

ANALISA TEKNIS KOMPOSIT SANDWICH BERPENGUAT SERAT DAUN NANAS DENGAN CORE SERBUK GERGAJI KAYU SENGON LAUT DITINJAU DARI KEKUATAN TEKUK DAN IMPAK

Alfikri Hidayat¹, Hartono Yudo¹, Parlindungan Manik¹
Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia
Email: alfikrihidayat14@gmail.com

Abstrak

Penggunaan bahan komposit pada dunia pekapalan belakangan ini mengalami perkembangan yang cukup pesat, salah satunya penggunaan bahan limbah alami yang jarang dimanfaatkan. Namun masih kurangnya penelitian terhadap bahan komposit yang menggunakan limbah alami, oleh karena itu diperlukan pengembangan penelitian terhadap kelayakan bahan komposit limbah alami. Pada penelitian ini penulis menggunakan bahan limbah alami berupa serat daun nanas yang digunakan sebagai skin pada komposit sandwich dan serbuk gergaji kayu sengon laut yang digunakan sebagai core pada komposit sandwich. Dan penulis ingin mengetahui kekuatan dari komposit sandwich dan masing-masing lapisan dari komposit sandwich yaitu skin dan core dengan beberapa pengujian yaitu tekuk dan dampak.

Hasil dari pengujian tekuk menunjukkan bahwa bahan komposit sandwich yaitu sebesar $27,7262 \text{ N/mm}^2$, dan tegangan lentur untuk skin berpenguat serat daun nanas adalah $32,8341 \text{ N/mm}^2$ dan tegangan lentur untuk core serbuk gergaji kayu sengon laut adalah $43,2603 \text{ N/mm}^2$. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan bahwa penggunaan bahan komposit sandwich beserta skin dan corenya belum mampu untuk memenuhi standar yang diberikan oleh Biro Klasifikasi Indonesia yaitu sebesar 150 N/mm^2 . Hasil dari pengujian dampak juga menunjukkan bahwa komposit sandwich ini belum bisa memenuhi standar yang diberikan oleh JIS. Hasil yang didapat dari pengujian dampak untuk komposit sandwich adalah sebesar $0,465 \text{ Joule/mm}^2$, untuk skin berpenguat serat daun nanas harga dampak yang didapat adalah sebesar $0,655 \text{ Joule/mm}^2$, dan untuk harga dampak core serbuk gergaji kayu sengon laut adalah sebesar $0,658 \text{ Joule/mm}^2$. Tetapi penggunaan komposit sandwich berpenguat serat daun nanas dengan core serbuk gergaji kayu sengon laut ini bisa diaplikasikan untuk komponen kapal lainnya seperti meja, jendela, pintu, lemari, dll.

Keyword: Komposit Sandwich, Skin, Core, dampak, tekuk

LATAR BELAKANG

Material komposit merupakan material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing – masing material pembentuknya berbeda. Material komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari pada logam, memiliki kekuatan yang bias diatur yang tinggi (*tailorability*), memiliki kekuatan lelah (*fatigue*) yang baik, memiliki kekuatan jenis (*strength/weight*) dan kekuatan jenis (*modulus young/density*) yang lebih tinggi dari pada logam.

Ada tiga faktor yang menentukan sifat-sifat dari material komposit, yaitu:

1. Material pembentuk. Sifat-sifat instrik material pembentuk memegang peranan

yang sangat penting terhadap pengaruh sifat kompositnya.

2. Susunan struktural komponen. Dimana bentuk serta orientasi dan ukuran tiap-tiap komponen penyusun struktur dan distribusinya merupakan faktor penting yang memberi kontribusi dalam penampilan komposit secara keseluruhan.
3. Interaksi antar komponen. Karena komposit merupakan campuran atau kombinasi komponen-komponen yang berbeda baik dalam hal bahannya maupun bentuknya, maka sifat kombinasi yang diperoleh pasti akan berbeda (Sirait, 2010).

Salah satu serat alam yang banyak terdapat di Indonesia adalah serat daun nanas. Nanas merupakan tanaman buah berupa semak yang memiliki nama ilmiah *Ananas comosus (L) Merr.* Namun hingga saat ini

tanaman nanas baru buahnya saja yang dimanfaatkan, sedangkan daunnya belum banyak dimanfaatkan sepenuhnya. Pada umumnya daun nanas dikembalikan ke lahan untuk digunakan sebagai pupuk.

Pemanfaatan limbah kayu sengon laut juga sudah banyak dilirik dan diaplikasikan didalam teknologi komposit. Dengan masa jenis yang ringan, pemanfaatan serbuk gergaji kayu sengon laut (SGKSL) lebih sesuai bahan *core* pada struktur panel *sandwich*. Setiap industri penggergajian dapat menghasilkan limbah SGKSL sekitar 40 – 60 kg/hari. Biasanya limbah serbuk gergaji tersebut hanya dibiarkan membusuk atau dibakar jika sudah mengering. Eksistensi limbah serbuk gergaji dengan menambah perekat yang murah mempunyai potensi yang tinggi untuk direkayasa menjadi produk *core* fleksibel untuk pembuatan panel komposit *sandwich*.

PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan pokok permasalahan yang terdapat pada latar belakang, maka penelitian ini diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Sejauh manakah material komposit *sandwich* berpenguat serat daun nanas dengan *core* serbuk kayu sengon laut mampu menahan beban Tekuk dan dampak sehingga dapat digunakan untuk penelitian lebih lanjut dalam pembuatan teknologi perkapalan.
2. Bagaimana pengaruh variasi kekuatan tekuk dan dampak pada tiap lapisan *sandwich*. (kekuatan *core*, kekuatan *skin*).

BATASAN MASALAH

Batasan masalah yang digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan tugas akhir ini agar sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang di harapkan adalah :

1. Penelitian ini hanya mengkaji aspek kekuatan tekuk dan dampak.
2. Bahan komposit yang digunakan adalah *skin* berpenguat serat daun nanas dan *core* dari serbuk gergaji kayu sengon laut.
3. Penelitian hanya mengkaji kekuatan masing-masing lapisan komposit *sandwich*, (kekuatan *core*, kekuatan *skin*, dan kekuatan komposit *sandwich*).

4. Masing – masing variasi dibuat 4 spesimen uji.
5. Uji Tekuk di laboratorium menggunakan standar *ASTM C393-94*.
6. Uji Impak di laboratorium menggunakan standar *ASTM D5942-96*.

TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan latar belakang di atas maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kekuatan dari material komposit berpenguat serat daun nanas jika menerima beban Tekuk dan dampak untuk pembuatan kulit kapal atau komponen kapal lainnya sesuai standar kekuatan mekanis yang disyaratkan/diizinkan BKI (Biro Klasifikasi Indonesia).
2. Dan untuk mengetahui kekuatan masing-masing lapisan. ,(kekuatan *core*, kekuatan *skin*,).

TINJAUAN PUSTAKA

Kata komposit (*composite*) merupakan kata sifat yang berarti susunan atau gabungan. Komposit berasal dari kata “*to compose*” yang berarti penyusunan atau penggabungan.

Komposit Sandwich

Komposit *sandwich* adalah material komposit yang terdiri dari dua buah *skin* dimana diantara dua *skin* tersebut terdapat *core*. Komposit *sandwich* dibuat untuk mendapatkan struktur yang ringan tetapi mempunyai kekakuan dan kekuatan yang tinggi. Biasanya pemilihan komposit *sandwich*, syaratnya adalah ringan, tahan panas dan korosi, serta harga juga dipertimbangkan (Schawrtz, 1984).

Skin

Bagian ini berfungsi untuk menahan *tensile* dan *compressive stress*. *Skin* biasanya mempunyai *rigidity* atau tingkat kekakuan yang rendah. (Hartomo, 2009).

Core

Salah satu bagian yang penting dari komposit *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*, karna kekuatan pada lapisan *sandwich* nya akan berkurang atau hilang. Tidak hanya mempunyai densitas rendah, *core* biasanya mempunyai syarat lain. Seperti kadar air, *buckling*, umur panjang dan sebagainya. (Hartomo, 2009).

Serat

Secara umum serat terdiri dari dua jenis yaitu:

1. serat sintetis
serat sintetis adalah serat yang dibuat dari bahan-bahan anorganik dengan komposisi kimia tertentu.
2. serat alam
Serat alam adalah serat yang dapat diperoleh langsung dari alam. Biasanya berupa serta yang langsung diperoleh dari tumbuh-tumbuhan dan binatang.

Serat Daun Nanas

Potensi nanas (*Ananas comusus L. Merr.*) ditinjau dari produksinya merupakan salah satu dari tiga buah terpenting dari daerah tropika. Indonesia termasuk produsen nanas terbesar ke-5 di dunia setelah Brazil, Thailand, Filipina, dan Cina. Namun ditinjau dari perannya dalam ekspor dunia, Indonesia masih berada pada urutan ke-19 dengan pangsa hanya 0.47%. Hal ini merupakan hal yang kurang mengembirakan karena Indonesia memiliki potensi agroklimat dan luasan lahan yang tersedia sangat memadai untuk pengembangan nanas. Oleh karena itu, guna meningkatkan nilai jual tumbuhan nanas perlu pemanfaatan pelepah nanas untuk dijadikan serat sebagai bahan komposit yang ramah lingkungan.

Matriks

Matriks merupakan material pengikat serat penguat pada komposit. Sifat dari *matriks* pada umumnya *ductile* dan mempunyai kekuatan yang lebih rendah dibandingkan dengan material penguatnya. Bahan yang umumnya dipakai sebagai matriks adalah resin atau polimer.

Adapun jenis resin yang umum dipakai untuk bangunan kapal adalah tipe *Orthopathalic polyester resin*. Resin tipe ini harganya paling murah dibandingkan tipe lainnya dan tahan terhadap proses korosi yang disebabkan oleh air laut sehingga cocok untuk material bangunan kapal.

Bahan Pendukung

Dalam proses pembuatan lamina ada beberapa material pendukung yang berpengaruh terhadap karakteristik lamina dari komposit. Adapun bahan pendukung ini antara lain adalah : katalis, accelerator, *sterin*, gel *coat*, *wax*, *cobalt*.

Uji Tekuk

Pengujian Tekuk adalah salah satu pengujian yang sudah lama dipakai karena dapat dilakukan pada bahan uji berbentuk standar dan tidak perlu menggunakan mesin uji khusus atau mesin uji seperti biasanya (Supardi, E, 1999). (*ASTM C393-94*).

Pengujian Tekuk Pengujian bengkok dapat dilakukan terhadap bahan getas dan untuk bahan liat dimaksudkan agar dapat menentukan adanya cacat dan retakan pada permukaan material. Pengujian bengkok pada bahan keras dan getas adalah cara terbaik untuk menentukan kekuatan dan kegetasan. Untuk mengetahui kekuatan Tekuk dapat dilakukan pengujian dengan mesin uji *Torse*.

Kekuatan tekuk suatu material dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\sigma = \frac{Mc}{I}$$

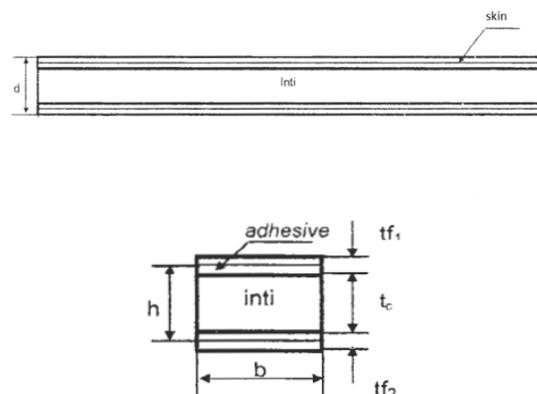
Keterangan:

σ = Kekuatan *bending*, MPa

M = Momen, N.mm

I = Inersia, mm⁴

c = Jarak dari sumbu netral ke tegangan serat, mm



Gambar 1. Bentuk specimen uji tekuk ASTM C 393-94

Keterangan :

- L : panjang bagian sempit : 200 mm
- B : lebar total minimal : 20 mm
- d : tebal core dan skin : 20 mm
- t : tebal core : 14 mm
- h : jarak antarara pusat skin atas dan bawah
- r : radius : 76 mm
- tf : ketebalan kulit (*skin*) : 3 mm

Uji Impak

Ketangguhan komposit dapat diketahui dengan menggunakan uji impak (*impact test*). Uji ini bertujuan untuk mengukur ketangguhan atau kemampuan suatu bahan dalam menyerap energi sebelum patah (*toughness*). Uji impak mengikuti standar *ASTM D 5942-96*.

Energi patah benda uji dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan (1).

$$W = G \times R (\cos \beta - \cos \alpha)$$

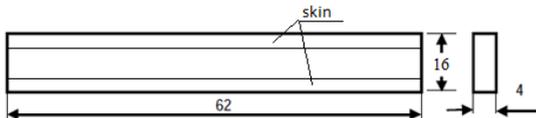
dengan :

- W = energi yang diserap benda uji (J)
- G = berat pendulum (N)
- R = jarak pendulum ke pusat rotasi (m)
- β = sudut pendulum setelah tabrak benda uji
- α = sudut pendulum tanpa benda uji (o)
- Kekuatan impak benda uji dihitung dengan menggunakan Persamaan (2).

$$\frac{W}{b_i \times h_i}$$

dengan :

- W = energi terserap benda uji (J)
- b_i = lebar benda uji impak (mm)
- h_i = tebal benda uji impak (mm)
- Ukuran Spesimen Berdasarkan *ASTM D5942-96*



Gambar 2. Bentuk specimen uji impak

Ukuran specimen

- Panjang : 62 mm
- Lebar : 4 mm
- Tebal : 16 mm

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan suatu penelitian yang bersifat percobaan (*eksperimental*) atau melakukan pengujian. Percobaan yang dilakukan adalah pembuatan komposit sandwich berpenguat serat daun nanas dengan core serbuk gergaji kayu sengon laut., kemudian dilakukan pengujian kekuatan tekuk dan impak yang kemudian hasil pengujian akan dibandingkan dengan kekuatan dari serat gelas (*Fiberglass Reinforced Plastic*) berdasarkan peraturan BKI.

Bahan Penelitian

1. Serat Daun Nanas
2. Serbuk gergaji kayu sengon laut
3. Resin Polyester
4. Katalis
5. Cobalt
6. Wax

Peralatan Penelitian

1. Alat cetak yang dibuat menggunakan kaca
2. Penjepit
3. Timbangan
4. Gergaji
5. Kuas cat
6. Gelas takaran

Proses pembuatan komposit sandwich.

- a. Proses *retting* dilakukan dengan cara memasukan daun – daun ke dalam air dalam waktu tertentu.
- b. Kemudian daun dilakukan proses pengikisan atau pengerokan (*scraping*) dengan menggunakan plat atau pisau yang tidak terlalu tajam untuk menghilangkan zat – zat yang masih menempel atau tersisa pada serat.

Daun yang sudah menjadi serat dibersihkan kemudian di sisir dan dikeringkan di panas sinar matahari

Perhitungan Ketebalan Lamina Skin

ketebalan lamina kulit dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini (ASTM) :

$$Tc = Tf + Tm$$

$$Tf = N \left(\frac{W}{m^2} \right) f \times TCf$$

$$Tm = \frac{R}{G} N \left(\frac{W}{m^2} \right) f \times TCm$$

dimana:

- T_c = ketebalan lamina
- T_f = ketebalan serat penguat
- T_m = ketebalan matriks/resin
- N = jumlah layer serat penguat
- (W/m²)_f = berat serat penguat
- TC = konstanta ketebalan (1/p)
- P_f = massa jenis serat penguat
- P_m = massa jenis resin

Untuk serat daun nanas :

Ukuran serat tiap layer = 290 x 200 x 1.25 (mm)

Berat tiap layer = 55 gram /58000 mm² = 0.95 gram/m²

Konstanta ketebalan (TC) = (1/p), dimana (p) = 1.543 = 0.648

Jumlah layer serat penguat (N) = 4 layer

T_f = 6(0.95)* 0.648 = 3.69 ~ 4

T_c = 10 mm

Sehingga .T_m= T_c - T_f = 10 - 4 = 6 mm

Perhitungan Fraksi Berat dan Fraksi Volume Skin

Berdasarkan peraturan ASTM perhitungan fraksi berat dan fraksi volume adalah sebagai berikut :

Fraksi berat adalah :

$$\frac{R}{G} = \frac{T_c}{N} - \left[\left(\frac{W}{m^2} \right) f_x T C f \right]$$

$$= \frac{10}{6} - (0.95) \times 0.648$$

$$= \frac{1.30}{(0.95) \times 0.84} = 1.30$$

Maka:

Fraksi berat matriks (M_m) = 1.30

Fraksi berat serat penguat (M_f) = 1

Fraksi volume adalah :

$$V_f = \frac{\frac{M_f}{P_f}}{\left(\frac{M_f}{P_f} \right) + \left(\frac{M_m}{P_m} \right)}$$

$$= \frac{1}{\frac{1.543}{1.19} + \left(\frac{1.30}{1.19} \right)} = 0,36 \sim 4$$

Fraksi volume matriks :

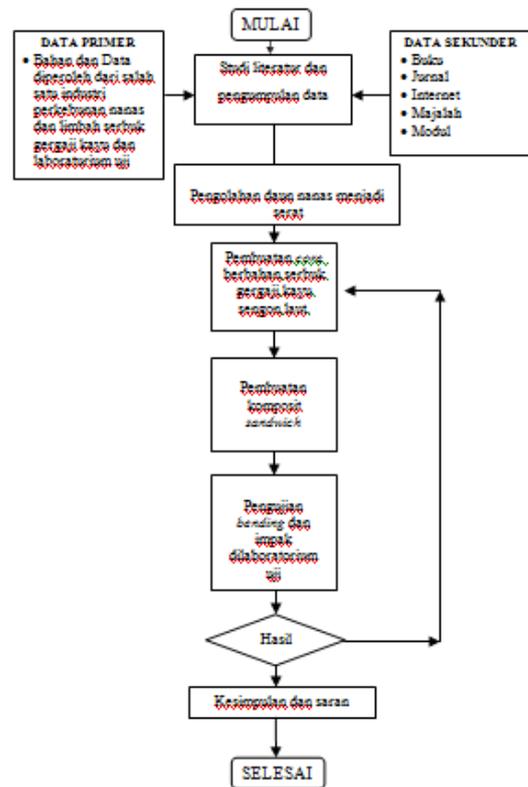
V_m = 1 - 4 = 6.

Proses pembuatan spesimen



Gambar pembuatan spesimen komposit Sandwich

Flow Chart



HASIL PENELITIAN & PEMBAHASAN

Data dalam bab ini diambil berdasarkan hasil pengujian yang kemudian dikelompokkan berdasarkan jenis dari metode atau proses pengelasan meliputi data dari pengujian tekuk dan impact.

\bar{X}	43,2603	758,4382	72,4852
-----------	---------	----------	---------

Tabel 3. Hasil Uji Tekuk Core (SGKSL)



(a) (b)



(c)

Gambar spesimen (a) komposit Sandwich, (b) Skin, (c) Core

Data Hasil Pengujian

Dalam pengambilan data dari dua macam pengujian tersebut terdapat masing – masing empat spesimen dalam setiap variasi.

1. Data Hasil Pengujian Tekuk Komposit Sandwich

No	Max Stress (Mpa)	Max Force (N)	ME (Mpa)
S 1	24,91 42	2435,25	99,6568
S 2	37,4513	3791,44	149,8054
S 3	25,0086	2269,88	100,0347
S 4	23,5309	2382,19	94,1238
\bar{X}	27,7262	2719,69	110,9051

Tabel 1. Hasil Uji Tekuk Komposit Sanwich

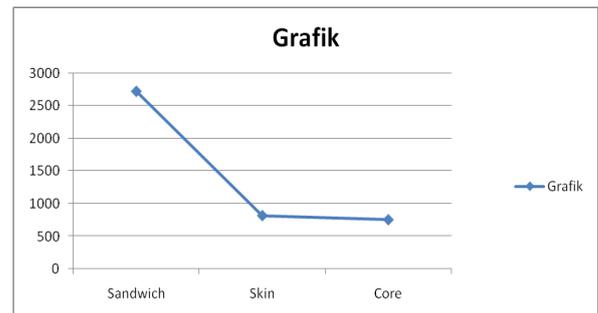
Skin Berpenguat Serat Daun Nanas

No	Max Stress (Mpa)	Max Force (N)	ME (Mpa)
S 1	20,6327	504,188	41,2653
S 2	31,6204	772,688	63,2408
S 3	36,3009	887,063	72,6018
S 4	42,7826	1120,13	85,5654
\bar{X}	32,8341	821,0172	65,6683

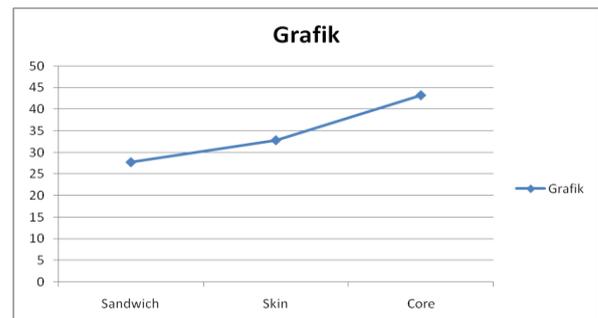
Tabel 2. Hasil Uji Tekuk Skin Berpenguat Serat Daun Nanas

Core (SGKSL)

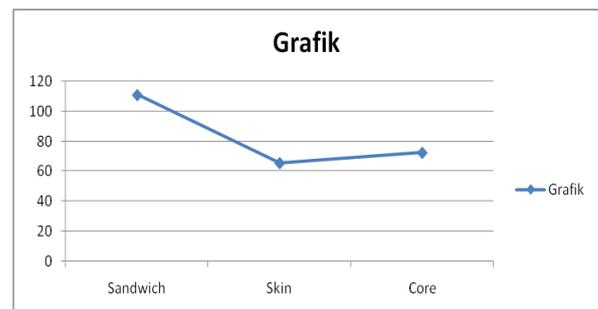
No	Max Stress (Mpa)	Max Force (N)	ME (Mpa)
S 1	39,6563	660,938	66,0938
S 2	49,4171	1050,94	90,5982
S 3	40,1860	552,375	60,2790
S 4	43,7819	769,500	72,9698



Grafik 1. Max force uji tekuk



Grafik 2. Max stress uji tekuk



Grafik 3. Modulus elastisitas uji tekuk

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa *max force* pada komposit *sandwich* jauh lebih besar yaitu sebesar 2719,69 N, dibandingkan dengan serat daun nanas sebesar 821,0172 N, dan *core* (SGKSL) sebesar 758,4382 N, hal ini menunjukkan bahwa beban yang diberikan kepada komposit sandwich lebih besar dibandingkan dengan skin dan core. Untuk Max Stress komposit *sandwich* memiliki nilai yang lebih kecil yaitu sebesar 27,7262 Mpa, dibandingkan dengan serat daun nanas sebesar 32,8341 Mpa, dan *core* (SGKSL) sebesar 43,2603 Mpa. dan untuk modulus elastisitas komposit sandwich juga memiliki nilai yang besar yaitu sebesar 110,9051 Mpa, dibandingkan dengan serat daun nanas sebesar 65,6683 Mpa dan *core* (SGKSL) sebesar 72,4852 Mpa.

2. Data Hasil Pengujian Impak

Pada data hasil pengujian tumbuk diambil dari sampel hasil pengujian yang hasilnya berupa grafik yang menunjukkan besarnya gaya patah pada saat beban pukuk mematahkan specimen.

Komposit Sandwich

Spesimen	Lebar W(mm)	Tebal T(mm)	Panjang Lo(mm)	Massa Pendulum(kg)	Sudut α (°)	Sudut β (°)	Energi Serap E (J)	Harga Impak Hi (J/mm^2)
1	10	20	60	22	300	7	83,825	0,465
2	10	20	60	22	300	5	83,997	0,466
3	10	20	60	22	300	6	83,652	0,464
4	15	20	60	22	300	5	83,997	0,466
Rata - Rata								0,465

Tabel 4. Hasil Uji Impak Komposit Sandwich

Skin Berpenguat Serat Daun Nanas

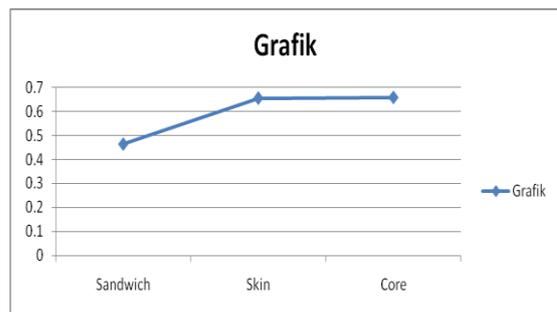
Spesimen	Lebar W(mm)	Tebal T(mm)	Panjang Lo(mm)	Massa Pendulum(kg)	Sudut α (°)	Sudut β (°)	Energi Serap E (J)	Harga Impak Hi (J/mm^2)
1	10	15	60	22	300	7	84,86	0,652
2	10	15	60	22	300	5	85,55	0,658
3	10	15	60	22	300	6	85,205	0,655
4	15	15	60	22	300	5	85,55	0,658
Rata - Rata								0,655

Tabel 5. Hasil Uji Impak Skin Berpenguat Serat Daun Nanas

Core (SGKSL)

Spesimen	Lebar W(mm)	Tebal T(mm)	Panjang Lo(mm)	Massa Pendulum(kg)	Sudut α (°)	Sudut β (°)	Energi Serap E (J)	Harga Impak Hi (J/mm^2)
1	10	15	60	22	300	4,9	85,55	0,658
2	10	15	60	22	300	4,1	85,72	0,659
3	10	15	60	22	300	4	85,72	0,659
4	15	15	60	22	300	4,3	85,72	0,659
Rata - Rata								0,658

Tabel 6. Hasil Uji Impak Core (SGKSL)



Grafik 4. Rata-Rata Harga Impak

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa harga *impact* rata – rata pada komposit sandwich sebesar 0,465 joule/mm², Skin berpenguat serat daun nanas sebesar 0,655 joule/mm², dan Core (SGKSL) sebesar 0,658 joule/mm². Hal ini menunjukkan komposit sandwich memiliki harga impact yang kecil dibandingkan dengan skin dan core. Namun skin dan core memiliki harga impact yang hamper sama besar.

3. Perbandingan Hasil Uji Terhadap

Peraturan BKI

Uji Tekuk

Mengacu pada hasil rata – rata uji bending dari keempat variasi lamina sebagai berikut :

Variasi	Kuat Lentur (Mpa)
Skin Berpenguat Serat Daun Nanas	32,8341
Core (SGKSL)	43,2603
Komposit Sandwich	27,7262
BKI	150
Marine Manual Design of FRP	150

Tabel 10. Perbandingan Hasil Uji Tekuk Dengan Standar BKI

Mengacu pada persyaratan BKI di atas dan membandingkan nilai hasil uji bending dari masing – masing lapisan komposit *sandwich* dan komposit *sandwich* sendiri dapat dilihat bahwa semua variasi tidak memenuhi standar persyaratan yang ditetapkan Biro

Klasifikasi Indonesia. Sehingga material komposit *sandwich*, *skin* berpenguat serat daun nanas, dan *core* (SGKSL) belum bisa digunakan pada bagian komponen konstruksi dari kapal *fiberglass*.

Kesimpulan

Hingga didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian bending dan impak menunjukkan bahwa *skin* berpenguat serat daun nanas, *Core* Serbuk kayu, dan komposit *sandwich* belum bisa digunakan sebagai serat penguat dalam pembuatan material komposit karena belum memenuhi persyaratan yang di tentukan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).
2. Dan untuk *Skin* berpenguat serat daun nanas dengan fraksi volume serat 40 % dan resin 60 % dalam pengujian tekuk dan impak belum bisa digunakan sebagai bahan penguat dalam material komposit karena belum memenuhi persyaratan yang ditentukan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Untuk pembuatan *core* dengan perbandingan serbuk gergaji kayu sengon laut 30 % dan *resin polyester* 70 % masih belum mampu memenuhi persyaratan dari Biro Klasifikasi Indonesia (BKI).

Dari hasil pengujian yang dilakukan bahwa komposit *sandwich* ini masih mempunyai kegetasan yang besar.

Saran

Dalam penelitian ini penulis merasa masih banyak kekurangan – kekurangannya yang disebabkan oleh keterbatasan peralatan, dana, dan waktu, sehingga untuk peneliti selanjutnya perlu mempertimbangkan hal – hal berikut :

1. Untuk pembuatan serat penguatnya disarankan harus lebih teliti memilih serat daun nanas karena sulitnya mengeluarkan serat dari dalam daun nanas tersebut menyebabkan ukuran serat yang berbeda – beda.
2. Untuk pembuatan *core* dengan perbandingan serbuk gergaji kayu sengon laut dan *resin polyester* disarankan untuk memperbesar komposisi serbuk gergaji

kayu sengon laut agar mendapat kuat lentur yang lebih baik.

3. Untuk pembuatan specimen uji ini masih dilakukan secara *hand lay up* yang sangat bergantung pada kemampuan pekerja dan peralatan yang sederhana.
4. Penelitian ini bisa dilanjutkan dengan metode-metode yang lebih baik dan Disarankan untuk pembuatan specimen uji sebaiknya dilakukan oleh orang yang sudah ahli dibidang komposit dan dengan peralatan yang lebih modern sehingga diperoleh specimen uji yang benar – benar baik.

DAFTAR PUSTAKA

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

Anonim, 2004. "*Annual Book ASTM Standart*", USA.

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

Gagas Ikhsan Putradi, 2011 " *Kekuatan Impak komposit sandwich berpenguat serat aren* " Tugas Akhir Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Gibson, O. F., 1994. "*Principle of Composite Materials Mechanics*", McGraw-Hill Inc., New York, USA.

Kuncoro Diharjo dan Ngafwan, 2004. "*Pengaruh kepadatan Core PVC Terhadap Peningkatan Kekuatan bending dan Impak Komposit sandwich Serat Gelas*", Penelitian Dosen Muda, DIKTI, Jakarta.

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

Widiartha, I G., Nasmi Herlina Sari dan Sujita, 2012 “*Study Kekuatan Bending Dan Struktur Mikro Komposit Polyethylene Yang Diperkuat Oleh Hybrid Serat Sisal Dan Karung Goni*” Jurnal Penelitian, Fakultas Teknik, Universitas Mataram