

Pembuatan dan Pengujian *Two Directional Trapezoidal Wave Core Sandwich* dengan Cell Height 5mm

Muhamad A. Adiyaksa¹, Marsono¹

¹PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN, INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL BANDUNG

Email : diyaksaardan@gmail.com

ABSTRAK

Komposit terdiri dari matriks sebagai material pengikat, dan bahan penguat yang diikat oleh matriks. Pembuatan struktur berlapis honeycomb dengan bentuk inti mendekati bentuk gelombang trapezoidal dengan cell height 5 mm memiliki fungsi dalam sektor transportasi yaitu melindungi penumpang dari luka serius ketika terjadi kecelakaan (tabrakan). Dengan pertimbangan memiliki performa yang baik dalam hal bobot dan mempunyai kekuatan yang tinggi menjadi suatu alasan mengapa struktur ini sangat dibutuhkan dalam sektor transportasi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan metoda pembuatan struktur berlapis honeycomb dan angka beban maksimum yang dapat ditahan struktur berlapis honeycomb serta angka kekakuannya melalui uji bending. Bahan yang digunakan dalam pembuatan spesimen struktur berlapis honeycomb adalah bahan komposit serat kaca. Spesimen struktur berlapis honeycomb dibuat dengan dua variasi serat kaca yaitu WR400 dan WR600 serta variasi ketebalan 1,2,3 lapis serat kaca. Pengujian yang dilakukan dapat menunjukkan angka beban yang dapat ditahan sebesar 105kg serta angka kekakuan sebesar 11,25kg/mm yang ditunjukkan oleh spesimen dengan variasi serat kaca WR600 3 lapis.

Kata kunci: Struktur berlapis, inti gelombang, komposit serat kaca, beban maksimum, kekakuan

ABSTRACT

Composites consist of a matrix as a binding agent, and a reinforced agent which bonded by matrix. The manufacture of a honeycomb layered structure with a core shape approaching a trapezoidal waveform with a cell height of 5mm has a function in the transportation sector, the function is to protecting passengers from serious injuries in the event of an accident (collision). Considering that it has good performance in terms of weight and has high strength, it is a reason why this structure is needed in the transportation sector. This research is to obtain the method of making honeycomb layered structures and the maximum load that the honeycomb layered structure can withstand and the stiffness value through bending tests. The material used in the manufacture of honeycomb-coated structure specimens is a glass fiber composite material. The honeycomb layered structure specimens were made with two variations of glass fiber, namely WR400 and WR600 and a thickness variation of 1,2,3 layers of glass fiber. This research carried out that the load can be held is 105kg and the stiffness number is 11,25kg/mm which is shown by the specimen with variations of 3 layers of WR600 glass fiber.

Keywords: Sandwich structure, corrugated core, fiberglass composite, maksimum load, stiffness

1. PENDAHULUAN

Material dengan struktur *sandwich* telah dikembangkan untuk mendapatkan keuntungan dalam hal bobot yang ringan namun memiliki kekuatan dan kekakuan yang tinggi. Konstruksi sandwich ini telah digunakan secara luas dalam banyak industri, misalnya untuk lambung kapal, struktur pesawat terbang, bagian luar truk dan panel gedung. Selain memiliki kekuatan dan kekakuan yang tinggi, struktur sandwich juga memiliki keunggulan lain seperti keutuhan struktur, isolator yang baik, kemampuan menumpu beban aerodinamik, ketahanan terhadap beban lentur dan dampak yang baik serta mampu meredam getaran dan suara.[1]. Salah satu pengembangan material dengan struktur sandwich adalah *honeycomb sandwich*, yaitu stuktur berlapis yang memiliki inti (*core*) berupa material berongga yang berbentuk sarang lebah (*honeycomb*), bentuk sel (cellular) ataupun busa (*foam*) [2], [3].

Penggunaan material komposit bermatriks polimer untuk pembuatan struktur *honeycomb sandwich* akan meningkatkan kelebihan struktur sandwich ini dalam hal bobotnya yang ringan. Material komposit yang merupakan gabungan dari beberapa jenis material dirancang untuk mendapatkan kombinasi karakteristik terbaik dari setiap komponen penyusunnya.[4]. PMC (*polymer matrix composite*) dibentuk dari komponen-komponen yang secara alamiah memiliki bobot yang ringan, sedemikian hingga komposit yang terbentuk juga akan memiliki bobot yang relatif ringan. Dengan bobot yang lebih ringan, maka penggunaan material dengan struktur *honeycomb sandwich* berbahan PMC untuk panel *body* mobil hemat energi diharapkan akan mendapatkan angka *power to weight ratio* yang lebih tinggi.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik mekanik dari panel struktur *honeycomb sandwich* jenis *two directional trapezoidal wave core* dengan *cell height* 5mm yang dibuat dari material komposit serat kaca (*fibreglass*). Penelitian juga diharapkan dapat dijadikan sebagai alternatif solusi dalam pembuatan panel struktur *honeycomb sandwich* yang lebih mudah, biaya tidak terlalu mahal, lebih kuat, lebih tipis, dan lebih ringan. Karakteristik mekanik yang ingin diketahui melalui penelitian ini adalah beban maksimum yang dapat ditahan serta kekakuannya. Kedua sifat mekanik ini diperoleh melalui uji bending. Sebagai bahan perbandingan, spesimen material dengan struktur *honeycomb sandwich* ini dibuat dengan 2 variasi anyaman serat karbon dan 3 variasi penggunaan jumlah lapisan serat kaca.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Rancangan struktur *honeycomb sandwich*

Struktur *honeycomb sandwich* dibuat dengan inti yang berbentuk gelombang trapezoidal ke dua arah, arah memanjang dan arah melintang. Ukuran spesimen struktur *honeycomb sandwich* yang dibuat memiliki ukuran panjang 500mm, lebar 200mm serta ketebalan kurang lebih 5mm. Spesimen struktur *honeycomb sandwich* yang berbentuk persegi panjang ini dibuat dari bahan komposit serat kaca (*fiberglass*) dengan variasi jenis serat WR400 dan WR600 serta matriks menggunakan resin SHCP 2668 CM-M. Ketebalan dinding inti sel *honeycomb* dibuat dengan 3 variasi yang didapatkan dari variasi jumlah penggunaan lapisan serat kaca, yaitu 1 lapis, 2 lapis dan 3 lapis serat kaca. Lapisan kulit (*skin*) menggunakan 1 lapis dengan WR yang sama.

2.2 Proses pembuatan

Bagian inti dari struktur *honeycomb sandwich* dibuat dengan menggunakan cetakan. Material cetakan yang digunakan dalam pembuatan cetakan ini adalah POM White material. Cetakan dibuat dengan menggunakan proses pemesinan pada mesin CNC freis. Cetakan untuk membuat inti struktur *honeycomb* terdiri dari dua bagian, yaitu bagian atas dan bagian bawah. Bentuk cetakan yang dipakai untuk membuat inti *honeycomb* terlihat pada gambar 1. Gambar 1.a memperlihatkan cetakan bagian atas dan gambar 1.b. memperlihatkan cetakan bagian bawah. Penggunaan cetakan dipilih supaya bisa mendapatkan bentuk inti gelombang yang seragam untuk setiap spesimen.



1.a. cetakan bagian atas



1.b. cetakan bagian bawah

Gambar 1. Cetakan untuk membuat inti berbentuk gelombang

Pembuatan inti sel *honeycomb* dilakukan dengan cara meletakkan serat kaca di atas bidang rata yang sudah diolesi mirror glaze, kemudian di atasnya dituangkan resin yang sudah dicampur katalis dan diratakan. Sekira sudah terlihat rata, serat disimpan pada cetakan bagian bawah yang sudah dilapisi mirror glaze, kemudian ditutup dengan cetakan bagian atas sehingga serat kaca yang telah diberi resin terjepit di antara kedua cetakan. Dengan bentuk cetakan yang berpasangan didapat bentuk inti struktur berlapis yang mendekati bentuk trapezoidal 2 arah. Terlihat pada gambar 2a dan 2b.



2a. inti struktur terlihat bagian bawah 2b. inti struktur terlihat bagian atas

Gambar 2. inti berbentuk gelombang trapezoidal hasil pencetakan

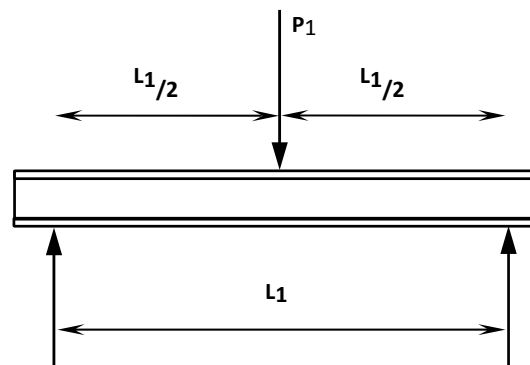
Bagian kulit (*skin*) untuk masing masing variasi serat kaca dibuat dengan menggunakan 1 lapis serat kaca (*Fiberglass*) dari jenis serat kaca yang sama. Kulit (*Skin*) dibuat dengan cara menjepit serat kaca yang sudah diberi resin di antara dua bidang rata. Bidang rata yang digunakan adalah kaca tebal. Struktur *honeycomb sandwich* yang telah jadi dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Struktur berlapis dengan inti berbentuk gelombang

2.3 Pengujian Spesimen Struktur Berlapis

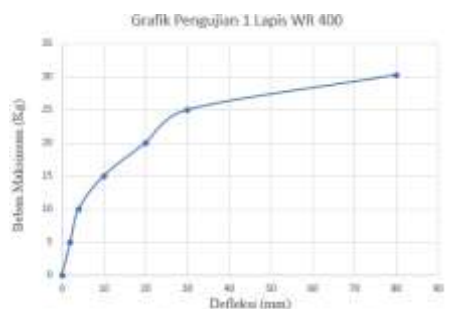
Pengujian bending dilakukan pada spesimen honeycomb sandwich untuk mengetahui beban maksimum yang dapat ditahan. Sifat lain yang juga ingin didapatkan dari pengujian bending ini adalah nilai kekakuannya. Gaya (P_1) yang diberikan akan menekan spesimen *honeycomb sandwich* pada bagian titik tengah jarak (L_1) antara dua tumpuan. Skema pengujian bending yang dilakukan pada spesimen honeycomb sandwich terlihat pada gambar4



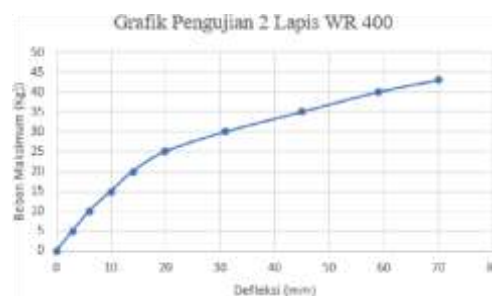
Gambar 4. Pembebanan satu titik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

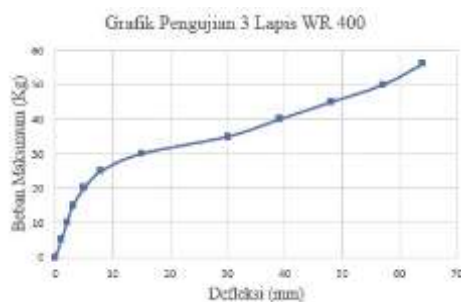
Pengujian bending untuk semua spesimen dilakukan dengan cara manual dan memberikan grafik beban terhadap defleksi seperti yang terlihat pada gambar 5, gambar 6, gambar 7, gambar 8, gambar 9, dan gambar 10.



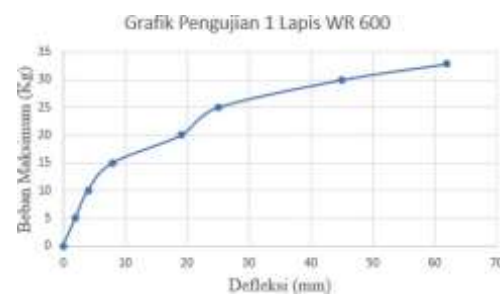
Gambar 5. Hasil Pengujian Spesimen 1 Lapis WR 400



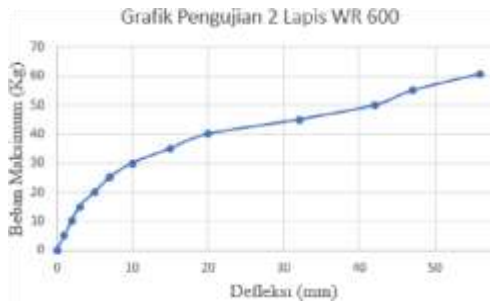
Gambar 6. Hasil Pengujian Spesimen 2 Lapis WR 400



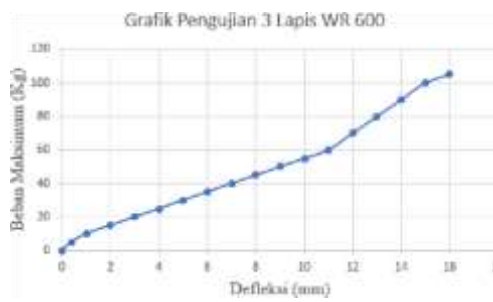
Gambar 7. Hasil Pengujian Spesimen 3 Lapis WR 400



Gambar 8. Hasil Pengujian Spesimen 1 Lapis WR 600



Gambar 9. Hasil Pengujian Spesimen 2 Lapis WR 600



Gambar 10. Hasil Pengujian Spesimen 3 Lapis WR 600

3.1 Beban maksimum

Pengujian bending memberikan hasil berupa data yang dapat dilihat pada tabel 1, yaitu data beban maksimum yang dapat ditahan spesimen sampai spesimen patah dan defleksi yang terjadi pada saat beban maksimum terjadi. Data pengujian tersebut dapat digunakan untuk menghitung kekakuan dan mengetahui karakteristik panel honeycomb.

Tabel 1 Hasil Pengujian

Variasi Lapisan	Berat spesimen (g)	Beban maksimum (kg)	δ Defleksi maksimum (mm)
Fiberglass WR 400			
1 lapis	290	30.25	80
2 lapis	380	43	70
3 lapis	410	56.10	64
Fiberglass WR 600			
1 lapis	445	32.9	62
2 lapis	510	60.75	56
3 lapis	610	105	15

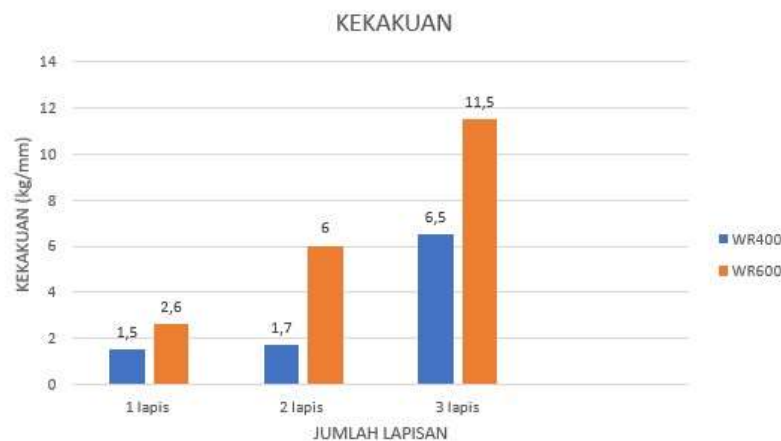
Pada tabel 1 terlihat bahwa seiring lapisan bertambah maka angka beban maksimum juga meningkat. Beban maksimum dengan serat WR600 dapat menahan beban maksimum lebih besar dibanding WR400. Hal ini terjadi karena WR600 memiliki berat dan ketebalan yang lebih besar dibanding WR400. Ketebalan yang lebih tinggi tentu memiliki kemampuan yang lebih besar menahan beban. Perbedaan variasi lapisan serat pada penggunaan WR yang sama pada panel honeycomb sandwich ini mempengaruhi beban maksimum yang dapat ditahan. Jika Lapisan seratnya bertambah maka beban yang ditahan juga bertambah. Serat WR-600 sebanyak 3 lapis mampu menahan beban maksimum sebesar 105 kg dan serat WR-400 sebanyak 3 lapis mampu menahan beban maksimum sebesar 56.10 kg. Gambar 11 memperlihatkan perbedaan beban maksimum yang dapat ditahan oleh masing-masing spesimen.



Gambar 11. Beban maksimum yang mampu ditahan panel *Honeycomb sandwich Fiberglass*

3.2 Kekakuan

Kekakuan dari spesimen *honeycomb sandwich* dapat dihitung berdasarkan data yang diperoleh dari uji bending, yaitu dengan cara membagi beban yang terjadi pada spesimen dengan defleksi yang terjadi, melalui persamaan $K = F/\delta$ [5]. Kekakuan dari setiap spesimen dihitung pada daerah elastis dari kurva grafik uji bending dengan hasil angka kekakuan seperti yang terlihat pada gambar 12.



Gambar 12. Kekakuan Honeycomb Sandwich Fiberglass WR 400 dan Honeycomb Sandwich Fiberglass WR 600

Gamabr 12 memperlihatkan bahwa kekakuan tertinggi dimiliki oleh spesimen *honeycomb sandwich* yang dibuat dengan bahan serat WR-600 sebanyak 3 lapis. Hal ini sudah sewajarnya terjadi karena fiberglass WR-600 memiliki kemampuan menahan beban maksimum lebih besar dibandingkan spesimen *honeycomb sandwich* yang dibuat dengan fiberglass WR 400.

4. KESIMPULAN

Cetakan untuk membuat inti *honeycomb* yang berbentuk two-directional trapezoidal wave cukup efektif untuk membentuk inti (*core*) yang relatif seragam dan rata (flat). Penggunaan lapisan serat yang lebih banyak dan WR yang lebih besar pada spesimen *honeycomb sandwich* jenis two-directional trapezoidal wave core akan meningkatkan kemampuan menahan beban dan meningkatkan kekakuan. Nilai tertinggi dari beban maksimum yang dapat ditahan panel honeycomb adalah pada variasi 3 lapis WR 600 dengan nilai beban maksimum sebesar 105 Kg. Kekakuan maksimum WR-600 lebih tinggi dibanding dengan WR-400. Kekakuan tertinggi dicapai oleh spesimen *honeycomb sandwich* 3 Lapis WR-600, yaitu sebesar 11.25 kg/mm. Ketebalan panel *honeycomb sandwich* sebesar 5mm cukup tipis dan sangat sesuai untuk aplikasi pada panel *body* mobil hemat energy. Dengan kemampuannya yang dapat menahan beban sampai 60.75 kg maka honeycomb sandwich 2 lapis fiberglass WR 600 cukup baik diaplikasikan di mobil hemat energi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wijang Wisnu R, Dody Ariawan, (2011) "Pengaruh Variasi *Adhesive* Terhadap Kekuatan Bending Komposit Cantula 3d-Uprs Dengan *Core Honeycomb* Kardus Tipe *C-Flute*", MEKANIKA, Vol.9 No.2, pp. 278-281
- [2] K. Kantha Rao, K. Jayathirtha Rao, A.G.Sarwade, M.Sarath Chandra (2012), "Strength Analysis on Honeycomb Sandwich Panels of different Materials", International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) ISSN: 2248-9622 www.ijera.com Vol. 2, Issue 3, May-Jun 2012, pp. 365-374
- [3] N. Z. M. Zaid, M.R.M. Rejab and N.A.N Mohamed, (2016), "Sandwich Structure Based On Corrugated-Core: A Review" MATEC Web of Conferences 74, 00029 DOI: 10.1051/mateconf/20167400029
- [4] Marsono, Ali, Nico Luwis, "Karakteristik Mekanik Panel Honeycomb sandwich Berbahan Komposit Fiberglass dengan Dimensi Cell-Pitch 40mm dan Cell-Height 30mm", Jurnal Rekayasa Hijau ISSN 2550-1070; No.2 Vol.3, pp.107116, Juli 2019
- [5] Robert L Mott and Joseph A. Untener (2017), "Applied Strength of Materials", 6th Edition, Boca Raton, Taylor & Francis, CRC Press.
- [6] Tiwari, N D. (2017). ANALYSIS OF HONEYCOMBED SANDWICHED PANELS, India : Vellore Institute of Technology.
- [7] Nayiroh, N. (2013). Teknologi Material Komposit. Lectur Material, Malang: Universitas Islam Negeri Malang.