

**STATIC COMPRESSIVE CHARACTERISTICS ON THE OUT-
OF-PLANE OF HONEYCOMB STRUCTURE WITH
HEXAGONAL SIZE VARIATIONS
(KARAKTERISTIK KOMPRESIF STATIS PADA LUAR BIDANG
STRUKTUR HONEYCOMB DENGAN VARIASI UKURAN HEXAGONAL)**

Rakhmad Arief Siregar^{1*}, M. Yusuf Rahmansyah Siahaan¹, Faisal Amri Tanjung¹
¹Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area Jl. Kolam No.1
Medan Estate, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara
*Corresponding author: rakhmadarief@staff.uma.ac.id

ABSTRACT

The need for aluminum honeycomb material is currently very high in the manufacturing industry which is applied in the fields of construction, aviation, ships, automotive, transportation and furniture. The advantages of aluminum honeycomb panels are that the metal material is light, corrosion resistant, vibration dampening and moisture resistant. This research uses experimental methods on 3 variations of hexagonal honeycomb cell geometry towards the out-of-plane using Universal Testing Machine (UTM) static compression testing. The impact of variations in the hexagonal cell honeycomb geometry revealed a significant increase in the value of the ability to accept loads by 43% for the 2 mm hexagonal cell model and a spike of 10% for the 4 mm hexagonal cell model. The hexagonal cell geometry of 2 mm and 4 mm respectively shows a positive contribution to the ability to accept static loads of 39.9 kN and 30.6 kN. The impact of increasing the load value significantly is approximated through the linear equation $y = -6x + 44.333$.

Keyword: Aluminum; Honeycomb; Hexagonal cell; Force value.

ABSTRAK

Implementasi honeycomb bahan aluminium saat ini sangat tinggi kebutuhannya pada industri manufaktur yang diaplikasikan di bidang konstruksi, penerbangan, kapal laut, automotive, transportasi, dan furniture. Keunggulan panel honeycomb bahan aluminium adalah material logam yang ringan, tahan korosi, peredam getaran, dan tahan lembab. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental pada 3 variasi geometri hexagonal cell honeycomb terhadap bidang luar dengan pengujian tekan statik Universal Testing Machine (UTM). Dampak variasi geometri hexagonal cell honeycomb mengungkapkan terjadinya peningkatan nilai kemampuan menerima beban secara signifikan sebesar 43 % model hexagonal cell 2 mm dan lonjakan sebesar 10% model hexagonal cell 4 mm. Geometri hexagonal cell 2 mm dan 4 mm berurutan menunjukkan kontribusi positif terhadap kemampuan menerima beban statik sebesar 39,9 kN dan 30,6 kN. Dampak

peningkatan nilai beban secara signifikan didekati melalui persamaan linier $y = -6x + 44,333$.

Kata Kunci: Alumunium; Sarang lebah; Hexagonal cell; Nilai beban.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur dengan menggunakan bahan alumunium bentuk sarang lebah (honeycomb) saat ini sangat tinggi kebutuhannya. Integritas bahan alumunium dan paduan alumunium yang merupakan material logam ringan adalah 1) Logam paling ringan, 2) Tahan korosi, 3) Peredam getaran, 4) Tahan lembab, 5) Lunak, dan 6) Ulet (Hibbeler, (2011), (James 2004).

Honeycomb mempunyai bentuk struktur hexagonal dan berongga pada bagian tengahnya memiliki kekuatan lebih baik ketika menerima beban secara konstan dan stabil (Vincent, 2013). Teknologi hexagonal honeycomb model komposit banyak diaplikasikan pada bidang konstruksi, penerbangan, kapal laut, automotive, transportasi, furniture, daun pintu, dan manufaktur lainnya (Qiu, 2016), (Hyeonu, 2013), (Felix, 2022), (Darwis, 2021). Penelitian ini menggunakan hexagonal honeycomb berbahan alumunium. Pengujian metode eksperimental terhadap bahan alumunium telah banyak dilakukan yaitu pengujian tarik, pengujian tekan, pengujian serap energi, analisis numerik (Jeom, 1999), (Yusuf, 2023), (Li, 2015), (Rakhmad, 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk menguji secara eksperimen variasi geometri cell pada panel sarang lebah yang ditekan pada bidang luar beban statis.

METODOLOGI

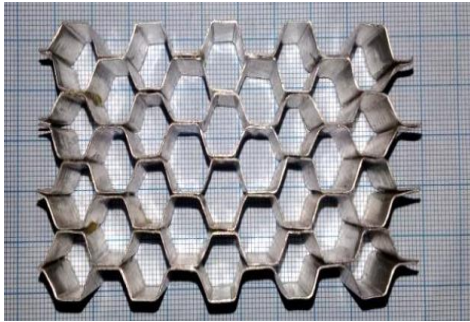
Pembuatan spesimen material bentuk sarang lebah (hexagonal) dengan tiga variasi cell dari bahan lembaran alumunium dilakukan secara manual. Ukuran spesimen material pada masing-masing variasi cell sarang lebah yang ditunjukkan tabel 1 dan gambar 1-3. Pembebanan statik diberikan terhadap spesimen material untuk tiga variasi cell sarang lebah sampai kondisi tinggi bahan uji menjadi 50% dari ukuran awal tinggi spesimen.



Gambar 1. Spesimen material uji tekan ukuran cell 2 mm.



Gambar 2. Spesimen material uji tekan ukuran cell 4 mm.



Gambar 3. Spesimen material uji tekan ukuran cell 6 mm.

Tabel 1. Ukuran spesimen uji tekan material alumunium.

N o.	Cell Kode	Cell Hexa-gon	L (mm)	W (mm)	T (mm)
1.	H2	2 mm	74	31,18	18
2.	H4	4 mm	64	34,64	18
3.	H6	6 mm	96	41,57	18

Dampak geometri hexagonal cell tersebut akan mengkaji kemampuan yang dimiliki material alumunium bentuk sarang lebah terhadap nilai pembebanan yang diberikan pada penelitian ini. Universal Testing Machine (UTM) menggunakan standar ASTM C365 diimplementasikan pada uji tekan spesimen bentuk sarang lebah seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Universal Testing Machine (UTM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perubahan bentuk spesimen material setelah proses pengujian pada masing-masing variasi ukuran cell sarang lebah dapat dilihat pada gambar 5-7.



Gambar 5. Perubahan bentuk ukuran cell 2 mm hasil uji tekan.



Gambar 6. Perubahan bentuk ukuran cell 4 mm hasil uji tekan.

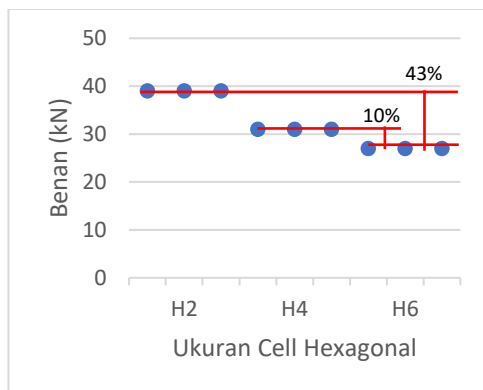


Gambar 7. Perubahan bentuk ukuran cell 6 mm hasil uji tekan.

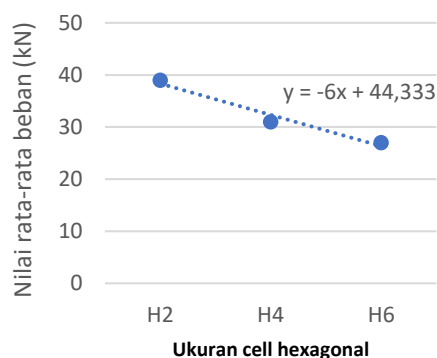
Data hasil uji tekan pada bahan alumunium honeycomb terhadap variasi ukuran cell yang ditunjukkan tabel 2.

Tabel 2. Nilai beban hasil uji tekan.

No.	Cell Kode	A (mm ²)	F (N)	Rata2 F (N)
1.			39892	
2.	H2	705,6	39905	39908
3.			39927	
4.			30712	
5.	H4	480	30648	30652
6.			30597	
7.			27864	
8.	H6	403,2	27809	27840
9.			27846	



Gambar 6. Grafik nilai beban untuk setiap ukuran cell.



Gambar 7. Grafik garis gradien beban untuk setiap ukuran cell.

Tabel 2 memberikan data informasi bahwa model cell hexagonal 2 mm memiliki kemampuan lebih tinggi menerima

beban rata-rata jika dibandingkan terhadap model cell hexagonal lainnya sebesar 39.908 N. Parameter nilai beban merekognisi bahwa konstribusi geometri cell hexagonal sarang lebah memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan material dimiliki model cell hexagonal 2 mm sebesar 43% dibanding model cell hexagonal 6mm dan model cell hexagonal 4 mm sebesar 10% dibanding model cell hexagonal 6mm yang dapat dilihat pada tabel 2 dan gambar 6.

Bahan alumunium bentuk sarang lebah dengan perilaku uji tekan bidang luar yang ditunjukkan gambar 7 bahwa pengaruh hexagonal cell memberikan dampak peningkatan secara signifikan terhadap kemampuan material menerima beban, hal ini dapat dilihat sesuai persamaan linier $y = -6x + 44,333$. Dengan kata lain, peningkatan ukuran cell hexagonal sebesar 2 mm diprediksi akan meningkatkan nilai rata-rata beban dengan gradien $m=2$.

KESIMPULAN

Penelitian bahan alumunium bentuk sarang lebah dengan variasi ukuran cell menggunakan uji tekan statik dapat disimpulkan kemampuan karakteristik kompresif statis pada struktur honeycomb ditemukan meningkat secara signifikan sebesar 43% untuk model cell 2 mm dan peningkatan sebesar 10% untuk model cell 4 mm jika nilai beban rata-rata dibandingkan model cell 6 mm dan indikator nilai beban merekognisi bahwa geometri hexagonal cell sarang lebah memberikan konstribusi yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan karakteristik kompresif statis.

DAFTAR PUSTAKA

- Darwis Saragih, et al. (2021). Analisis Kekuatan Mekanik Material Komposit Berserat Sabut Kelapa yang Berpeluang Diaplikasikan pada Pembuatan Spakbor Sepeda Motor. *Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*. vol. 6, no. 1, pp. 27-33.
- Felyx B. Sihombing, et al. (2022). Analisis Kekuatan Mekanik Material Komposit yang Berpeluang Diaplikasikan pada Handle Rem Sepeda Motor. *Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy*. vol. 6, no. 1, pp. 86-93.
- Hibbeler R.C. (2011). *Mechanics of Materials*. Published by Pearson Prentice Hall. Eighth Edition. United States of America.
- Hyeonu Heo, Jaehyung Ju, Doo-Man Kim. (2013). Compliant cellular structures: Application to a passive morphing airfoil. *Composite Structures*. Volume 106, Pp.560-569.
- James M. Gere. (2004). *Mechanics of Materials*. Thomson Learning, Inc. Sixth Edition. United States of America.
- Jeom Kee Paik, et al. (1999). The strength characteristics of aluminum honeycomb sandwich panels. *Thin-Walled Structures*. Volume 35, Issue 3, Pp.205-231.
- Li Y.M, et al. (2015). Analytical homogenization for stretch and bending of honeycomb sandwich plates with skin and height effects. *Composite Structures*. Volume 120, Pp.406-416.
- M. Yusuf Rahmansyah Siahaan, dkk. (2023). Analisis Karakteristik Bahan Tembaga Akibat Pengaruh Proses Penempaan Terhadap Kekuatan Impak. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*. Volume. 6, No.1, Hal. 99-105.
- Muhammad Yusuf R Siahaan, et al. (2023). Optimized Flexural Strength of Aluminium Honeycomb Sandwiches Using Fuzzy Logic Method for Load Bearing Application, *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*. Volume 11 (4s), Pp. 466-472.
- M. Yusuf Rahmansyah Siahaan, et al. (2023). Numerical Analysis of Angular Dissimilarity of Static Loads in Honeycomb Structures Substantial Flexural Strength. *Jurnal Suara Teknik*. Volume. 14, No.2, Hal. 28-32.
- Qiu Kepeng, et al. (2016). The Effective Elastic Properties of flexible hexagonal Honeycomb Cores with Consideration for geometric nonlinearity. *Aerospace Science and Technology*, Volume 58, Pp.258-266.
- Rakhmad Arief Siregar, dkk. (2023). Effect of Forging Process on Impact Strength in Brass Materials. *Jurnal Dinamis*. Volume11, No.01, Hal. 020-028.

Vincent Caccese, et al. (2013).
Optimal design of honeycomb
material used to mitigate head
impact. *Composite Structures*.
Volume 100, Pp.404-412.