



Pengaruh Dimensi Volume Bentuk *Core* Terhadap Sifat Mekanik Aluminium Sandwich Panel Structure Honeycomb, Banana Tree Trunks, Dan Spiderweb

Farid Suprayogi ^{*1}, Viktor Naubnome ², Farradina Choria Suci ³

^{1,2,3} Teknik Industri, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jawa Barat

e-mail: ^{*1} Faridxtpb@gmail.com, ² viktornaubnome@ft.unsika.ac.id,

³ farradina.cs@staff.unsika.ac.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini ialah penulis ingin menyelidiki karakteristik dengan membandingkan kekuatan tekan dan tekuk pada komposit honeycomb sandwich panel apabila struktur corenya 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 podasi gedung, apakah memiliki karakteristik yang sama dengan struktur honeycomb sandwich atau lebih baik dari struktur sebelumnya. Pembuatan komposit sandwich panel menggunakan bahan dasar plat aluminium 1100 dengan dimensi yang sama sesuai standar ASTM dan pembuatan core 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. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kekuatan tekan dan kekuatan lentur pada komposit sandwich panel structure dapat dipengaruhi oleh proses pembuatan spesimen komposit sandwich structure yang membutuhkan ketelitian lebih dan kerapatan antar bagian structure cell tersebut.

Kata kunci— core, honeycomb sandwich panel, komposit, aluminium

Abstract

The purpose of this study is to investigate the characteristics by comparing the compressive and buckling strength of honeycomb sandwich panel composites when the core structure is varied to a different shape from the original shape, such as a natural-inspired structure and several researchers have used it in various construction fields such as fiber rods. Banana tree trunks, which have been developed into a mixture of composite materials, as well as cobwebs, which are widely applied to the construction of building foundations, do they have

the same characteristics as the honeycomb sandwich structure or are better than the previous structure. The manufacture of sandwich panel composites uses 1100 aluminum plate as the base material with the same dimensions according to ASTM standards and the core is made using the press method with a core dimension of 6 cm. The bending test refers to the ASTM C393/C393M-16 standard and the compression test refers to the ASTM C365/C365M-16 standard. The test results show that the variation of the core structure of banana tree trunks sandwich panels has a compressive strength value of 9.68 N/mm² and a flexural strength value of 1.5162 N/mm. The results of this study indicate that the compressive strength and flexural strength of the sandwich panel structure composite can be influenced by the process of making a sandwich structure composite specimen which requires more accuracy and density between the structural cell parts.

Keywords— core, honeycomb sandwich panel, composite, aluminium

1. PENDAHULUAN

Sebuah metode yang telah banyak digunakan dan populer di jaman sekarang ini adalah membuat perancangan teknik dengan menggunakan sampel berasal dari alam dikarenakan sesuatu berasal dari alam setiap bentuk tidak memiliki cacat. Sifat sebuah *energy* mempunyai estetika tingkat dan kepraktisan yang merupakan hal yang penting bagi sebuah rancangan yang telah tersedia dalam bentuk sangat sempurna.

Salah satu bahan komposit memiliki sejarah penggunaan yang lama seperti kayu lapis digunakan oleh orang Eropa saat itu menyadari bahwa kayu dapat diproduksi ulang untuk mendapatkan sebuah karya serta mempunyai kekuatan dan tahan terhadap ekspansi termal serta rusak karena adanya kelembaban. Pelat komposit ini memiliki struktur *honeycomb sandwich* tertelungkup di atasnya. Untuk membuat bergelombang struktur, pola yang terbuat dari lembaran logam diperlukan 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. Ada berbagai jenis struktur inti sarang lebah seperti persegi, heksagonal, pentagonal, tetrahedral, pyramidal dll [6].

Struktur *sandwich* terdiri dari dua buah permukaan yang tipis, kaku dan kuat yang diikat dengan inti (*core*) tebal, ringan dan lemah memakai bahan perekat (*adhesive*) [9]. 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 menumpu beban aerodinamik, kemampuan menahan beban lentur, impak maupun meredam getaran dan suara [10].

Dengan desain sambungan perekat untuk laminasi komposit, dimana perekat diterapkan pada kontur melalui antarmuka ketebalan geometri lidah dan alur [4]. Dalam pekerjaan ini, perekat (perekat LoctiteHysol 9464) di aplikasikan sepanjang ketebalan antar muka berkontur, menggunakan geometri lidah-dan-alur. Kekuatan geser bidang dan geometri laminasi yang tinggi mencegah kemungkinan delaminasi [3]. Area ikatan meningkat sebanding dengan ketebalan laminasi dan begitu juga gaya total itu sendi dapat mendukung; oleh karena itu kekuatan sambungan tidak bergantung pada pelat ketebalan.

Dalam penelitian ini penulis ingin membuat variasi dan mengembangkan bentuk material yang sudah umum pada pembentukan sandwich panel, bahan komposit dari sandwich dapat melakukan pengujian bending dengan tujuan untuk pengamatan kekuatan lentur dan kekerasan yang dilakukan dengan pemberian beban pada material sehingga secara bersamaan mulai terbentuk tegangan tarik, tekan, dan geser.

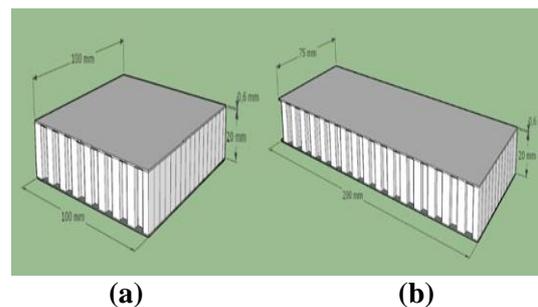
Tujuan dari penelitian ini ialah penulis ingin menyelidiki karakteristik kekuatan dengan membandingkan kekuatan *honeycomb sandwich* apabila struktur *core*nya divariasikan ke bentuk yang berbeda daripada bentuk asalnya, seperti struktur yang terinspirasi dari serat alam dan beberapa penelitian yang sudah menggunakannya dari berbagai bidang konstruksi seperti serat batang pohon pisang yang sudah banyak divariasikan menjadi campuran material komposit [8], maupun struktur jaring laba-laba yang banyak diaplikasikan pada konstruksi podasi gedung. Tetapi bagaimana apabila struktur tadi yaitu struktur serat batang pohon pisang dan struktur jaring laba-laba diubah menjadi *core* dan dipadukan menjadi sandwich panel dengan bahan dasar struktur pembentuknya menggunakan jenis aluminium dan variasi dimensi yang berbeda dari penelitian sebelumnya apakah memiliki karakteristik yang sama dengan struktur *honeycomb sandwich* atau lebih baik dari struktur asalnya.

2. METODE PENELITIAN

Bentuk *Core* pada struktur sandwich ini adalah struktur sarang lebah, struktur sarang laba-laba, dan struktur batang pohon pisang. Dengan dimensi 6mm dan dengan luas volume yang sama menggunakan material aluminium 1100. Pengujian menggunakan mesin alat uji bending dan uji tekan [1]. Menggunakan aluminium 1100 dengan ketebalan 0,4 mm untuk *core* dan skin.

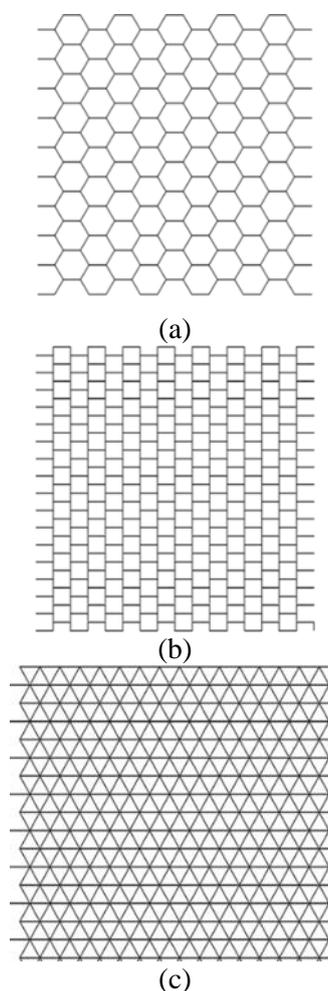
Alat dan Bahan yang digunakan berupa lembaran aluminium pisau cutter, lem aica aibon, Lem setan/korea, penggaris, dan cetakan pembuat specimen.

Dalam pembuatan specimen komposit *sandwich panel*, diguakan ukuran specimen sesuai dengan standar astm C393/C393M-16 dan astm C365/C365M-16 dengan dimensi, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1



Gambar 1 Dimensi Spesimen (a) Untuk Uji *Compression strength* (b) Untuk Uji *Bending Load*

Sedangkan bentuk variasi *core* pada komposit *sandwich panel* yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar 2.



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

Adapun tahap yang dilakukan dalam pembuatan spesimen komposit *sandwich panel* :

- a. Mengukur plat aluminium yang akan dijadikan *skin* dan *core* untuk dijadikan *spesimen sandwich panel*.
- b. Memberi pola pada plat aluminium 1100 sesuai ukuran
- c. Memotong pola pada plat aluminium hingga terpotong sesuai ukuran,
- d. Melakukan pembentukan *core* dengan plat aluminium yang sudah dipotong, dengan cara mengepres pada cetakan spesimen, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3



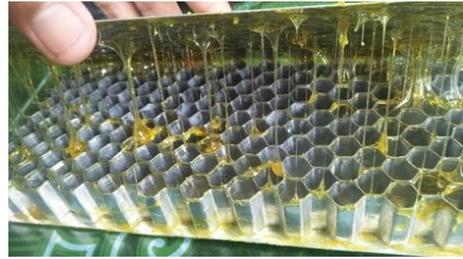
Gambar 3 Pembentukan *Core*

- e. Menyusun *core* yang telah dipres, lalu menyatukan satu persatu dengan lem perekat hingga berbentuk pola *core*, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4



Gambar 4 Menyatukan Bagian *Core* Dengan Perekat

- f. Mengeringkan *core* yang telah dilakukan perekatan selama kurang lebih 5 menit.
- g. Menyatukan bagian *core* dan *skin* dengan lem perekat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



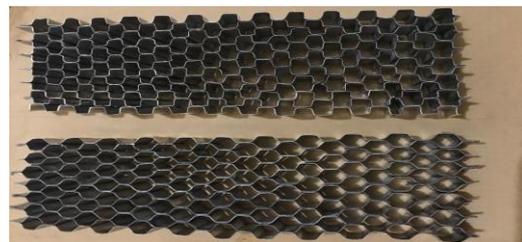
Gambar 5 Menyatukan *Skin* Dan *Core*

- h. Setelah bagian *core* dan *skin* direkatkan, lalu spesimen di press dengan clamp- c hingga lem kering agar lebih kuat

Setelah selesai semua proses pembentukan *core* dan telah direkatkan dengan *skin*, Berikut sample hasil bentuk *core* untuk spesimen uji *Compression Strength* dan Uji *Bending Load*.

1. Uji *Bending Load Sandwich Panel Structure*

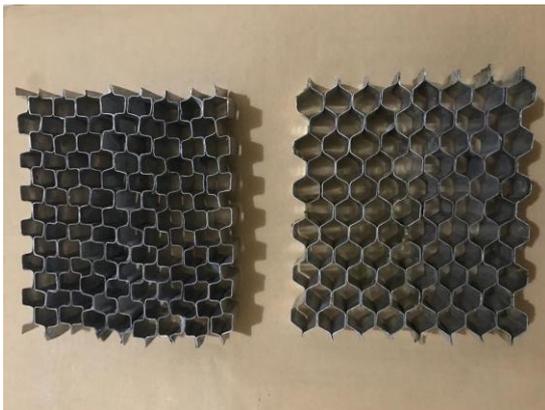
Bentuk *core* pada *structure sandwich panel* untuk uji *bending load* , seperti ditunjukkan pada gambar 6,



Gambar 6 *Sample sandwich panel* untuk uji *bending load*

2. Uji *Compression Strength Sandwich Panel Structure*

Bentuk *core* pada *structure sandwich panel* untuk uji *Compression Strength* , seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Sample sandwich panel untuk uji Compression Strength

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Aluminium

Pada pembuatan spesimen komposit *sandwich panel* bahan dasar utama untuk ialah plat aluminium 1100. Adapun sifat fisik dan sifat mekanik dari aluminium pada tabel 1 dan tabel 2 [7].

Tabel 1 Sifat Fisik Bahan Aluminium

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)	
	99,996	>99,0
Masa jenis (20°C)	2,6989	2,71
Titik cair	660,2	653-657
Panas jenis (cal/g.°C) (100°C)	0,2226	0,2297
Hantaran listrik (%)	64,94	59 (dianil)
Tahanan listrik koefisien temperature (°C)	0,00429	0,0115
Koefisien pemuaian (20-100 C°)	$23,86 \times 10^{-6}$	$23,5 \times 10^{-6}$

Tabel 2 Sifat Mekanik Bahan Aluminium

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)			
	99,996		>99,0	
	Di anil	75% dirol dingin	Di anil	H18
Kekuatan Tarik (kg/	4,9	11,6	9,3	16,9

mm^2)				
Kekuatan mulur (0,2) (kg/ mm^2)	1,3	11,0	3,5	14,8
Perpanjangan	48,8	5,5	35	5
Kekerasan Brinell	17	27	23	44

Hasil Pembuatan Cetakan Core Sandwich Panel

Pembuatan cetakan *core sandwich panel* dilakukan dengan cara di milling sesuai bentuk dan ukuran, Bahan dasar pembuatan cetakan *core* terbuat dari aluminium dengan sisinya berbentuk trapesium dan persegi. Gambar dari hasil pembuatan cetakan spesimen ini dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Cetakan Core Sandwich Panel Structure

Hasil Pembuatan Spesimen Sandwich Panel Structure

Setelah melakukan tahapan yang cukup panjang pada pembuatan spesimen *honeycomb sandwich panel structure*, *banana tree trunks panel structure* dan *Cobwebs structure* maka didapatkanlah hasil pembuatan spesimen seperti pada Gambar 9.



Gambar 9 Spesimen Sandwich Panel Structure

Hasil Pengujian Compression Strength Komposit Sandwich Panel

Dari pengujian yang dilakukan di Balai Besar Bahan dan Barang Teknik, mendapatkan hasil uji tekan (*Compression strength test*), seperti pada tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Tekan (*Compression Strength Test*)

No	Variasi Bentuk Core	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
1	Honey comb	101,73	101,43	20
2	Banana Tree T	103,89	103,21	20
3	Cobwebs	102,41	101,91	20

Luas Bidang (mm ²)	Beban Tekan (Kgf)	Kuat Tekan (N/mm ²)
10318,47	9500	9,03
10722,49	10575	9,68
10436,60	3825	3,60

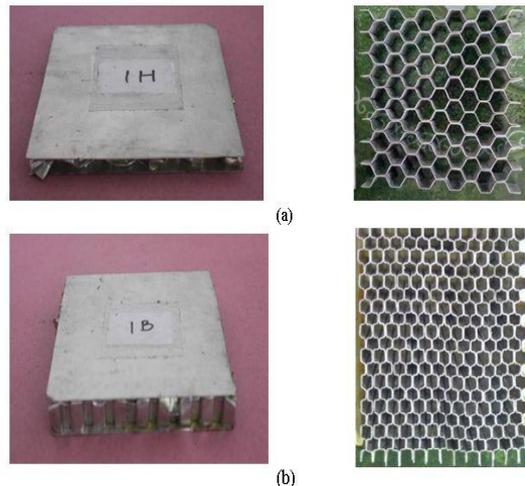
Berdasarkan hasil pengujian *compression strength* sesuai standar ASTM C365/C365M-16, dari tabel diatas dapat diketahui bahwa untuk komposit jenis *Honeycomb sandwich structure* dengan beban tekan sebesar 9500 Kgf dibagi dengan luas bidang sebesar 10318,47 mm² diperoleh nilai kuat tekan sebesar 9,03 N/mm². Sedangkan untuk jenis komposit *Banana tree trunks sandwich structure* dengan beban tekan 10575 Kgf dan luas bidang sebesar 10722,49 mm² nilai kuat

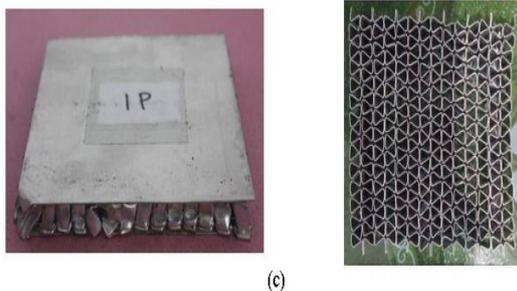
tekannya sebesar 9,68 N/mm². Dan dengan beban tekan sebesar 3825 Kgf, luas bidang sebesar 10436,60 mm² nilai kuat tekan untuk jenis matrial *Cobwebs sandwich structure* sebesar 3,60 N/mm². Untuk grafik kuat tekan terhadap variasi *core* dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 Grafik Kuat Tekan Terhadap Variasi Core Sandwich Panel

Pada gambar 10 diatas menunjukkan bahwa hasil nilai kuat tekan tertinggi dimiliki dari jenis material *banana tree trunks sandwich structure* yaitu sebesar 9,68 N/mm², sedangkan urutan kedua dimiliki *core* pembanding yaitu *honeycomb sandwich structure* dengan beban tekan 9,03 N/mm², dan kekuatan tekan terkecil dimiliki oleh jenis variasi *Cobwebs sandwich structure* yaitu sebesar 3,6N/mm².





Gambar 11 Kegagalan Spesimen Uji Tekan dan Bentuk Core Sebelum Diuji: (a) *Honeycomb sandwich Panel Structure* (b) *Banana Tree Trunks Sandwich Panel Structure* (c) *Spiderweb Sandwich Panel Structure*

Pada gambar 11 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*. Sedangkan pada bagian skin tidak mengalami kerusakan yang berarti. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan komposit dipengaruhi oleh proses pembuatan spesimen komposit *sandwich* yang dilakukan secara manual serta membutuhkan ketelitian yang lebih dan kerapatan antar bagian *structure cell* [2].

Hasil Pengujian Bending Load Komposit Sandwich Panel

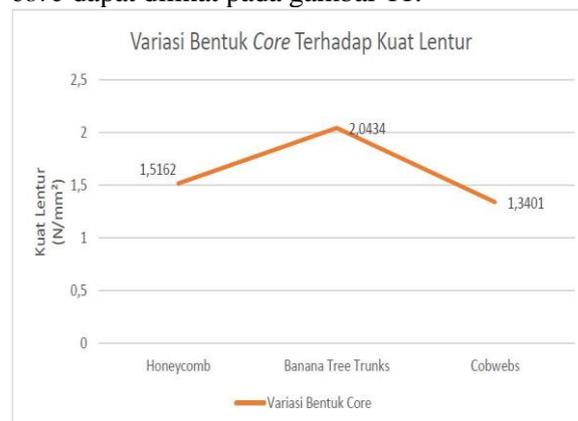
Dari pengujian yang dilakukan di Balai Besar Bahan dan Barang Teknik, maka mendapatkan hasil uji tekuk (*Bending load test*), seperti pada tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pengujian Tekuk (*Bending Load Test*)

No	Variasi Bentuk Core	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
1	Honeycomb	200	75,800	23,900
2	Banana Tree T	200	76,750	23,850
3	Cobwebs	200	76,210	24,870

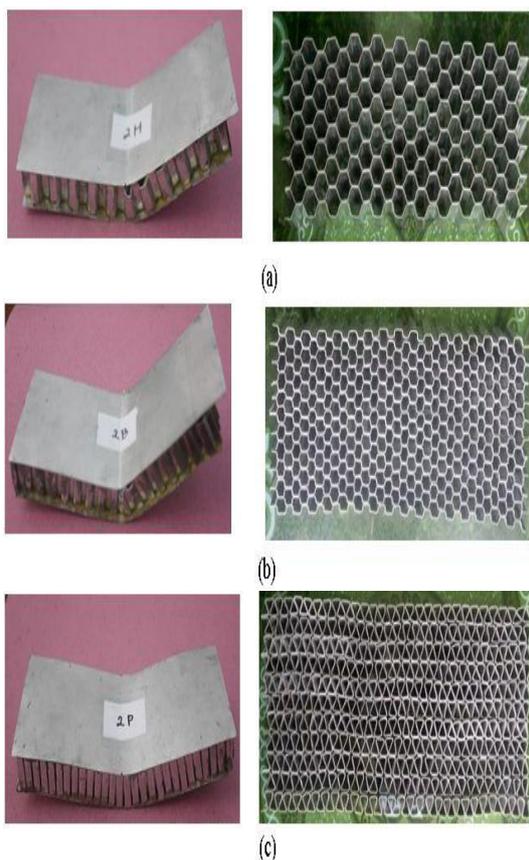
Luas Bidang (mm ²)	Beban Tekan (N)	Kuat Lentur (N/mm ²)
1811,6	291,77	1,5162
1830,5	396,48	2,0434
1895,3	280,76	1,3401

Berdasarkan hasil pengujian *compression strength* sesuai standar ASTM C393/C393M-16. Dari tabel diatas 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. Dan dengan beban tekan sebesar 280,76 N, luas bidang sebesar 1895,3 mm² diperoleh nilai kekuatan lentur untuk jenis material *Cobwebs structure* sebesar 1,3401 N/mm². Untuk grafik kuat lentur terhadap variasi core dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 12 Grafik Kuat Lentur Terhadap Variasi Core komposit *Sandwich Panel*

Pada gambar 12 diatas menunjukkan bahwa nilai kekuatan lentur tertinggi dimiliki dari jenis material *banana tree trunks* yaitu sebesar 2,0434 N/mm², sedangkan urutan kedua dimiliki core pembanding *honeycomb sandwich structure* dengan beban tekan 1,5162 N/mm², dan kekuatan *bending* terkecil dimiliki oleh jenis variasi *Cobwebs sandwich structure* yaitu sebesar 1,3401 N/mm².



Gambar 13 Kegagalan Spesimen Uji Tekuk dan Bentuk Core Sebelum Diuji:
 (a) *Honeycomb sandwich Panel Structure* (b) *Banana Tree Trunks Sandwich Panel Structure*
 (c) *Spiderweb Sandwich Panel Structure*

Pada gambar 13 menunjukkan hasil pengujian mengalami jenis kegagalan yang berbeda. Pada gambar 13.a hasil pengamatan jika dilihat secara fisik setelah diuji tekuk/*bending* menunjukkan variasi *core* mengalami jenis kegagalan delaminasi dan geser pada skin serta melengkung (*buckling*) pada bagian *core*. Sedangkan pada gambar 13.b mengalami jenis kegagalan delaminasi dan geser pada skin serta melengkung (*buckling*) pada bagian *core*. Dan pada gambar 13.c mengalami melengkung (*buckling*) pada bagian *core* tanpa terjadi delaminasi. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa nilai kuat lentur komposit dipengaruhi oleh proses pembuatan spesimen komposit *sandwich* yang dilakukan secara manual dan kerapatan antar bagian *structure cell* sama seperti pada penelitian sebelumnya [5].

3. KESIMPULAN

1. Diketahui nilai uji *compression strength test* pada variasi *core* yang berbeda untuk nilai kuat tekan tertinggi dimiliki jenis komposit *banana tree trunks sandwich panel structure* $9,68 \text{ N/mm}^2$, dan kuat tekan terendah dimiliki jenis komposit *cobweb sandwich panel structure* sebesar $3,60 \text{ N/mm}^2$.
2. Diketahui nilai uji *bending load test* pada variasi *core* yang berbeda nilai kuat lentur tertinggi dimiliki jenis komposit *banana tree trunks sandwich panel structure* $2,0434 \text{ N/mm}^2$, dan kuat lentur terendah dimiliki jenis komposit *cobweb sandwich panel structure* sebesar $1,3401 \text{ N/mm}^2$.

5. SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam tentang material komposit *sandwich* dengan melakukan pengujian yang bervariasi atau mengembangkan variasi bentuk *core*.
2. Perlu ketelitian dalam pembuatan spesimen supaya hasilnya lebih maksimal dan minim kerusakan. Melakukan pengecekan rutin terhadap kondisi pencahayaan jika telah diperbarui.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim Redaksi Jurnal Teknik Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberi kesempatan, sehingga artikel ilmiah ini dapat diterbitkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alat Uji. (n.d.). *Mengenal Lebih Jauh Uji Tekan*. Retrieved Desember 2, 2020, from alat uji: <https://www.alatuji.com/>
- [2] Annual book of ASTM Standards, C365/C365M-16. (n.d.). *Standard Test Method for Flatwise Compressive Properties of Sandwich Cores*.

Philadelphia.

- [3] Annual book of ASTM Standards, C393/C393M-16. (n.d.). *Standard Test Method for Core Shear Properties of Sandwich Constructions by Beam Flexural*. Philadelphia.
- [4] Canyurt, O., Meran, C., & Uslu, M. (2008). The effect of design on adhesive joints of thick composite sandwich structures. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 301-305.
- [5] Endriatno, N. e. (2015). Analisis Sifat Mekanik Komposit Sandwich Serat Pelepah Pisang Dengan Core Kayu Biti. *DINAMIKA*, 1-6.
- [6] H.D, Flora Jessica; L, Lucas Patrick.. (2016). Modelling of Hexagonal Cell Structure using Ansys Analysis. *SSRG international Journal of Mechanical Engineering*, 15-23.
- [7] Ihsan, E. E., Candra, G., Firdaus, N., Sari, S. D., & Putra, A. (2016). Aluminium. *Jurnal Kimia*.
- [8] Kaleka, N. (2013). *Pisang-pisang Komersial*. Solo: Arcita.
- [9] Lukkassen, D., & Maidell, A. (2007). *Advanced Materials and Structures and their Fabrication Processes*. Book Manuscript, Narvik University College, HiN.
- [10] Maleque, M. A., Belal, F. Y., & Sapuan, S. M. (2007). Mechanical Properties Study of Pseudo-Stem Banana Fiber Reinforced Epoxy Composite. *The Arabian Journal For Science and Engineering*, 359-364.