

PENGARUH VARIASI BENTUK *CORE* PADA ALUMINIUM KOMPOSIT *SANDWICH* PANEL STRUCTURE TERHADAP KEKUATAN MEKANIK

Viktor Naubname^{1*} dan Ardha Febri Silatama¹

¹ Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. HS, Ronggo Waluyo, Telukjambe Timur, Karawang.

*Email: viktornaubname@ft.unsika.ac.id

Abstrak

Penggunaan material yang kuat tetapi ringan sangat penting pada struktur pesawat terbang, salah satu material yang digunakan pada pesawat terbang adalah komposit honeycomb sandwich panel. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik dengan membandingkan kekuatan tekan dan tekuk pada komposit honeycomb sandwich panel apabila struktur core divariasikan ke bentuk yang berbeda dari bentuk asalnya, seperti struktur yang terinspirasi dari alam dan beberapa peneliti sudah menggunakannya pada berbagai bidang konstruksi seperti serat batang pohon pisang (banana tree trunks) yang sudah banyak dikembangkan menjadi campuran material komposit, maupun struktur jaring laba-laba (cobwebs) yang banyak diaplikasikan pada konstruksi pondasi gedung, apakah memiliki karakteristik yang sama dengan struktur honeycomb sandwich atau lebih baik dari struktur sebelumnya. Pembuatan core menggunakan bahan dasar plat aluminium 1100 dan dilakukan dengan metode press dengan dimensi core 6 cm. Pengujian tekuk mengacu pada standar ASTM C393/C393M-16 dan pengujian tekan mengacu pada standar ASTM C365/C365M-16. Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi struktur core banana tree trunks sandwich panel memiliki nilai kuat tekan sebesar 9,68 N/mm² dan nilai kuat lentur sebesar 1,5162 N/mm, yang merupakan lebih baik dari variasi core berbentuk honeycomb sandwich panel maupun cobwebs. Hasil pengujian ini dapat dipengaruhi oleh proses pembuatan spesimen komposit sandwich structure dan kerapatan antar bagian cell.

Kata kunci: aluminium 1100, core, komposit sandwich structure, uji bending, uji tekan

PENDAHULUAN

Saat ini, komposit struktur banyak digunakan di berbagai bidang industri dan telah mampu menggantikan bahan konvensional kayu dan logam, penggunaan komposit terbesar adalah transportasi 31% dan konstruksi 9,7%, kapal 12,4%, peralatan elektronik 9,9%, pemakai langsung 5,8% (Diharjo, 2011). Salah satunya struktur *honeycomb sandwich*, struktur *honeycomb sandwich* merupakan struktur (material) alami atau buatan manusia yang memiliki geometri sarang lebah (*Honeycomb Sandwich*) untuk meminimalisir jumlah material yang digunakan untuk mencapai bobot yang minimal dan biaya yang relatif murah, sehingga didapatkan massa yang ringan terhadap konstruksi tersebut. Jenis struktur sarang lebah tergantung pada bentuk geometris (Jessica & Lucas Patrick, 2016) (Endrian, 2015).

Dalam penelitiannya konstruksi sarang laba-laba sebagai konstruksi ramah gempa yang merupakan sistem pondasi bangunan bawah yang memiliki kekakuan tinggi (*High Rigidity*), kokoh, ekonomis dan *mononolite*

(Maleque dkk., 2007). Telah meneliti sifat mekanis komposit serat batang pisang dengan matrik epoksi (Respati dkk., 2021). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik pada komposit serat pisang dengan matrik epoxy mengalami peningkatan sebesar 90% dibandingkan dengan epoxy murni. Hasil uji kekuatan impak menunjukkan bahwa komposit serat batang pisang meningkat 40% dibanding dengan kekuatan impak bahan epoxy murni.

Dampak tingginya nilai kekuatan impak ini mengakibatkan sifat ketangguhan material akan semakin baik. Komposit serat batang pisang juga mempunyai sifat yang ulet dengan deformasi plastik minimum (Setiadi dkk., 2017). Melakukan penelitian sifat mekanik komposit *sandwich* serat pelepas pisang dengan core kayu biti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik pada komposit serat pisang dipadukan dengan resin dan kayu biti memiliki nilai uji tarik tertinggi dibanding tanpa serat pelepas pisang. Selain itu hasil uji kekuatan bending

pada komposit serat pelepas pisang dipadukan dengan resin dan kayu biti memiliki nilai uji bending tertinggi dibanding tanpa campuran serat pelepas pisang (Maleque dkk., 2007).

Komposit *sandwich* terdiri dari dua buah permukaan (*skin*) tipis, kaku dan kuat yang diikat dengan inti (*core*) tebal, ringan dan lemah memakai bahan perekat (Nurun, 2013)(Nayiroh, 2013). Konstruksi *sandwich* telah digunakan secara luas dalam beberapa industri yang membutuhkan konstruksi ringan dan kaku, dari lambung kapal sampai struktur pesawat terbang, dari bagian luar truk sampai dengan panel gedung, dari *platform* ruangan sampai geladak jembatan. Pemakaian secara luas komposit jenis ini tidak terlepas dari sifat unggul yang dimilikinya seperti, keutuhan struktur, konduktivitas panas rendah, kemampuan menampung beban aerodinamik, kemampuan menahan beban lentur, impak maupun meredam getaran dan suara (Ryantori & Sutjipto, 1984).

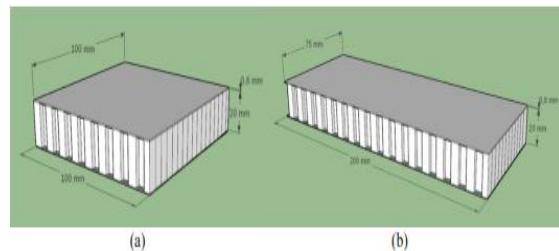
Untuk menciptakan suatu komposit *sandwich* dengan sifat mekanik yang baik, selain diperlukan *skin* yang kuat dan *core* yang kuat, juga diperlukan suatu adhesif yang tepat sehingga dapat menciptakan ikatan yang kuat antara *skin* dan *core*, serta menjadi penerus beban yang baik dari *skin* menuju *core*. Peningkatan tegangan awal pada sambungan akan meningkatkan kemampuan komposit dalam menerima beban (Canyurt dkk., 2008). Berdasarkan latar belakang tersebut tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah Untuk mengetahui karakterisasi dan nilai uji *compression strength test* dan nilai uji *bending load test* pada variasi *core* yang berbeda..

METODOLOGI

Langkah awal sebelum pembuatan spesimen adalah pengumpulan bahan. Aluminium 1100 dengan ketebalan 0,4 mm dan 0,6 mm digunakan sebagai bahan utama pembuatan spesimen sebagai permukaan *skin* dan *core*, selain itu cetakan spesimen digunakan sebagai pembentuk *core*, sedangkan untuk penyatuan antara *skin* dan *core* menggunakan perekat berupa lem.

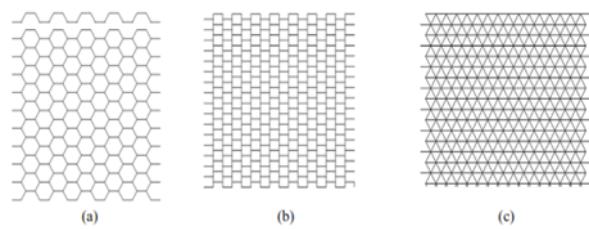
Pembuatan spesimen *sandwich panel* structure sebanyak 6 spesimen dengan 3 variasi *core*. Bahan plat aluminium 1100 tebal 0,6 mm yang digunakan sebagai *skin* dipotong dengan ukuran sesuai pada standar pengujian tekan ASTM C365/C365M-16 dan standar

pengujian bending ASTM C393/C393M-16, yaitu untuk ukuran spesimen uji tekan panjang 100 mm, lebar 100 mm dan untuk ukuran spesimen uji *bending* panjang 200 mm, lebar 75 mm seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Dimensi Spesimen (a) Untuk uji *Compression Strength* (b) Untuk Uji *Bending Load*

Sedangkan untuk tahap pembentukan *core* dimensi ukuran 6 mm, plat aluminium 1100 dengan ketebalan 0,4 mm dipotong menjadi strip dengan lebar 20 mm lalu di bentuk menggunakan alat press hingga menjadi bentuk *core structure honeycomb*, *banana tree trunks* dan *cob webs* seperti terlihat pada gambar 2. setelah pembuatan *skin* dan *core* selesai lalu masuk ke tahap penyatuan dengan menggunakan perekat dan diamkan selama sehari hingga merekat dengan kuat.



Gambar 2. Variasi Core Pada Komposit *Sandwich Panel* Untuk : (a) *Honeycomb Sandwich Structure* (b) *Banana Tree Trunks Sandwich Panel Structure* (c) *Cobwebs Sandwich Panel Structure*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tabel 1 dan gambar 3, hasil uji tekan (*compression strength*) komposit *sandwich panel* yang dilakukan di Balai Besar Barang Teknik (B4T) memperlihatkan bahwa kekuatan komposit *sandwich panel* dengan variasi *core* yang berbeda, kekuatan tekan

terbesar dimiliki oleh jenis *core banana tree trunks* atau berbentuk seperti serat batang pohon pisang, yaitu dengan beban tekan 10575 Kgf dan luas bidang 10722,49 mm² diperoleh nilai kuat tekan sebesar 9,68 N/mm².

Tabel 1. Kuat tekan komposit sandwich panel

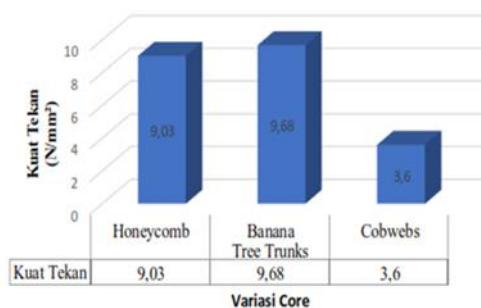
Variasi bentuk core	p (mm)	l (mm)	t (mm)	luas (mm)	beban tekan (kgf)	Kuat lentur (N/m ²)
H	101,73	101,4	20	10318,4	9500	9,03
B	103,89	103,2	20	10722,4	10575	9,68
C	102,41	101,9	20	10436,6	3825	3,6

Catatan:

H : Honeycomb sandwich panel structure

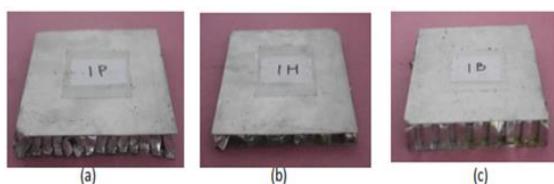
B : Banana tree trunks sandwich panel structure

C : Cobwebs sandwich panel structure



Gambar 3. Kuat Tekan Variasi Core pada Komposit Sandwich Panel

Sedangkan urutan kedua dimiliki oleh jenis *core* pembanding, yaitu *honeycomb* atau berbentuk seperti sarang lebah dengan beban tekan 9500 Kgf dan luas bidang 10318,47 mm² diperoleh nilai kuat tekan sebesar tabel 9,03 N/mm. Dan kekuatan tekan terkecil pada pengujian *sandwich panel* dimiliki oleh jenis *core* *cobwebs* atau berbentuk seperti jaring laba-laba yaitu dengan beban tekan 3125 Kgf dan luas bidang 10436,60 mm² diperoleh nilai kuat tekan sebesar 3,60 N/mm².



Gambar 4. Kegagalan Spesimen Uji Tekan: (a) Honeycomb Sandwich Panel Structure (b)

Banana Tree Trunks Sandwich Panel Structure (c) Cobwebs Sandwich Panel Structure.

Pada gambar 4 hasil pengamatan jika dilihat secara fisik setelah diuji tekan menunjukkan semua variasi *core* mengalami jenis kegagalan yang sama yaitu terjadi kerusakan *core* (*crushing core*), tetapi yang paling parah terjadi pada jenis *core honeycomb sandwich structure*. Uji tekuk (*Bending Load*) komposit *sandwich panel* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kuat lentur komposit sandwich panel

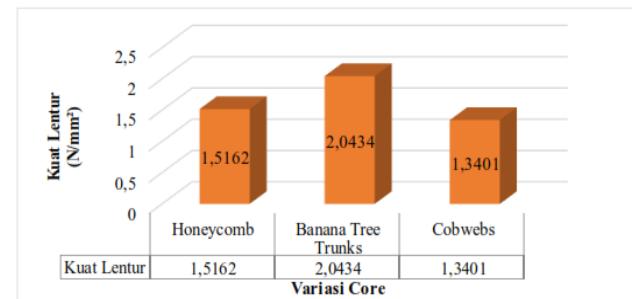
Variasi bentuk core	p (mm)	l (mm)	t (mm)	luas (mm)	beban tekan (kgf)	kuat lentur (N/mm ²)
H	200	75,80	23,90	1811,6	291,7	15,1
B	200	76,75	23,85	1830,5	396,4	20,4
C	200	76,21	24,87	1895,3	280,7	13,4

Catatan:

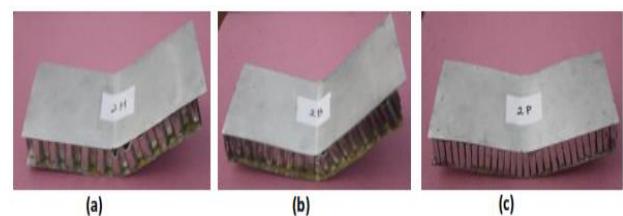
H : Honeycomb sandwich panel structure

B : Banana tree trunks sandwich panel structure

C : Cobwebs sandwich panel structure



Gambar 5. Kuat Lentur Variasi Core Pada Komposit Sandwich Panel



Gambar 6. Kegagalan Spesimen Uji Tekuk: (a) Honeycomb Sandwich Panel Structure (b) Banana Tree Trunks Sandwich Panel Structure (c) Cobwebs Sandwich Panel Structure

Berdasarkan hasil pengujian *compression strength* sesuai standar ASTM C393/C393M-16. Dari tabel 2 dan gambar 5 dapat diketahui bahwa dengan beban tekan sebesar 291,77 N dan luas bidang sebesar 1811,6 mm² diperoleh nilai kekuatan lentur untuk *Honeycomb sandwich structure* sebesar 1,5162 N/mm². Sedangkan untuk jenis material *Banana tree trunks sandwich structure* dengan beban tekan 398,48 N dan luas bidang 1830,5 mm² diperoleh nilai kekuatan lenturnya sebesar 2,0434 N/mm² dengan beban tekan sebesar 280,76 N dengan penampang sebesar 1895,3 mm² diperoleh nilai kekuatan lentur untuk jenis material *Cobwebs structure* sebesar 1,3401 N/mm².

Pada gambar 6 menunjukkan hasil pengujian mengalami jenis kegagalan yang berbeda pada masing- masing komposit *sandwich* dengan variasi *core*. Pada gambar 6.a hasil pengamatan jika dilihat secara fisik setelah diuji tekuk menunjukkan variasi *core* mengalami jenis kegagalan *delaminasi* dan geser pada *skin*, serta *buckling* pada bagian *core*. Sedangkan pada gambar 6.b mengalami jenis kegagalan *delaminasi* dan geser pada *skin* dan *buckling* pada bagian *core*. Dan pada gambar 6.c mengalami *buckling* pada bagian *core* tetapi tidak terjadi *delaminasi* pada *skin*

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil ini diketahui bahwa kuat tekan dan kuat lentur komposit dipengaruhi oleh proses pembuatan komposit *sandwich* dan kerapatan antar bagian *cell* material komposit *sandwich panel* dengan *core* berbentuk *banana tree trunks* atau serat batang pohon pisang memiliki tingkat kuat tekan dan kuat lentur yang lebih baik dari perbandingan antara *core* berbentuk *honeycomb* dan *cobwebs*.

DAFTAR PUSTAKA

- Canyurt, O. E., Meran, C., & Uslu, M. (2008). The effect of design on adhesive joints of thick composite sandwich structures. In *Journal of achievements in materials and* Citeseer. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.456.4359&rep=rep1&type=pdf>
- Diharjo, K. (2011). Kekuatan Bending Komposit Sandwich Serat Gelas Dengan Core Divinycell-PVC H-60 (Pengaruh Orientasi Serat, Jumlah Laminat Dan Tebal Core Terhadap Mekanika. <https://jurnal.ft.uns.ac.id/index.php/mekanika/article/view/76>
- Endrian, N. (2015). Analisis Sifat Mekanik Komposit Sandwich Serat Pelepas Pisang dengan Core Kayu Biti. In *Jurnal Andounohu*.
- Jessica, F., & Lucas Patrick. (2016). Modelling of Hexagonal Cell Structure using ANSYS Analysis. *International Journal of Mechanical Engineering*, 3(3), 15–23. <https://doi.org/10.14445/23488360/ijm-e-v3i3p105>
- Maleque, M. A., Belal, F. Y., & Sapuan, S. M. (2007). Mechanical properties study of pseudo-stem banana fiber reinforced epoxy composite. In *The Arabian journal for science and* Citeseer. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.606.233&rep=rep1&type=pdf>
- Nayiroh, N. (2013). Teknologi material komposit. In *Yogyakarta. Ebaltadiaksesdari www. ebalta. de/rs* academia.edu. <https://www.academia.edu/download/37433975/Material-Komposit.pdf>
- Nurun, N. (2013). Teknologi Material Komposit. In *Teknol. Mater. KOMPOSIT*.
- Respati, S. M. B., Purwanto, H., & ... (2021). Pemanfaatan Serat Limbah Tali Tambang (Serat Jute) Sebagai Penguat Matrik Limbah High Density Polyethylene (Hdpe) Komposit. In *CENDEKIA* publikasiilmiah.unwahas.ac.id. <https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/CE/article/viewFile/4408/3445>
- Ryantori, I. S., & Sutjipto, I. (1984). Konstruksi Sarang Laba-Laba. In *Surabaya: PT. Katama Suryabumi*.
- Setiadi, A., Raharjo, W. W., & Triyono, T. (2017). The effect of core thickness variation of sandwich composite cantala rHDPE on mechanical strength of bending test. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/1.4968311>