

Pengaruh perlakuan serat tapis kelapa terhadap kekuatan lentur *skin* komposit *sandwich*

I Made Astika¹⁾* dan I Gusti Komang Dwijana²⁾

^{1,2)}Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Penggunaan serat alam sebagai penguat komposit semakin berkembang. Indonesia sebagai negara beriklim tropis menghasilkan berbagai jenis serat alami seperti rami, abaca, agave, serat sabut kelapa dan serat tapis kelapa. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh perlakuan alkali serat (NaOH 5%) terhadap kekuatan lentur komposit sandwich serat tapis kelapa bermatrik polyester dengan core kayu albasia. Bahan penelitian adalah serat tapis kelapa dengan panjang 15 mm, resin unsaturated polyester 157 BQTN, kayu albasia dan NaOH. Hardener yang digunakan adalah MEKPO dengan konsentrasi 1%. Serat tapis kelapa yang digunakan terdiri dari serat tanpa perlakuan dan dengan perlakuan alkali 2 jam. 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%. Spesimen dan prosedur pengujian lentur mengacu pada standar ASTM C 393. Penampang patahan dilakukan foto makro untuk mengidentifikasi pola kegagalannya. Hasil penelitian menunjukkan 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.

Kata kunci: komposit sandwich, serat tapis kelapa, perlakuan NaOH, kekuatan lentur

Abstract

The use of natural fibers as reinforcement composites is growing. Indonesia as a tropical country produces various types of natural fibers like coconut filter fiber. The purpose of this study is to investigate the effect of alkali treatment of the fiber (5% NaOH). The research material is coconut filter fiber, 157 BQTN unsaturated polyester resin, albasia wood, NaOH and 1% concentration hardener. Skin of composite sandwich consists of the fibers without treatment and 2 hours alkali treatment. Composite sandwich composed of two skins with a core in the middle and production method by hydraulic molding press. Lamina composite as a skin made of 30% volume fraction and 15 mm fiber length. Flexural specimens and testing procedures based on ASTM C 393 standards. The results showed that fibers get 2 hours NaOH alkaline treatment resulted in a higher flexural strength. This is because the alkali treatment on coconut filter fiber can clean the wax layer (lignin and dirt) on the surface of the fiber resulting in better mechanical interlocking between the fibers with polyester matrix.

Keywords: composite sandwich, coconut filter fiber, NaOH alkaline treatment, flexural strength

1. Pendahuluan

Manusia sejak dari dulu telah berusaha untuk menciptakan berbagai produk yang terdiri dari gabungan lebih dari satu bahan untuk menghasilkan suatu bahan yang lebih kuat dan efektif, contohnya pedang samurai Jepang yang terdiri dari banyak lapisan oksida besi yang berat dan liat. 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, yang 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 sintesis 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

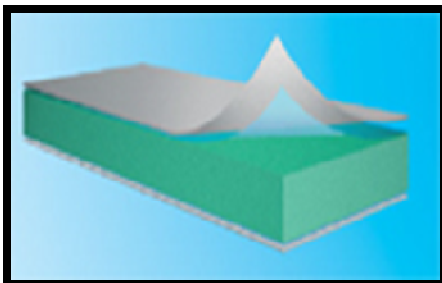
*Korespondensi: Tel./Fax.: +62 8164748992/62 361 703321
E-mail: imdastika@yahoo.com
©Teknik Mesin Universitas Udayana 2017

hari semakin habis, dan kini mulai banyak diteliti serat pengganti yaitu serat alami. Komposit berpenguat serat alam dipandang lebih menguntungkan dibandingkan serat sintesis, karena serat ini memiliki beberapa keunggulan 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. Komposit *sandwich*.

Komposit *sandwich* merupakan material yang tersusun dari tiga material atau lebih yang terdiri dari *flat composite* atau plat sebagai *skin* (lapisan permukaan) dan *core* pada bagian tengahnya. Banyak variasi definisi dari komposit *sandwich*, tetapi faktor utama dari material tersebut adalah *core* yang ringan, sehingga memperkecil berat jenis dari material tersebut serta kekakuan dari lapisan *skin* yang memberikan kekuatan pada komposit *sandwich* [7].



Gambar 1. Penampang komposit *sandwich* [5]

Komposit *sandwich* merupakan jenis komposit bahan baru dan inovatif yang sangat cocok untuk menahan beban lentur, impak, meredam getaran dan suara, menambahkan kebebasan desain, tahan panas dan korosi, efisiensi biaya dan komposit ini juga berkekuatan tinggi, kekakuan dan berat yang optimal, pemanfaatannya tidak hanya pada bagian internal dan struktural melainkan merambah ke bagian eksternal dan non-struktural seperti pada kereta, bus truk dan jenis kendaraan lainnya, sehingga memperluas

jangkauan aplikasi untuk komposit *sandwich* [8]. Mengurangi berat, menurunkan pusat gravitasi, mengurangi biaya maintenance, mengurangi tanda tangan/fitur *stealth*, dan fungsi lainnya dalam bahan structural maupun nonstructural [9].

Adapun bagian – bagian pada komposit *sandwich* adalah sebagai berikut:

2.1 *Skin*

Yang dimaksudkan *skin* disini adalah bagian terluar dari komposit *sandwich*, material atau bahannya dapat terbuat dari berbagai macam bahan yang dibentuk menjadi lembaran. Dalam struktur *sandwich* fungsi utama *skin* adalah sebagai pelindung bagian dalam struktur *sandwich* dari benturan atau gesekan dan juga untuk keperluan penampilan (*performance*). Berbagai jenis material dapat digunakan sebagai *skin*. Lembaran plat logam seperti aluminium, baja, titanium dan *polymer* diperkuat oleh serat merupakan beberapa contoh umum material yang biasa digunakan sebagai *skin*. Pemilihan jenis *skin* menjadi sangat penting dilihat dari sudut pandang dimana lingkungan kerja komponen tersebut akan digunakan. Korosi, karakteristik transfer panas, daya serap uap air (*moisture*) dan sifat-sifat yang lainya dapat dikontrol dengan melakukan pemilihan material *skin* yang tepat [10].

Sifat-sifat yang harus ada pada *skin* diantaranya: Kekakuan yang baik, namun memberikan kelenturan juga, Kekuatan desak dan tarik yang baik, *Impact resistance*, *Surface finish*, Tahan terhadap lingkungan (kimia, ultraviolet, panas dll).

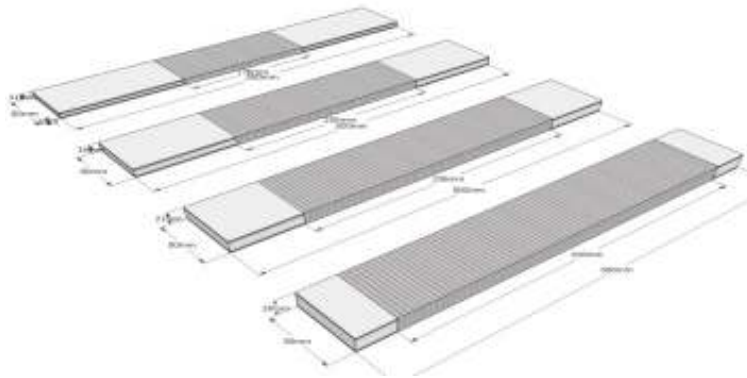
2.2 *Core*

Salah satu bagian terpenting dari *sandwich* adalah *core*, dimana bagian ini harus cukup kaku agar jarak antar permukaan terjaga. Dengan kekakuannya, *core* harus mampu menahan geseran agar tidak terjadi *slide* antar permukaan. Bahan dengan tingkat kekakuan yang rendah tidak baik untuk *core*, karena kekakuan pada *sandwich* akan berkurang atau hilang. Tidak hanya kuat dan mempunyai densitas rendah, *core* biasanya mempunyai syarat lain, seperti tingkat kadar air, *buckling*, umur panjang (*age resistance*), dan lain sebagainya [7].

2. Metode Analisis/Peralatan Penelitian

Bahan yang digunakan 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 tebal 15 mm, pengeras / *hardener* : jenis *metil etil keton peroxide* (MEKPO), bahan pelakuan serat : NaOH (*Natrium Hidroksida*).

Pengujian kekuatan lentur komposit *sandwich* sesuai ASTM C 393 [11], dimensi spesimen uji lentur seperti gambar dibawah ini.



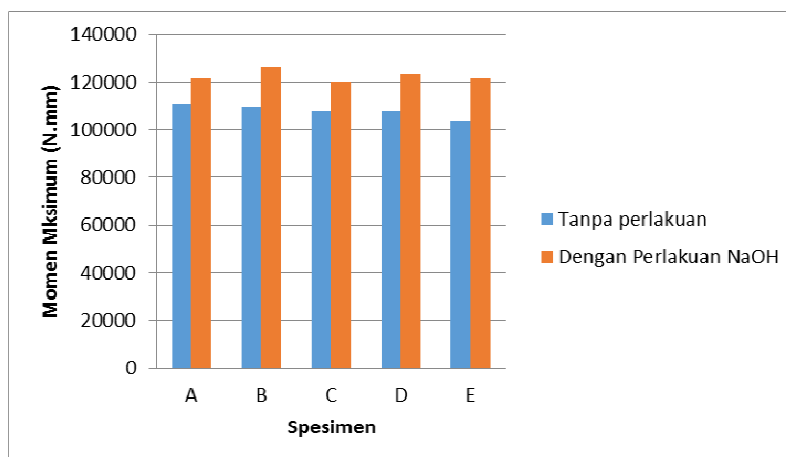
Gambar 2. Dimensi Spesimen Uji Lentur (ASTM C393)

Tabel 1. Data kekuatan defleksi dan beban maksimum dengan tebal core 15 mm

Kode spesimen	Tanpa perlakuan		Dengan perlakuan NaOH	
	d max	P max	d max	P max
	mm	N	mm	N
A	3,00	7400	4,50	8100
B	2,75	7300	4,00	8400
C	3,50	7200	3,25	8000
D	3,00	7200	3,75	8200
E	3,25	6900	3,25	8100

Tabel 2. Momen maksimum komposit sandwich

Tebal Core	Tanpa perlakuan	Dengan Perlakuan NaOH
	(N.mm)	(N.mm)
15mm	111000	121500
	109500	126000
	108000	120000
	108000	123000
	103500	121500



Gambar 3. Grafik hubungan momen maksimum terhadap perlakuan serat

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengujian Lentur Komposit Sandwich

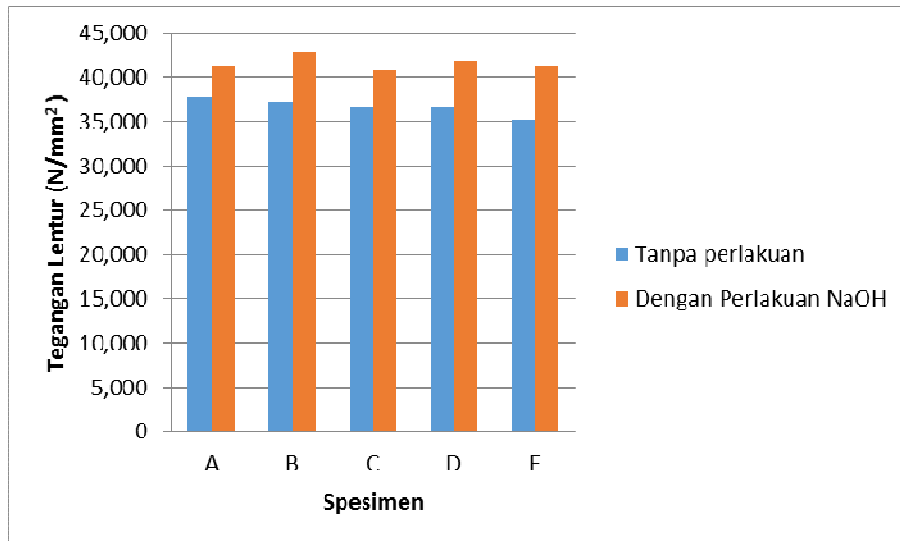
Hasil pencatatan data ditunjukkan seperti pada Tabel 1.

3.2. Hasil Perhitungan

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 dan disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 3-6.

Tabel 3. Tegangan lentur komposit *sandwich*

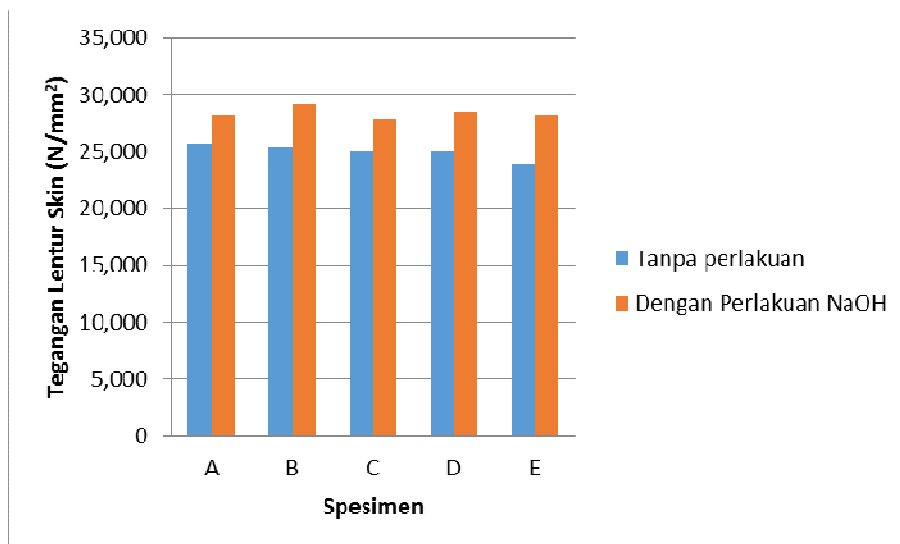
Tebal Core	Tanpa perlakuan	Dengan Perlakuan NaOH
	(N/mm ²)	(N/mm ²)
15mm	37,755	41,326
	37,244	42,857
	36,734	40,816
	36,734	41,836
	35,204	41,326



Gambar 4. Grafik hubungan tegangan lentur terhadap perlakuan serat

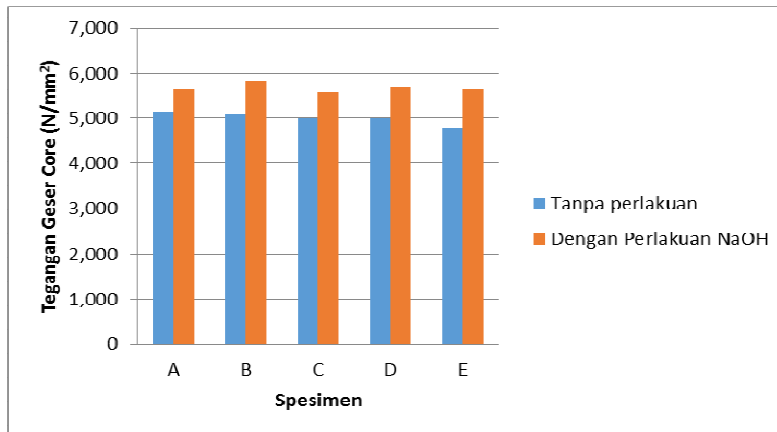
Tabel 4. Tegangan lentur *skin* komposit *sandwich*

Tebal Core	Tanpa perlakuan	Dengan Perlakuan NaOH
	(N/mm ²)	(N/mm ²)
15mm	25,695	28,125
	25,347	29,166
	25,000	27,778
	25,000	28,472
	23,958	28,125

Gambar 5. Grafik hubungan tegangan lentur *skin* terhadap perlakuan serat.

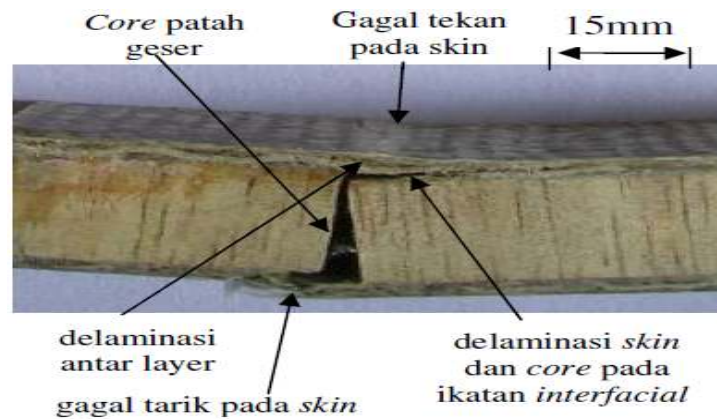
Tabel 5. Tegangan geser core komposit sandwich

Tebal Core	Tanpa perlakuan	Dengan Perlakuan NaOH
	(N/mm ²)	(N/mm ²)
15mm	5,138	5,625
	5,069	5,833
	5,000	5,556
	5,000	5,694
	4,791	5,625



Gambar 6. Grafik hubungan tegangan geser core terhadap perlakuan serat

3.3. Hasil Foto Mikro



Gambar 7. Penampang patahan komposit sandwich tanpa perlakuan NaOH



Gambar 8. Penampang patahan komposit sandwich dengan perlakuan NaOH

3.4. 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.

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 5.

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 gagalnya *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).

4. Simpulan

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

1. Serat yang mendapatkan perlakuan alkali 2 jam NaOH menghasilkan kekuatan lentur yang lebih tinggi
2. 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] <http://en.wikipedia.org/wiki/composite>, senin 30 November 2015.
- [2] Steeves C. A., dan Fleck N.A., 2004. *Collaps Mechanism of Sandwich Beam with Composite Face and Foam Core Loaded in Three Point Lentur*, Available Online at www.sciencedirect.com.

- [3] PT. Lundin Industry Invest, 2010.
- [4] Mohan Rao, K.M., and Mohana Rao, K., 2005, *Extraction and tensile properties of natural fibers : Vakka, date and bamboo*, Elsevier, Composite structures.
- [5] Agus Hariyanto, 2007, *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.
- [6] www.dephut.go.id/budidayasengon/j/54/5 Diakses 28 Agustus 2015.
- [7] Lukkassen, Dag dan Annette Meidell. 2003. *Advanced Materials and Structures and their Fabrication Processes*, edisi III. HiN: Narvik University College
- [8] Philips. L. N. 1989. *Design with advance composite – material*, Springer – Verlag, Germany
- [9] Schwartz, M.M., 1984. *Composite Materials Handbook*, Mc. Graw Hill Book Company.
- [10] Gibson, O. F., 1994. *Principle of Composite Materials Mechanics*, McGraw-Hill Inc., New York, USA.
- [11] *Annual Book of Standards, Section 15, C 393, 1994, Standard Test Methods for Flexural Properties of Sandwich Constructions, ASTM.*



I Made Astika menyelesaikan program sarjana di Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana pada tahun 1994 dan menyelesaikan program magister di ITS bidang Sistem Manufaktur pada tahun 2007. Area penelitian yang diminati adalah material dan komposit.