



**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 DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI,  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
SESUAI DENGAN SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN HIBAH PENELITIAN  
NOMOR: 316 / SP2H / PP / DP2M / IV / 2010, TANGGAL 12 APRIL 2010**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2010**

# 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, Lab Jurusan Teknik Kimia FMIPA UII, Workshop Komposit PT. INKA – Madiun.**
4. Jangka Waktu Penelitian : **7 bulan**
5. Biaya yang diperlukan : **Rp. 34.200.000,00 (Tiga puluh empat Juta dua ratus ribu Rupiah)**
- 

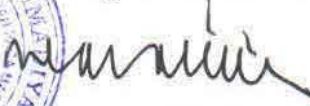
Surakarta, 28 Oktober 2010

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik UMS,

  
(Ir. Agus Riyanto, M.T.)  
NIK : 483

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 matapencapaian 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 rami menjadi produk komposit. Tujuan dari penelitian tahun 2010 ini menyelidiki teknik manufaktur panel komposit sandwich. Optimasi kekuatan bending dan impak panel komposit sandwich serat rami - poliester - *core* limbah sekam padi - *urea formaldehyde* dengan variabel tebal komposit *skin* (1, 2, 3, 4 dan 5 mm) dan tebal *core* (5, 10, 15, dan 20 mm). Pembuatan *prototype* panel komposit sandwich serta usulan paten panel.

Manufaktur *core* dilakukan dengan cetak tekan panas, sedangkan komposit *skin* serat rami-UPRs dan komposit *sandwich* dilakukan dengan cetak tekan biasa. Pengujian fisis-mekanis *core* dan komposit *skin* (Tarik, bending, geser, impak, tekan, densitas, foto makro, kestabilan dimensi) dilakukan sebagai tahap optimasi awal (HB I / tahun 2009). Komposit sandwich diteliti dengan variasi ketebalan *skin* (1, 2, 3, 4, 5 mm) dan *core* (5, 10, 15, 20 mm). Optimasi komposit *sandwich* dilakukan dengan pengujian Bending (ASTM C-393), Impak. (ASTM D 5941), foto makro.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit *sandwich* pada tebal *core* SP – UF tebal 10 mm memiliki kekuatan bending tertinggi pada tebal komposit *skin* 4 mm. Harga kekuatan bending komposit *sandwich* tertinggi tersebut adalah 32,53 MPa. Dari hasil pengujian bending *sandwich core* SP – *skin* komposit serat rami  $V_f$  *skin* 40% dengan tebal *skin* 2 mm variasi ketebalan *core* 5mm, 10mm, 15mm, dan 20mm, maka dihasilkan optimasi nilai tertinggi hasil pengujian bending sandwich *core* SP – *skin* komposit serat rami dengan ketebalan *core* 5 mm dan  $V_f$  *skin* 40% tebal 2 mm sebesar 47,35 MPa. Nilai optimum hasil pengujian impak *sandwich core* SP – *skin* komposit serat rami dengan tebal *core* 10 mm dan  $V_f$  *skin* 40% variasi tebal *skin* 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, dan 5 mm terdapat pada *sandwich* dengan ketebalan *skin* 2 mm. Nilai optimum baik energi serap maupun ketangguhan impak yaitu berturut-turut sebesar 1,9770 J dan 0,0104 N/mm<sup>2</sup>. Nilai optimum hasil pengujian impak *sandwich core* SP-UF dengan  $V_f$  *skin* 40% tebal *skin* 2 mm variasi tebal *core* 5, 10, 15, dan 20 mm terdapat pada sandwich dengan ketebalan *core* 10mm. Nilai optimum rata-rata baik energi serap maupun kekuatan impak pada *sandwich* dengan ketebalan *core* 10 mm berturut-turut sebesar 1,9770 J dan 0,0104 N/mm<sup>2</sup>. Kegagalan akibat beban bending dengan variasi tebal *skin* dan *core* menunjukkan mayoritas kegagalan didominasi pada bagian *core*, kegagalan dengan jenis *multiple splitting area*. 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 atau *skin* terkena beban kejut / impak yang tinggi. 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*, *skin*, *core*, bending, impak.

## 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 2010

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.....	26
BAB IV. METODE PENELITIAN.....	29
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN.....	55

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.1. Tumpukan (a) limbah sekam padi dan (b) serat ramie
- Gambar 2.1 Grafik laju pengeringan serat ramie sebagai acuan control kadar air
- Gambar 2.2. Grafik tegangan tarik serat ramie tunggal perlakuan alkali 5% variasi waktu perendaman
- Gambar 2.3. Grafik tegangan tarik komposit berpenguat serat ramie terhadap variasi fraksi volume
- Gambar 2.4a. Komposit dengan  $V_f=20\%$
- Gambar 2.4b. Komposit dengan  $V_f=30\%$
- Gambar 2.4c. Komposit dengan  $V_f=40\%$
- Gambar 2.4d. Komposit dengan  $V_f=50\%$
- Gambar 2.5. Grafik kekuatan bending komposit berpenguat serat ramie variasi fraksi volume
- Gambar 2.6. Grafik kekuatan bending komposit dengan  $V_f=40\%$  terhadap variasi lama perlakuan alkali
- Gambar 2.7. Grafik kekuatan impak terhadap variasi fraksi volume serat ( $V_f$ )
- Gambar 2.8. Grafik kekuatan impak terhadap variasi waktu perlakuan NaOH 5%
- Gambar 2.9. Grafik tegangan tarik core terhadap variasi kandungan SP&UF
- Gambar 2.10a. Core SP:UF=70%:30%
- Gambar 2.10b. Core SP:UF=60%:40%
- Gambar 2.10c. Core SP:UF=50%:50%
- Gambar 2.10d. Core SP:UF=40%:60%
- Gambar 2.10e. Core SP:UF=30%:70%
- Gambar 2.11. Grafik kekuatan bending core terhadap variasi kandungan SP&UF
- Gambar 2.12a. Core SP:UF=70%:30%
- Gambar 2.12b. Core SP:UF=60%:40%
- Gambar 2.12c. Core SP:UF=50%:50%
- Gambar 2.12d. Core SP:UF=40%:60%
- Gambar 2.12e. Core SP:UF=30%:70%
- Gambar 2.13. Grafik tegangan geser core terhadap variasi kandungan SP&UF
- Gambar 2.14. Penampang patahan hasil pengujian geser core SP:UF
- Gambar 2.14a. Grafik kekuatan impak core terhadap variasi kandungan SP:UF
- Gambar 2.14b. Grafik kekuatan energi serap core terhadap variasi kandungan SP:UF
- Gambar 2.15a. Core SP:UF=70%:30%
- Gambar 2.15b. Core SP:UF=60%:40%
- Gambar 2.15c. Core SP:UF=50%:50%
- Gambar 2.15d. Core SP:UF=40%:60%
- Gambar 2.15e. Core SP:UF=30%:70%
- Gambar 2.16. Diagram densitas core dengan variasi kandungan SP:UF
- Gambar 2.17. Struktur mikro komposit dengan peletakan serat teratur. dan homogen.
- Gambar 2.18. Penampang komposit sandwich (Popov, 1996)
- Gambar 2.19. Karakteristik kegagalan impak
- Gambar 2.20. Mekanisme pengujian geser panel sandwich (ASTM C-273).
- Gambar 2.21. Prosedur manufaktur komposit dengan *vacuum*
- Gambar 2.22. *Hand lay up*
- Gambar 2.23. *Press mold*
- Gambar 3.1. Skema konseptual pentingnya penelitian
- Gambar 4.1. Disain penelitian tahun II (2010)

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 impak 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. Sampel spesimen uji bending sandwich  
Gambar 5.2. Mekanisme pengujian four point bending sesuai ASTM C-393  
Gambar 5.3. Grafik (a) defleksi, (b) momen maksimum, (c) tegangan bending komposit sandwich dengan variasi tebal skin  
Gambar 5.4. Gambar kegagalan akibat pengujian bending variasi tebal skin  
Gambar 5.5 (a) defleksi (b) momen maksimum, (c) tegangan bending komposit sandwich dengan variasi ketebalan core 5, 10, 15, dan 20 mm  
Gambar 5.6. Berbagai kegagalan pada komposit sandwich dengan variasi tebal core 5, 10, 15, dan 20 mm dengan skin konstan 2 mm.  
Gambar 5.7a. Core sekam padi  
Gambar 5.7b. Sampel spesimen uji impak sandwich  
Gambar 5.8 Grafik energi serap komposit sandwich dengan variasi tebal skin  
Gambar 5.9. Grafik ketangguhan impak komposit sandwich dengan variasi tebal skin  
Gambar 5.10. Patahan komposit sandwich dengan tebal core 10mm variasi tebal skin 2mm.  
Gambar 5.11a. Kurva energi serap komposit sandwich skin 2mm variasi tebal core  
Gambar 5.11b. Kurva ketangguhan impak komposit sandwich skin 2mm variasi tebal core  
Gambar 5.12. Patahan hasil pengujian impak skin 2mm variasi tebal core 5mm, 10mm, 15mm, dan 20mm  
Gambar 5.13. Produk panel flat dari komposit sandwich  
Gambar 5.14. master produk pintu rumah hunian yang sudah didempul

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Bahan Baku Penelitian dan sumber pengadaannya

Tabel 5.1. Data hasil pengujian bending komposit sandwich dengan variasi tebal skin

Tabel 5.2. Data hasil pengujian bending komposit sandwich dengan variasi tebal core

Tabel 5.3. Hasil pengujian impak sandwich core SP – skin komposit serat ramie dengan tebalcore 10 mm dan  $V_f$  skin 40% variasi tebal skin 1, 2, 3, 4, dan 5 mm

Tabel 5.4. 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



## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Rancangan penelitian tahap 3 tahun 2011

Lampiran 2. Personalia Penelitian

Lampiran 3. Hasil pengujian bending variasi tebal skin dengan tebal core konstan 10mm

Lampiran 4. Hasil pengujian bending variasi tebal core dengan tebal skin konstan 2mm

Lampiran 5. Hasil pengujian impak variasi tebal skin dengan tebal core konstan 10mm

Lampiran 6. Hasil pengujian bending variasi tebal core dengan tebal skin konstan

Lampiran 7. Dokumentasi