



Simulasi Analisis Kekuatan Struktur Komposit Honeycomb Sandwich Berpenguat Jenis Serat Batang Pisang dan Serat Kaca

Rivaldi¹, Kardiman², Aa Santosa³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa
Jl. H.S Ronggowaluyo, Telukjambe Timur. Kabupaten Karawang. 4136

Abstract

Received: 3 November 2022

Revised: 5 November 2022

Accepted: 8 November 2022

In this study, the sandwich structure is known as a core attached to two rigid and strong shells; The core distributes the load from one shell to another. While the skin contributes to bending and turgidity, adhesives that carry shear and axial loads to the core material are used as bonding agents. As a binder in this composite used polyester resin. The honeycomb sandwich panels made are 50mm high and 50mm wide, while the panel lengths are made in three variations, namely with honeycomb lengths of 50mm, 75mm and 100mm. This honeycomb sandwich panel was tested by bending test to obtain flexural strength and stiffness values. Of the three panels that were made identically for each honeycomb core height, the highest flexural strength and stiffness figures were obtained in the panel with a honeycomb core height of 50mm, namely with a flexural strength number of 5.08kg/mm² and a stiffness value of 12.74kg/mm.

Keywords: *honeycomb sandwich, flexural strength, stiffness*

(*) Corresponding Author: 1810631150161@student.unsika.ac.id, HP. 089611177170

How to Cite: Rivaldi, R., Kardiman, K., & Santosa, A. (2022). Simulasi Analisis Kekuatan Struktur Komposit Honeycomb Sandwich Berpenguat Jenis Serat Batang Pisang dan Serat Kaca. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(22), 33-41. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7321378>.

PENDAHULUAN

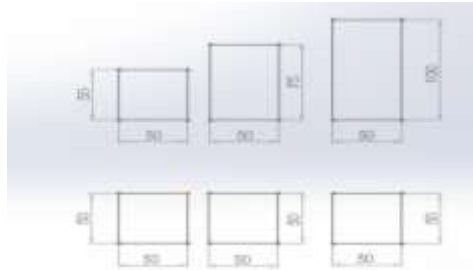
Dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang terus berkembang. Saat ini logam masih menjadi bahan dasar utama dalam pembuatan berbagai jenis produk. Dengan terus meningkatnya harga logam sendiri dikarenakan semakin sulitnya bahan dan hasil penambangan yang didapatkan. Hal ini yang akan terciptanya ide kreatif untuk mendapatkan material baru sebagai pengganti logam, salah satunya bahan material komposit.

Komposit merupakan material yang terbentuk dari dua campuran atau lebih material baku dengan tujuan untuk mendapatkan sifat-sifat fisik dan mekanis yang lebih baik dan lebih bernilai. Komponen penyusun dari komposit, yaitu berupa penguat (*reinforcement*) dan pengikat (*matrix*). Serat berfungsi sebagai material rangka yang menyusun komposit. Sedangkan matriks berfungsi untuk merekatkan serat dan menjaganya agar tidak berubah posisi. Matriks umumnya terbuat dari bahan resin. Matriks berfungsi sebagai perekat material serat, sehingga tumpukan serat dapat merekat dengan kuat. Resin akan saling mengikat dengan material serat, sehingga beban yang dikenakan pada komposit akan menyebar secara merata.

Komposit *sandwich* merupakan komposit yang tersusun dari 3 lapisan yang terdiri dua bagian kulit permukaan (*skin*) dan satu material inti (*core*) di bagian tengahnya. Bagian kulit yang terletak dibagian luar dibuat dengan material yang relatif tipis, kaku dan kuat. Kedua kulit dipisahkan oleh material inti yang tebal.



Material inti struktur *sandwich* umumnya memiliki bentuk berongga yang berupa bentuk sarang lebah (*honeycomb*), bentuk sel (*cellular*) ataupun busa (*foam*). Inti dengan bentuk bergelombang (*corrugated core*) mulai dikenal sejak awal abad 20 dengan beberapa variasi bentuk. Bentuk inti gelombang yang paling sering digunakan adalah bentuk sinusoidal dan trapezoidal. Struktur *sandwich* dengan inti berbentuk gelombang memiliki kelebihan untuk menahan beban tekan dan beban geser. Inti berbentuk gelombang memiliki kekuatan 3



sampai 7 kali lebih tinggi dibandingkan dengan inti berbentuk selular.

Bahan komposit diperkuat dengan serat alami sudah terbukti mempunyai kekuatan yang tinggi dan berbobot rendah. Serat-serat alami dipilih untuk mendapatkan hasil yang lebih efisien. Serat ijuk sabut kelapa adalah salah satu bahan alami yang bisa dijadikan sebagai lapisan inti (*core*) dan lapisan kulit permukaan (*skin*) material komposit *sandwich*. Serat karbon salah satu bahan yang bisa dijadikan sebagai lapisan kulit (*skin*) untuk perbandingan dengan serat ijuk sabut kelapa. Lapisan inti (*core*) dari struktur *honeycomb sandwich* dibuat dalam bentuk gelombang sinus. Material dengan stuktur *honeycomb sandwich* yang dibuat masih berupa spesimen panel papan segiempat.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan mekanik dari komposit berpenguat serat ijuk sabut kelapa dalam bentuk material dengan struktur *honeycomb sandwich*. Material dengan struktur *honeycomb sandwich* berbahan komposit serat batang pisang ini diharapkan dapat dimanfaatkan dalam dibidang industri. Hal ini penting untuk dilakukan mengingat belum banyak yang mengembangkan struktur *honeycomb sandwich* berpenguat serat ijuk sabut kelapa bermatrik polimer.

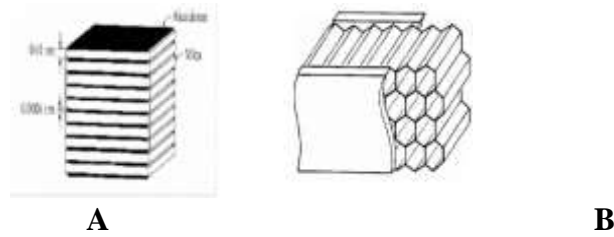
METODOLOGI

Pengembangan material dengan struktur *sandwich* bertujuan untuk mendapatkan material dengan bobot yang ringan (*light weight*) dengan kekuatan (*strength*) dan kekakuan (*stiffness*) yang tinggi. Material dengan struktur *sandwich* akan memiliki kekuatan spesifik (rasio kekuatan persatuan berat) yang lebih tinggi daripada material dalam bentuk padat (pejal).

Komposit

Komposit adalah sejumlah sistem multi fasa dengan sifat gabungan, yaitu kombinasi bahan matriks atau pengikat dengan penguat.

Berdasarkan struktur, komposit dapat dibagi menjadi dua yaitu : struktur *laminat* dan struktur *sandwich*, ilustrasi dari kedua struktur komposit tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah:



Gambar 1 . Ilustrasi komposit berdasarkan strukturnya: a. struktur laminate, b. struktur *sandwich*

Uji Tekan

Benda memiliki kekuatan yang tak bisa diterka atau di perkirakan, terkadang ada benda yang memiliki kekuatan yang kuat dan juga ringan. Uji tekan ini memiliki kinerja yang bagus dan berkualitas untuk mengetahui kekuatan benda.

Spesimen pengujian mengacu pada standar ASTM D143 (ASTM 2008) dimana untuk pengujian tekan komposit menggunakan ukuran 50x50mm. Dengan masing-masing tinggi 50mm, 75mm dan 100mm.

Persamaan dalam uji tekan :

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

Dimana : σ = tegangan tekan (kg/mm^2)

P = beban tekan (kg)

A_0 = luas penampang mula-mula (mm^2)

2.3 Langkah pengujian *honeycomb*

Langkah-langkah dalam pengujian tekan adalah sebagai berikut :

1. Persiapkan benda uji
2. Ukur dan catat dimensi dari masing-masing benda uji
3. Input ukuran dari benda uji ke mesin lalu letakan benda uji pada tengahmeja dudukan tempat pengujian
4. Kemudian lakukan proses pengujian
5. Lakukan langkah yang sama untuk setiap spesimen
6. Setelah selesai bersihkan tempat uji dan alat kerja.



Gambar 2. Pengujian Tekan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil Pengujian Tekan

Pengujian tekan dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari suatu bahan, baik tegangan, regangan dan elastisitasnya. Berikut Tabel 1 menyajikan data spesimen uji tekan komposit struktur *honeycomb* berpenguat serat kaca (*fiberglass*) dengan variasi tebal inti/*core honeycomb*:

Tabel 1. Data spesimen uji tekan

No	Jenis Spesimen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm)
1	1A	50	50	50	655
2	1B	50	50	50	655
3	1C	50	50	50	655
4	2A	50	50	75	655
5	2B	50	50	75	655
6	2C	50	50	75	655
7	3A	50	50	100	655
8	3B	50	50	100	655
9	3C	50	50	100	655

Tabel 2 berikut menyajikan data dari hasil pengujian tekan yang sudah dilakukan. Data tersebut nantinya akan diolah dan dianalisa untuk mengetahui apa yang terjadi pada pengujian tersebut.

Tabel 2 Data hasil pengujian

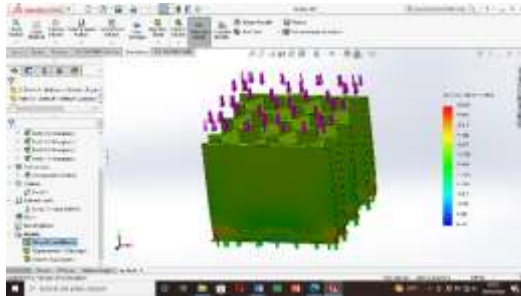
No	Kode Spesimen	Gaya (N)	Rata-rata (N)	Defleksi (mm)	Rata-rata (mm)
1	1A	12704	9564	54,25	55,6
2	1B	7993		55,35	
3	1C	8292		57,20	
4	2A	10208	10238	78,85	79,6
5	2B	10788		80,65	
6	2C	9718		80,15	
7	3A	4105	6181	101,45	102,2
8	3B	5067		102,20	
9	3C	9370		102,95	

Hasil Pengujian Simulasi

Hasil Simulasi Benda Uji 50mm

1. Stress

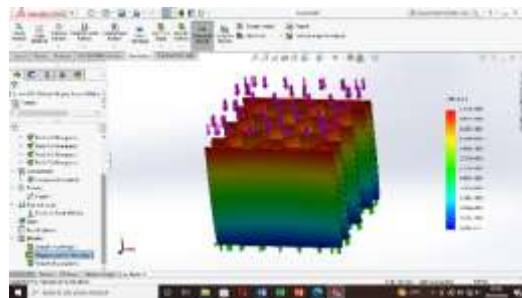
Gambar 2 dibawah ini menunjukkan letak area kritis (*von mises*) atau daerah yang akan terjadi luluh bilamana melampaui harga kritis tertentu yang ditunjukkan dengan warna merah dengan nilai *maximum stress*-nya adalah 20,25 MPa.



Gambar 2 Hasil *stress* Dengan Beban 9564 N

2. Displacement

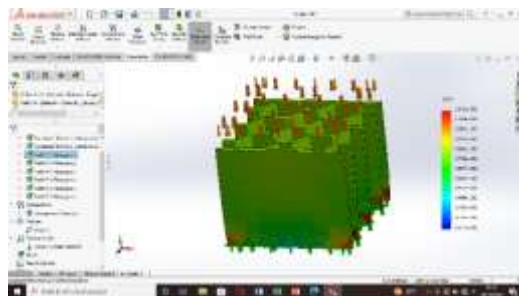
Gambar 3. dibawah ini menunjukkan letak area kritis atau daerah yang mempunyai potensi kerusakan tertinggi saat dikenai gaya yang ditunjukkan dengan warna merah dengan nilai *maximum displacement*- nya adalah 10,115 mm.



Gambar 3. Hasil *displacement* Dengan Beban 9564 N

3. Strain

Gambar 4 dibawah ini menunjukkan letak nilai regangan saat dikenai gaya yang ditunjukkan dengan warna merah dengan nilainya adalah 2,132.



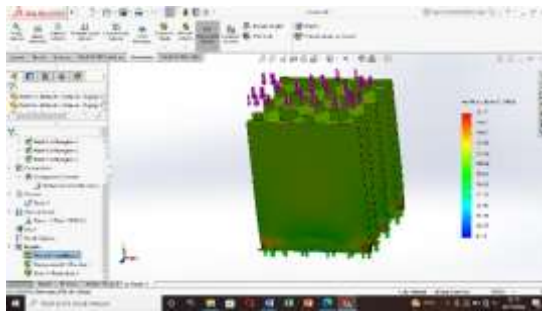
Gambar 5 Hasil *Strain* Dengan Beban 9564 N

Hasil Simulasi Benda Uji 75mm

1. Stress

Gambar 3.4 dibawah ini menunjukkan letak area kritis (*von mises*) atau daerah yang akan terjadi luluh bilamana melampaui harga kritis tertentu yang ditunjukkan dengan warna merah dengan nilai *maximum stress*-nya

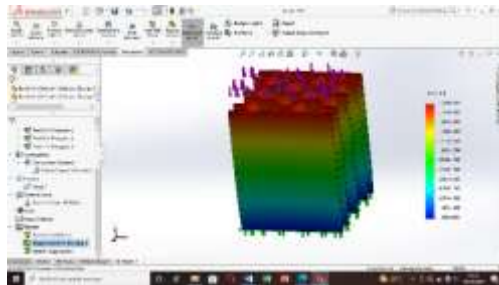
adalah 21,71 MPa.



Gambar 6. Hasil *stress* Dengan Beban 10238 N

2. Displacement

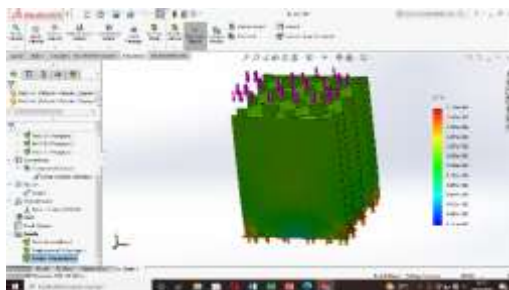
Gambar 6 dibawah ini menunjukkan letak area kritis atau daerah yang mempunyai potensi kerusakan tertinggi saat dikenai gaya yang ditunjukkan dengan warna merah dengan nilai *maximum displacement*-nya adalah 10,760 mm.



Gambar 7. Hasil *displacement* Dengan Beban 10238 N

3. Strain

Gambar 7 dibawah ini menunjukkan letak nilai regangan saat dikenai gaya yang ditunjukkan dengan warna merah dengan nilainya adalah 2,239.

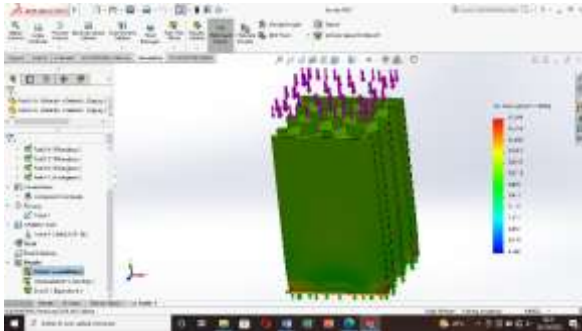


Gambar 8. Hasil *strain* Dengan Beban 10238 N

3.2.3 Hasil Simulasi Benda Uji 100mm

1. Stress

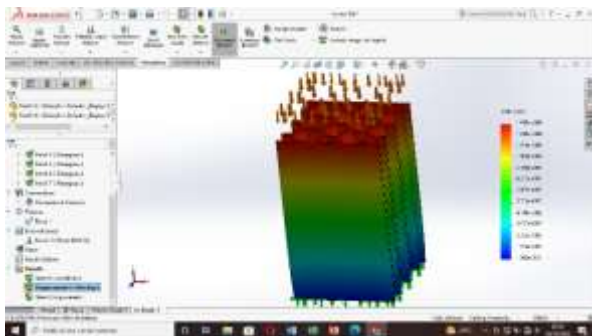
Gambar 8 dibawah ini menunjukkan letak area kritis (*von mises*) atau daerah yang akan terjadi luluh bilamana melampaui harga kritis tertentu yang ditunjukkan dengan warna merah dengan nilai *maximum stress*-nya adalah 13,36 MPa.



Gambar 9. Hasil *stress* Dengan Beban 6181 N

2. Displacement

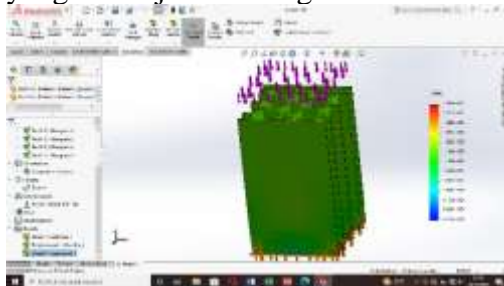
Gambar 10 dibawah ini menunjukkan letak area kritis atau daerah yang mempunyai potensi kerusakan tertinggi saat dikenai gaya yang ditunjukan dengan warna merah dengan nilai *maximum displacement*- nya adalah 9,868 mm.



Gambar 10. Hasil *displacement* Dengan Beban 6181 N

3. Strain

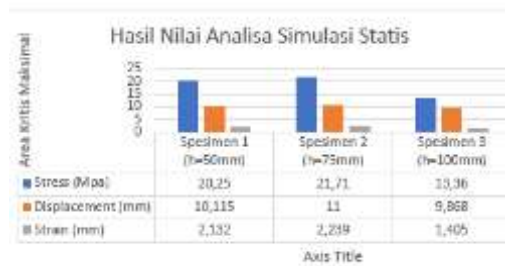
Gambar 11 dibawah ini menunjukkan letak nilai regangan saat dikenai gaya yang ditunjukan dengan warna merah dengan nilainya adalah 1,405.



Gambar 11. Hasil *strain* Dengan Beban 6181 N

3.3 Perbandingan Hasil Simulasi Statis

Untuk memudahkan proses analisa pada hasil simulasi statis, maka dibuatlah grafik.1



Grafik 1 Perbandingan Tiap Spesimen Pada Simulasi Statis

Hasil pengujian terhadap 3 spesimen yang berbeda didapatkan nilai *stress*, *displacement* dan *strain* yang dapat dilihat dari grafik 1.

Tegangan (*stress*) pada dasarnya dapat didefinisikan sebagai besaran gaya yang bekerja pada satuan luas. bahwa nilai *stress* terbesar ada pada spesimen pertama yang menerima beban tekan yaitu sebesar 20.25 MPa dan yang terendah ada pada spesimen ketiga yaitu sebesar 13.36 MPa. Hal ini disebabkan karena spesimen pertama menerima beban tekan paling besar yaitu 9564 N sedangkan spesimen ketiga menerima beban paling kecil yaitu 6181 N. Nilai *stress* maksimal berarti nilai maksimal beban yang diterima oleh spesimen sebelum spesimen tersebut rusak.

Dari pengujian didapat nilai *displacement* dari ketigaspesimen yang selisihnya tidak terlalu jauh yaitu spesimen yang bisa menahan *displacement* maksimal paling besar diurutkan dari spesimen ketiga hingga pertama dalam bentuk nilai sebesar 11 mm, 10.11 mm dan 9.68 mm. Hal ini disebabkan karena ukuran tiap spesimen dan beban tekan yang diterima dari masing-masing spesimen berbeda-beda.

Regangan (*strain*) didefinisikan sebagai hasil bagi antara pertambahan panjang dengan panjang awal dikarenakan pemberian beban pada spesimen tersebut maka terjadilah pertambahan panjang atau regangan (*strain*) pada sambungan tersebut. Didapat nilai spesimen ketiga dengan nilai regangan(*strain*) maksimal sebesar 2.23 dan nilai regangan (*strain*) maksimal paling kecil berada pada spesimen pertama dan kedua yaitu sebesar 2.13 dan 1.40 diantara kedua spesimen ini tidak terlalu ada perbedaan yang signifikan jika dibandingkan dengan spesimen ketiga.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian dari pembuatan konstruksi dan simulasi pembebanan tekan struktur sarang lebah maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dalam merancang dan membuat bangun konstruksi komposit *honeycomb sandwich* dari *fiberglass* hal yang harus sangat diperhatikan adalah proses penyatuan antara serat kaca tersebut dengan resin dan katalis juga proses perekatan dari setiap komposit hingga membentuk sarang lebah. Karena hal tersebut sangat berpengaruh terhadap hasil pengujian tekan.
2. Kemampuan dari bangun konstruksi sarang lebah dengan perbandingan 50:50, 50:75 dan 50:100 dengan masing-masing dibuat 3 spesimen setelah dilakukan pengujian tekan hasil rata-rata dari masing-masing spesimen

adalah 9564 N, 10238 N dan 6181 N.

3. Kekuatan tekan struktur sarang lebah komposit berpenguat serat kaca tersebut dengan mekanika pengujian yang mengacu pada standar ASTM D143 (ASTM 2008) hasil dari masing masing spesimen adalah 20,25MPa, 21,27 MPa dan 13,36 MPa.
4. Hasil tegangan (*stress*), regangan (*strain*), dan *displacement* dari simulasi dengan menggunakan perangkat lunak *Solidworks* 2014 memiliki selisih yang cukup signifikan dibandingkan dengan hasil perhitungan tegangan dan regangan dari pengujian tekan. Hal ini disebabkan karena dalam proses perancangan bangun konstruksi masih dilakukan secara manual.

DAFTAR PUSTAKA

- L. Diana, A. Ghani Safitra, and M. Nabel Ariansyah, "Analisis Kekuatan Tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer," vol. 4, no.2, pp. 59–67, 2020.
- M. Marsono, S. F. Hanifa, and F. Akbar, "Pembuatan dan Pengujian Panel Honeycomb Sandwich dengan Inti Berbentuk Gelombang Berbahan Komposit Serat Bambu," *J. Rekayasa Hijau*, vol. 5, no. 2, pp. 165–177, 2021, doi: 10.26760/jrh.v5i2.165-177.
- E. Widiyono, M. Y. Mahdum, H. Rahman, and D. Z. Noor, "Komposit Carbon Fiber Sandwich Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Alumunium Alloy 6063 Pada Knuckle Plate Mobil Nogogeni 5 Evo," vol. 2, 2021.
- F. L. Matthews, "Composite Material Engineering And Science," 1993.
- Astroni and S. D. Handono, "Kaji Eksperimen Variasi Jenis Serat Batang Pisang Untuk Bahan Komposit Terhadap Kekuatan Mekanik." Vol. 7 no. 2 2018.
- Hexel Corporation, 2014. HexWeb Honeycomb Sandwich Design and Technology.
- Takagi. 2017. "Compression Characteristics of Honeycomb Sandwich Panels to Improve Thei Impact Resistances". *Materials Science and Engineering*. 1- 24-2.
- Belouettar, S., Abbadi, A., Azari, Z., 2008. Experimental investigation of static and fatigue behavior of composites honeycomb materials using four point bending test. *Composite Structures*. Vol. 87.
- American Society for Testing and Materials, 2008. Annual Book of ASTM Standards 2008 – Section 4 Volume 04.10 Wood D143. American Society for testing and materials.
- Burlayenko, V.N., dan Sadowski, T., 2009, Analysis of Structural Performance of Sandwich Plates With Foam-Filled Alumunium Hexagonal Honeycomb Core, *Computational Material Science*, Vol.45, hal. 658-662.
- Smallman, R. E. dan Bishop, R. J., 2000. "Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material". Edisi keenam, Erlangga, Jakarta.