Hum.)  
NIP : 132 049 998

## ABSTRAK

Indonesia dengan masyarakat sebagian besar mata pencaharian bertani mampu menghasilkan limbah sekam padi yang sangat melimpah, dari data statistik jumlah limbah sekam padi di Indonesia pada tahun 2007 berkisar 10,28 juta ton. Begitu pula, serat rami (*Boehmeria Nivea*) juga berlimpah, seperti di daerah Koppontren Darussalam Garut Jawa Barat. Dengan melimpahnya bahan baku tersebut, maka sebagai solusi kreatif adalah dengan memanfaatkan sekam padi menjadi produk *core* dan serat ramie menjadi produk komposit. Tujuan dari penelitian tahun 2011 ini menyelidiki pengaruh siklus termal terhadap kekuatan bending panel komposit sandwich hasil optimasi penelitian tahun II, yaitu tebal *core* 10 mm dan tebal *skin* 2 mm dengan  $V_f$  komposit *skin* dan *core* sebesar 40%, pembuatan *core*, pembuatan *prototype* produk pintu rumah hunian.

Manufaktur *core SP-UF* dilakukan dengan cetak tekan, sedangkan komposit *skin* serat rami-UPRs dan komposit *sandwich* dilakukan juga dengan cetak tekan. Pengujian fisis-mekanis komposit *sandwich* (bending dan foto makro) dilakukan sebagai tahap optimasi (HB II / tahun 2010). Komposit *sandwich* diteliti dengan ketebalan *skin* 2 mm dan *core* 10 mm. Perlakuan panel komposit *sandwich* dengan siklus thermal pada variasi temperatur 75 °C, 125 °C, 175 °C dan jumlah siklus 25x, 75x, dan 125x, serta tanpa perlakuan digunakan sebagai kontrol pengujian untuk mengetahui fenomena sebelum dan sesudah perlakuan. Optimasi komposit *sandwich* dilakukan dengan pengujian Bending (ASTM C-393) dan foto makro.

Hasil pengujian bending pada komposit *sandwich* yang telah mengalami perlakuan siklus thermal. Secara umum, tegangan *bending* komposit *sandwich* mengalami penurunan secara signifikan bersamaan dengan peningkatan temperatur dan siklus. Sebesar 35.5 MPa pada temperatur ruang 35<sup>0</sup>C dengan siklus 0x sebagai pembanding. Pada temperatur ruang 75<sup>0</sup>C dengan siklus 25x; 75x; dan 125x berturut-turut sebesar 20.9 MPa, 13.8 MPa, 11.9 MPa. Pada temperatur ruang 125<sup>0</sup>C dengan siklus 25x; 75x; dan 125x berturut-turut sebesar 34.7 MPa, 12.4 MPa, 20.8 MPa. Pada temperatur ruang 175<sup>0</sup>C dengan siklus 25x; 75x; dan 125x berturut-turut sebesar 35.5 MPa, 27.2 MPa, 14.3 MPa. Defleksi bending komposit *sandwich* mengalami peningkatan secara signifikan bersamaan dengan peningkatan temperatur dan peningkatan siklus. Pengaruh peningkatan temperatur dan peningkatan siklus mampu menyebabkan tingkat pertumbuhan kegagalan delaminasi semakin besar. Kegagalan akibat beban bending dengan variasi temperatur dan siklus menunjukkan mayoritas kegagalan didominasi pada bagian *skin* dan *core*. Jenis-jenis patahan didominasi oleh kegagalan *skin* dan rapuhnya *core*, sesuai dengan sifat fisis penyusun *core* yang sangat rapuh, sehingga memudahkan terjadinya kegagalan setelah *skin* patah. Aplikatif dari penelitian ini berupa produk panel *sandwich interior* meja kereta api komersial, panel rumah hunian dari bahan serat rami-poliester - sekam padi -*urea formaldehyde*.

Kata kunci : komposit *sandwich*, bending, temperatur, siklus.

## PRAKATA

Tim peneliti memanjatkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kekuatan kepada tim peneliti untuk melaksanakan penelitian ini dengan baik. Kami yakin bahwa tanpa rahmat dan hidayah-Nya maka banyak kendala-kendala yang tidak dapat dipecahkan selama penelitian ini berlangsung.

Penelitian ini mengkaji pemanfaatan limbah sekam padi dari industri pengolahan padi, pemanfaatan serat rami dari Koppontren Darussalam Garut, Jawa Barat, Meningkatkan pemberdayaan pemanfaatan bahan alam, Menghasilkan produk panel yang kuat dan lebih ramah lingkungan, Tahapan Alih Teknologi.

Tim peneliti mengharapkan adanya pengembangan penelitian lanjutan oleh para peneliti yang lain. Aplikasi dari komposit diharapkan mampu menggantikan komponen lokal, seperti pada struktur, *panelling*, dan *body* mobil. Keuntungan penggunaan produk dari bahan komposit adalah ringan, kuat, tahan korosi, dan murah. Keberhasilan penelitian ini akan meningkatkan nilai ekonomis produk, mampu mengurangi ketergantungan bahan - bahan *import*, dan sekaligus menanamkan kemandirian bangsa untuk memproduksi sendiri. Konsep rekayasa *skin* dan *core* ini merupakan tahapan alih teknologi yang di-ilhami oleh masuknya *core import* kayu balsa dari Australia. Penelitian ini diharapkan dapat menciptakan keberhasilan karya teknologi hasil penggabungan komposit dan *core* menjadi komposit sandwich yang *inovative*.

Hasil penelitian ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, masukan kritik dan saran sangat diharapkan untuk melakukan perbaikan pada penelitian mendatang. Peneliti juga mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional yang telah membiayai penelitian ini. Atas bantuannya dari semua pihak, diucapkan terima kasih.

Surakarta, Oktober 2011

Penulis,

**Tim Peneliti**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
LAMPIRAN.....	ix
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT.....	12
BAB IV. METODE PENELITIAN.....	17
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	66
LAMPIRAN.....	69

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.1. Tumpukan (a) limbah sekam padi dan (b) serat ramie
- Gambar 2.1. Struktur mikro komposit dengan peletakan serat teratur. dan homogen.
- Gambar 2.2. Penampang komposit sandwich (Popov, 1996)
- Gambar 2.3. Karakteristik kegagalan impact
- Gambar 2.4. Mekanisme pengujian geser panel sandwich (ASTM C-273).
- Gambar 2.5. Prosedur manufaktur komposit dengan *vacuum*
- Gambar 2.6. *Hand lay up*
- Gambar 2.7. *Press mold*
- Gambar 3.1. Skema konseptual pentingnya penelitian
- Gambar 4.1a. Disain penelitian tahun I (2009)
- Gambar 4.1b. Disain penelitian tahun I (2010)
- Gambar 4.1c. Disain penelitian tahun I (2011)
- Gambar 4.2. Proses Penetralisiran Serat Dari Efek Perendaman NaOH
- Gambar 4.3. Manufaktur Mat Serat Rami
- Gambar 4.4. Mekanisme Manufaktur Core Sekam Padi - Urea Formaldehyde
- Gambar 4.5a. Manufaktur Komposit Skin
- Gambar 4.5b. Manufaktur Komposit
- Gambar 4.6. Pengujian geser core dan lamina core (ASTM D273)
- Gambar 4.7. Pengujian impact Charpy (ASTM D 5942)
- Gambar 4.8. Pengujian four-point bending komposit sandwich (ASTM C-393)
- Gambar 4.9. Potensi aplikasi prototype produk hasil penelitian tahun II
- Gambar 5.1. Grafik laju pengeringan serat ramie sebagai acuan control kadar air
- Gambar 5.2. Grafik tegangan tarik serat ramie tunggal perlakuan alkali 5% variasi waktu perendaman
- Gambar 5.3. Grafik tegangan tarik komposit berpenguat serat ramie terhadap variasi fraksi volume
- Gambar 2.4a. Komposit dengan  $V_f=20\%$
- Gambar 5.4b. Komposit dengan  $V_f=30\%$
- Gambar 5.4c. Komposit dengan  $V_f=40\%$
- Gambar 5.4d. Komposit dengan  $V_f=50\%$
- Gambar 5.5. Grafik kekuatan bending komposit berpenguat serat ramie variasi fraksi volume
- Gambar 5.6. Grafik kekuatan bending komposit dengan  $V_f=40\%$  terhadap variasi lama perlakuan alkali
- Gambar 5.7. Grafik kekuatan impact terhadap variasi fraksi volume serat ( $V_f$ )
- Gambar 5.8. Grafik kekuatan impact terhadap variasi waktu perlakuan NaOH 5%
- Gambar 5.9. Grafik tegangan tarik core terhadap variasi kandungan SP&UF
- Gambar 5.10a. Core SP:UF=70%:30%
- Gambar 5.10b. Core SP:UF=60%:40%
- Gambar 5.10c. Core SP:UF=50%:50%
- Gambar 5.10d. Core SP:UF=40%:60%
- Gambar 5.10e. Core SP:UF=30%:70%
- Gambar 5.11. Grafik kekuatan bending core terhadap variasi kandungan SP&UF
- Gambar 5.12a. Core SP:UF=70%:30%
- Gambar 5.12b. Core SP:UF=60%:40%

Gambar 5.12e. Core SP:UF= 30%:70%

Gambar 5.13. Grafik tegangan geser core terhadap variasi kandungan SP&UF

Gambar 5.14. Penampang patahan hasil pengujian geser core SP:UF

Gambar 5.14a. Grafik kekuatan impak core terhadap variasi kandungan SP:UF

Gambar 5.14b. Grafik kekuatan energi serap core terhadap variasi kandungan SP:UF

Gambar 5.15a. Core SP:UF= 70%:30%

Gambar 5.15b. Core SP:UF= 60%:40%

Gambar 5.15c. Core SP:UF= 50%:50%

Gambar 5.15d. Core SP:UF= 40%:60%

Gambar 5.15e. Core SP:UF= 30%:70%

Gambar 5.16. Diagram densitas core dengan variasi kandungan SP:UF

Gambar 5.2.1. Sampel spesimen uji bending sandwich

Gambar 5.2.2. Mekanisme pengujian four point bending sesuai ASTM C-393

Gambar 5.2.3. Grafik (a) defleksi, (b) momen maksimum, (c) tegangan bending komposit sandwich dengan variasi tebal skin

Gambar 5.2.4. Gambar kegagalan akibat pengujian bending variasi tebal skin

Gambar 5.2.5 (a) defleksi (b) momen maksimum, (c) tegangan bending komposit sandwich dengan variasi ketebalan core 5, 10, 15, dan 20 mm

Gambar 5.2.6. Berbagai kegagalan pada komposit sandwich dengan variasi tebal core 5, 10, 15, dan 20 mm dengan skin konstan 2 mm.

Gambar 5.2.7a. Core sekam padi

Gambar 5.2.7b. Sampel spesimen uji impak sandwich

Gambar 5.2.8 Grafik energi serap komposit sandwich dengan variasi tebal skin

Gambar 5.2.9. Grafik ketangguhan impak komposit sandwich dengan variasi tebal skin

Gambar 5.2.10. Patahan komposit sandwich dengan tebal core 10mm variasi tebal skin 2mm.

Gambar 5.2.11a. Kurva energi serap komposit sandwich skin 2mm variasi tebal core

Gambar 5.2.11b. Kurva ketangguhan impak komposit sandwich skin 2mm variasi tebal core

Gambar 5.2.12. Patahan hasil pengujian impak skin 2mm variasi tebal core 5mm, 10mm, 15mm, dan 20mm

Gambar 5.2.13. Produk panel flat dari komposit sandwich

Gambar 5.2.14. master produk pintu rumah hunian yang sudah didempul

Gambar 5.3.1. Sampel spesimen uji bending sandwich

Gambar 5.3.2. Mekanisme pengujian three point bending sesuai ASTM C-393

Gambar 5.3.3 Grafik pengaruh siklus thermal terhadap kekuatan bending komposit

Gambar 5.3.4 Grafik pengaruh siklus thermal terhadap defleksi maksimum komposit

Gambar 5.3.5a. spesimen kontrol tanpa perlakuan

Gambar 5.3.5b. Siklus thermal 175°C/125x

Gambar 5.3.5c. Siklus thermal 175°C/75x

Gambar 5.3.5d. Siklus thermal 175°C/25x

Gambar 5.3.5e. Siklus thermal 125°C/125x

Gambar 5.3.5f. Siklus thermal  $125^{\circ}\text{C}/75\text{x}$

Gambar 5.3.5g. Siklus thermal  $125^{\circ}\text{C}/25\text{x}$

Gambar 5.3.5h. Siklus thermal  $75^{\circ}\text{C}/125\text{x}$

Gambar 5.3.5i. Siklus thermal  $75^{\circ}\text{C}/75\text{x}$

Gambar 5.3.5j. Siklus thermal  $75^{\circ}\text{C}/25\text{x}$

Gambar 5.3.6. Debonding lapisan *adhesive* pada komposit *sandwich* karena siklus termal

Gambar 5.3.7 Proses pemotongan komposit dengan gerinda

Gambar 5.3.8 Letak indikasi delaminasi awal (retakan awal)

Gambar 5.3.9. Produk panel flat dari komposit sandwich

Gambar 5.3.10. Master produk pintu rumah hunian yang sudah didempul

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Bahan Baku Penelitian dan sumber pengadaannya

Tabel 5.2.1. Data hasil pengujian bending komposit sandwich dengan variasi tebal skin

Tabel 5.2.2. Data hasil pengujian bending komposit sandwich dengan variasi tebal core

Tabel 5.2.3. Hasil pengujian impak sandwich core SP – skin komposit serat ramie dengan tebal core 10 mm dan  $V_f$  skin 40% variasi tebal skin 1, 2, 3, 4, dan 5 mm

Tabel 5.2.4. Data hasil pengujian impak sandwich core SP-UF skin komposit serat ramie  $V_f$  skin 40% dengan tebal skin 2mm variasi ketebalan core 5, 10, 15, dan 20mm

Tabel 5.3.1. Data hasil pengujian bending komposit sandwich dengan perlakuan siklus thermal



## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Personalia Penelitian

Lampiran 2. Dokumentasi