

## Kekuatan Lentur Komposit *Sandwich* Serat Tapis Kelapa Dengan Core Kayu Albasia

I Made Astika<sup>1)</sup>\* dan I Gusti Komang Dwijana<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

### Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk menyelidiki kekuatan lentur komposit *sandwich* serat tapis kelapa bermatrik polyester dengan core kayu albasia. Bahan penelitian adalah serat tapis kelapa dengan panjang 15 mm (acak), resin *unsaturated polyester 157 BQTN*, kayu albasia dan *hardener* jenis MEKPO dengan konsentrasi 1%. Komposit *sandwich* tersusun atas dua skin dengan core ditengahnya dan dibuat dengan metode cetak tekan hidrolis. Lamina komposit sebagai skin terbuat dari serat tapis kelapa-polyester dengan fraksi volume serat 30%. Core yang digunakan adalah kayu albasia yang dipotong pada arah melintang dengan variasi ketebalan 5, 10, 15 dan 20 mm. Spesimen dan prosedur pengujian lentur mengacu pada standar ASTM C 393. Penampang patahan dilakukan foto makro untuk mengidentifikasi pola kegagalannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan lentur komposit *sandwich* semakin meningkat seiring dengan penambahan ketebalan core. Tegangan lentur komposit *sandwich* mempunyai nilai yang optimum pada ketebalan core 15 mm. Pola kegagalan komposit *sandwich* yang teramati adalah kegagalan tarik pada skin komposit bagian bawah, kegagalan geser core, delaminasi skin komposit bagian atas dengan core dan kegagalan tekan skin komposit bagian atas.

Kata kunci: komposit *sandwich*, albasia, kekuatan lentur, pola kegagalan

### Abstract

The purpose of this study was to investigate the flexural strengt of composite sandwich coconut filter fiber with albasia wood as a core. The research material is coconut filter fiber with 15 mm lenght, 157 BQTN unsaturated polyester resin, albasia wood and 1% hardener types MEKPO. Composite sandwich composed of two skins with a core in the middle and production method are a hydraulic press molding. Lamina composite as a skin made of coconut filter fiber with 30% volume fraction. Core used is albasia wood with variations in the thickness of 5, 10, 15 and 20 mm. The specimens and testing procedures based on ASTM standards C 393. The failure of the composite sandwich will be identify by macro fotos. The results of research show that the flexural strength of composite sandwich increasing with the addition of core thickness. Flexural stress in composite sandwich has the optimum value on core thickness of 15 mm. Failure mode of composit sandwich is drag failure of the bottom composite skin, shear failure of the core, delamination and the press failures of the top composite skin.

Keywords: composite sandwich, albasia, flexural strength, failure mode

### 1. Pendahuluan

Seiring dengan kemajuan zaman, untuk mengoptimalkan nilai efisiensi terhadap suatu produk maka dimulailah suatu pengembangan terhadap material dan para ahli mulai menyadari bahwa material tunggal memiliki keterbatasan baik dari sisi aplikasi desain yang dibuat maupun kebutuhan pasar dan komposit adalah alternatif jawabannya. Komposit merupakan suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat-sifat bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut [1]. Ada berbagai macam jenis komposit dan salah satunya adalah komposit *sandwich* yang merupakan salah satu dari jenis komposit yang komponennya tersusun dari tiga material atau lebih yang terdiri dari *flat composite* sebagai skin dan core di bagian tengahnya [2]. Aplikasi dari

komposit *Sandwich* banyak digunakan pada lantai kereta api, *Hovercraft* (TNI AD) dan sebagai bahan alternatif yang kini mulai dikembangkan pada pembuatan lambung kapal seperti pada kapal laut rancangan LOMOCean Design, Selandia Baru [3].

Munculnya isu permasalahan limbah non-organik serat sintetis yang semakin bertambah dan mampu mendorong perubahan trend teknologi komposit menuju *natural composite* yang ramah lingkungan, karena pada umumnya komposit yang digunakan ialah komposit dengan serat buatan atau *fiberglass* yang keberadaannya sangat tidak bersahabat dengan alam dan bahan utama dari *fiberglass* itu sendiri, yaitu minyak bumi, semakin hari semakin habis, dan kini mulai banyak diteliti serat pengganti yaitu serat alami. Komposit berpenguat serat alam dipandang lebih menguntungkan dibandingkan serat sintetis, karena serat ini memiliki beberapa keunggulan

\*Korespondensi: Tel./Fax.: 62 8164748992/62 361 703321  
E-mail: [imdistika@yahoo.com](mailto:imdistika@yahoo.com)  
©Teknik Mesin Universitas Udayana 2016

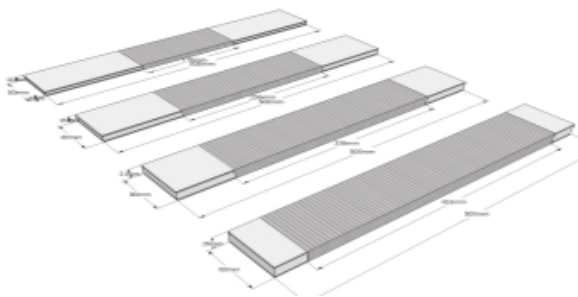
seperti: ringan, tidak beracun, terdapat banyak di alam, dan ramah lingkungan [4]. Dan keberadaan dari serat alami tersebut sangat melimpah, apalagi di Indonesia. Dan salah satu jenis serat alam yang tersedia cukup banyak adalah tapis kelapa.

Ketersediaan kayu albasia (*albizzia falcata*) yang melimpah, merupakan sumber daya alam yang dapat direkayasa menjadi produk teknologi andalan nasional sebagai Core komposit *Sandwich*. Rekayasa Core dapat dilakukan dari kayu utuh ataupun limbah potongan kayu. Konsep rekayasa core ini merupakan tahapan alih teknologi yang diilhami oleh masuknya core impor kayu balsa dari Australia. Sifat fisik kayu balsa hampir sama dengan kayu albasia [5] yang memiliki kelebihan diantaranya, pertumbuhannya sangat cepat sehingga masa layak terbang yang relatif pendek, mudah bertunas kembali apabila ditebang bahkan dibakar, biji atau bagian vegetatif pembiakannya mudah diperoleh atau disimpan, serta kayu ini ringan dan mudah diperoleh [6].

## 2. Metode Penelitian

Bahan penelitian dalam penelitian ini adalah: matrik : *Unsaturated Polyester Resin* (UPRs) jenis *Yukalac 157 BQTN*, skin / *reinforced* : serat tapis kelapa (*Cocos nucifera L*) dengan panjang 15 mm dan fraksi volume 30%, core kayu albasia dengan variasi tebal 5, 10, 15 dan 20 mm, pengeras / *hardener* : jenis *metil etil keton peroxide (MEKPO)*, bahan perlakuan serat : NaOH (*Natrium Hidroksida*).

Pengujian kekuatan lentur komposit sandwich sesuai ASTM C 393 [10], dimensi spesimen uji lentur seperti gambar dibawah ini:



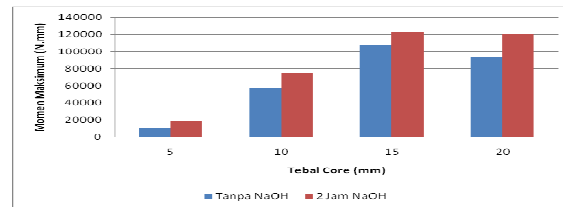
**Gambar 1. Dimensi Spesimen Uji Lentur (ASTM C393)**

## 3. Hasil dan Pembahasan

Dari data hasil pengujian, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan momen maksimum, tegangan lentur, tegangan lentur skin dan tegangan geser core. Adapun hasil perhitungan tersebut ditabelkan dalam Tabel 1-4 dan disajikan dalam Gambar 2-6.

**Tabel 1. Momen maksimum komposit sandwich**

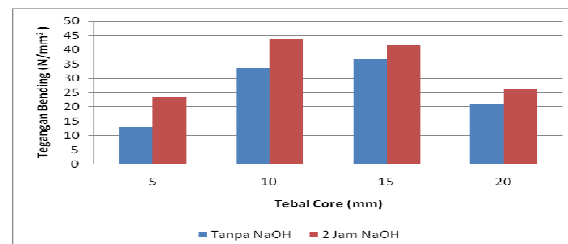
Tebal Core (mm)	Tanpa perlakuan (N.mm)	Dengan Perlakuan NaOH (N.mm)
5	10713,3	18962,4
10	57184,6	74831,8
15	108000	122400
20	94250	120600



**Gambar 2. Grafik hubungan momen maksimum terhadap tebal core**

**Tabel 2. Tegangan lentur komposit sandwich**

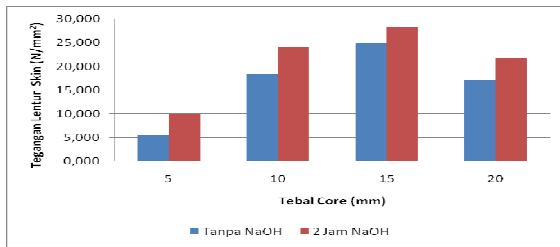
Tebal Core (mm)	Tanpa perlakuan (N/mm <sup>2</sup> )	Dengan Perlakuan NaOH (N/mm <sup>2</sup> )
5	13,280	23,506
10	33,515	43,783
15	36,734	41,632
20	20,902	26,270



**Gambar 3. Grafik hubungan tegangan lentur terhadap tebal core**

**Tabel 3. Tegangan lentur skin komposit sandwich**

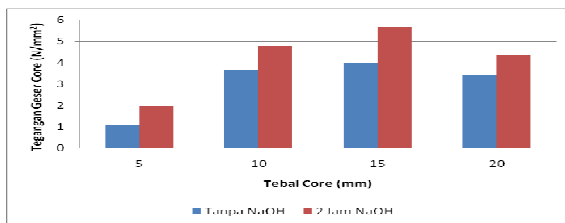
Tebal Core (mm)	Tanpa perlakuan (N/mm <sup>2</sup> )	Dengan Perlakuan NaOH (N/mm <sup>2</sup> )
5	5,579	9,875
10	18,332	23,978
15	25,000	28,333
20	17,064	21,847



**Grafik 4. Grafik hubungan tegangan lentur skin terhadap tebal core.**

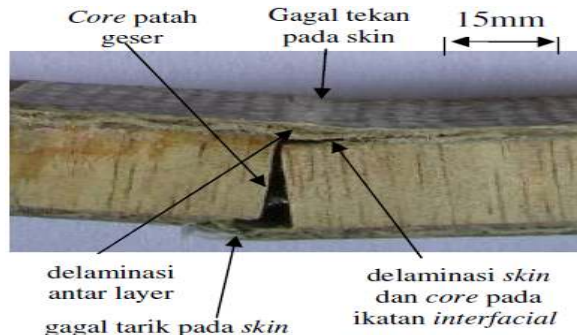
**Tabel 4 Tegangan geser core komposit sandwich**

Tebal Core (mm)	Tanpa perlakuan (N/mm <sup>2</sup> )	Dengan Perlakuan NaOH (N/mm <sup>2</sup> )
5	1,115	1,975
10	3,666	4,796
15	3,999	5,666
20	3,409	4,369



**Gambar 5. Grafik hubungan tegangan geser core terhadap tebal core**

Hasil Foto Makro



**Gambar 6. Penampang patahan komposit sandwich tanpa perlakuan NaOH**



**Gamabr 7. Penampang patahan komposit sandwich dengan perlakuan NaOH**

## Pembahasan

Dari pengolahan data hasil pengujian lentur pada komposit *sandwich* dengan *core* kayu albasia terlihat bahwa serat yang mendapatkan perlakuan alkali 2 jam NaOH menghasilkan kekuatan lentur yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena perlakuan alkali pada serat tapis kelapa dapat membersihkan lapisan lilin (*lignin* dan kotoran) pada permukaan serat sehingga menghasilkan *mechanical interlocking* yang lebih baik antara serat dengan matrik poliester. Dengan ikatan yang lebih baik maka komposit tersebut akan mampu menahan beban lentur yang lebih tinggi.

Terlihat dari Gambar 2, momen maksimum tertinggi dihasilkan oleh komposit *sandwich* dengan tebal *core* 15 mm dengan perlakuan NaOH pada serat. Dan momen terendah didapat pada spesimen dengan tebal *core* 5 mm tanpa perlakuan serat. Dimana menurut Hariyanto (2007), momen lentur meningkat seiring dengan penambahan ketebalan *core*. Penambahan bagian inti struktur *sandwich* juga berpengaruh secara signifikan pada peningkatan kemampuan menahan beban lentur. Sifat material yang lebih lunak (*core* kayu albasia) dan penambahan ketebalan menyebabkan memiliki kemampuan menahan momen lentur yang lebih tinggi.

Ditinjau dari segi kekuatan lentur, kekuatan lentur komposit *sandwich* tertinggi dihasilkan pada ketebalan *core* 10 mm dengan perlakuan 2 jam NaOH seperti ditunjukkan pada Gambar 3 diatas, sedangkan komposit *sandwich* yang diperkuat serat tapis kelapa tanpa perlakuan memiliki kekuatan lentur maksimum dengan tebal *core* 15 mm.

Berdasarkan analisis yang dihitung dengan standard ASTM 393, komposit *sandwich* yang diperkuat serat tapis kelapa dengan perlakuan alkali (NaOH) memiliki kekuatan lentur *skin* yang lebih tinggi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Kekuatan lentur *skin* optimum terjadi pada komposit *sandwich* dengan ketebalan *core* 15 mm.

Analisis kekuatan geser *core* menunjukkan bahwa tegangan geser *core* komposit *sandwich* optimum dihasilkan pada ketebalan *core* 15 mm. Efek perlakuan alkali mengindikasikan bahwa perlakuan 0,5% NaOH menaikkan kekuatan geser *core* pada komposit *sandwich* serat tapis kelapa dengan *core* kayu albasia.

Dari foto mikro, secara umum terlihat pola kegagalan diawali dengan retakan pada komposit *skin* yang mengalami tegangan tarik yaitu *skin* bagian bawah. Beban lentur yang diterima oleh komposit *sandwich* selanjutnya didistribusikan pada *core* sehingga menyebabkan *core* mengalami kegagalan. *Skin* bagian atas yang mengalami beban tekan akhirnya mengalami kegagalan seiring dengan agalnya *core*.

Dari foto mikro terlihat jelas adanya kegagalan tarik pada komposit *skin* bagian bawah, gagal geser pada *core* dan kegagalan tekan pada

*skin* bagian atas. Mekanisme patahan terjadi karena kegagalan komposit *sandwich* akibat beban lentur di mulai dari *skin* bagian bawah (belakang) dilanjutkan dengan kegagalan *core*, delaminasi antara *skin* bagian atas dan *core* dan terakhir kegagalan *skin* bagian atas (depan).

*Handbook*, Mc. Graw Hill Book Company, 1984.

- [10] *Annual Book of Standards, Section 15, C 393, Standard Test Methods for Flexural Properties of Sandwich Constructions*, ASTM, 1994.

#### 4. Simpulan

Berdasarkan data dan pembahasan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kekuatan lentur komposit *sandwich* semakin meningkat seiring dengan penambahan ketebalan *core*
2. Tegangan lentur komposit *sandwich* mempunyai nilai yang optimum pada ketebalan *core* 15 mm
3. Pola kegagalan komposit *sandwich* adalah kegagalan tarik pada *skin* komposit bagian bawah, kegagalan geser *core*, delaminasi *skin* komposit bagian atas dengan *core* dan kegagalan *skin* komposit bagian atas.

#### Daftar Pustaka

- [1] Wikipedia PONDATIONS, *composite*, <http://wikipedia.org/wiki/composite> Diakses Tanggal 2 Mei 2015.
- [2] Steeves C. A., dan Fleck N.A. *Collaps Mechanism of Sandwich Beam with Composite Face and Foam Core Loaded in Three Point Lentur*, Available Online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com). 2004.
- [3] Budisuari, [www.halamansatu.net](http://www.halamansatu.net), 2007 halaman 2-3 Diakses 4 Mei 2015.
- [4] James A Jacobs, Thomas F, *Engineering Materials Technology (Structures, Processing, Properties and Selection 5<sup>th</sup>)* New Jersey Columbus, Ohio, 2005.
- [5] Agus Hariyanto, *Peningkatan Ketahanan Lentur Komposit Hybrid Sandwich Serat Kenaf dan Serat Gelas Bermatrik Polyester dengan Core Kayu Sengon Laut*, Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2007.
- [6] [www.dephut.go.id/budidayasengon/j/154/5](http://www.dephut.go.id/budidayasengon/j/154/5) Diakses 28 Agustus 2015.
- [7] Lukkassen, Dag dan Annette Meidell. *Advanced Materials and Structures and their Fabrication Processes*, edisi III. HiN: Narvik University College, 2003.
- [8] Philips. L. N. *Design with advance composite – material*, Springer – Verlag, Germany, 1989.
- [9] Schwartz, M.M. *Composite Materials*