

## Analisis geometri terhadap sarang lebah madu

Ismaini Sitompul, Sonaji

Universitas Tangerang Raya, Indonesia

---

### Sejarah Artikel:

Diterima Januari 2023  
Disetujui Februari 2023  
Dipublikasi Mei 2023

---

### Kata Kunci:

Analisis geometri; sarang lebah madu; struktur heksagonal

---

**Abstrak:** Matematika adalah Pengetahuan yang banyak menyingkap fenomena alam yang ada di dunia, pola matematika yang teratur memungkinkan banyak benda dengan kekhasannya menemukan bentuk terbaik di alam, demikian halnya sarang lebah madu yang berbentuk heksagonal, tujuan dalam penelitian ini adalah mengungkap alasan bentuk geometri heksagonal pada sarang lebah madu, metode penelitian yang digunakan adalah kepustakaan dan juga observasi terkait bentuk sarang lebah madu, temuan penelitian nya adalah Sarang lebah madu yang berbentuk heksagonal memiliki perbandingan terkecil antara keliling dan luas segi-n beraturan dengan tidak memiliki rongga dalam setiap sarang, bentuk sarang lebah madu demikian sangat proporsional dengan luas yang besar, tetapi memiliki keliling yang kecil untuk menghemat bahan lebah dalam membuat sarang.

**Abstract:** Mathematics is knowledge that reveals many natural phenomena that exist in the world, regular mathematical patterns allow many objects with their uniqueness to find the best shape in nature, this is the case with honey bee hives which are hexagonal in shape, the aim of this research is to reveal the reasons for the hexagonal geometric shape of bee hives honey, the research method used is literature and also observations related to the shape of honey bee hives, the research findings are that honey bee hives which are hexagonal in shape have the smallest ratio between the circumference and area of the regular n-sided shape with no cavity in each hive, the shape of the honey bee hive So it is very proportional with a large area, but has a small circumference to save material for bees in making nests.

## PENDAHULUAN

Menurut NCTM (*National Council of Teachers of Mathematics*) ada 5 Kemampuan Matematis yang harus dimiliki siswa yaitu Kemampuan pemecahan masalah (*Problem Solving*), Kemampuan Penalaran (*Reasoning and Proof*) kemampuan komunikasi (*Communication*), kemampuan koneksi (*Connections*) dan kemampuan representasi (*Representation*). Salah satu kemampuan yang harus dimiliki adalah kemampuan penalaran yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari.

Menurut Gardner (dalam Eka Lestari, 2015: 82) mengungkapkan, bahwa penalaran matematis adalah kemampuan menganalisis, menggeneralisasi, mensintesis/ mengintegrasikan, memberikan alasan yang tepat dan menyelesaikan masalah yang tidak rutin. Analisis merupakan hal yang dibutuhkan untuk mengambil kesimpulan yang tepat pada suatu peristiwa atau keadaan, terutama dalam hal Matematika. Selain itu menurut Sumartini kemampuan penalaran matematis merupakan suatu kebiasaan otak seperti halnya kebiasaan lain yang harus dikembangkan secara konsisten menggunakan berbagai macam konteks. Dengan penalaran matematis, siswa dapat mengajukan dugaan kemudian menyusun bukti dan melakukan manipulasi terhadap permasalahan matematika serta menarik kesimpulan dengan benar dan tepat. Penalaran matematika diperlukan untuk menentukan apakah sebuah argumen matematika benar atau salah dan dipakai untuk membangun suatu argumen.

Indikator kemampuan penalaran matematis pada pembelajaran matematika adalah sebagai berikut : 1) Menarik kesimpulan logis. 2) Memberikan penjelasan dengan model, fakta, sifat-sifat, dan hubungan. 3) Memperkirakan jawaban dan proses solusi. 4) Menggunakan pola dan hubungan untuk menganalisis situasi matematis. 5) Menyusun dan mengkaji konjektur. 6) Merumuskan dan mengikuti aturan inferensi, memeriksa validitas argumen. 7) Memeriksa dan menyusun validitas argumen. 8) Menyusun pembuktian langsung, tak langsung, dan menggunakan induksi matematis.

Melalui penalaran, siswa akan terbiasa dalam mengembangkan logika, sehingga mudah untuk menyelesaikan permasalahan matematika. Matematika menurut Carl Friedrich Gauss Matematika adalah "*Queen of The Science*", ada beberapa alasan mengapa matematika dikategorikan sebagai ratunya ilmu pengetahuan diantaranya adalah karena Matematika banyak mengungkap Fenomena alam dan dapat membuka jalan bagi keilmuan lainnya di dunia ini. Diantara fenomena alam yang diungkap oleh matematika adalah bagaimana pembuatan sarang lebah madu yang menggunakan analisis geometri, dan ini merupakan salah satu fenomena alam yang dapat diungkap oleh matematika.

Lebah madu mencakup sekitar tujuh spesies lebah dalam genus *Apis*, dari sekitar 20.000 spesies yang ada. Saat ini dikenal sekitar 44 subspecies yang mana mereka memproduksi dan menyimpan madu yang dihasilkan dari nektar bunga, Selain itu mereka juga membuat sarang dari malam/semacam lilin, Lebah menggunakan ruang heksagonal ini untuk menyimpan madu, polen lebah, telur, larva, dan pupa. Terdapat berbagai kelebihan dan keistimewaan dari apa yang dilakukan oleh lebah, diantaranya adalah bahwa lebah membentuk kantung-kantung sel penyimpanan madu berbentuk sebuah bidang geometri segienam. Begitu menakjubkannya tentang lebah madu yang membuat rumah mereka, jika di telaah lebih dalam mengenai arsitek rumah yang dibuat oleh lebah madu sungguh dapat membuat mata manusia takjub dibuatnya.

Pembangunan sarang lebah dibentuk seperti sepotongan berbentuk pipih yang memiliki dua baris sel berlawanan. Satu bagian sarang lebah terdiri dari prisma segienam dan yang terhubung bagian sel pada bagian bawah berbentuk limas segienam. Pada saat membangun rumah, lebah menghitung besar sudut antar rongga (Novitasari, dkk, 2019). Pembangunan antar rongga pada sarang lebah selalu memiliki kemiringan  $13^\circ$  dari bidang datar.

Segienam yang terbentuk sangatlah simetri, Anehnya, tidak dijumpai bentuk cacat apapun pada titik sambungannya yang dihasilkan oleh para lebah pekerja di koloni lebah madu yang dapat menampung banyak madu dalam sarangnya, mengapa lebah memilih membuat sarang berbentuk segienam, bukankah ada banyak segi-n beraturan yang dapat menampung madu yang dihasilkan oleh lebah? Melalui

pertanyaan ini penulis tertarik melakukan analisis terhadap pola matematika yang berbentuk heksagonal tersebut.

### METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan berupa penelitian kepustakaan, yaitu serangkaian penelitian yang merupakan metode pengumpulan data kepustakaan atau penelitian yang memperoleh obyek penelitian melalui sumber informasi kepustakaan. Sehingga analisis data yang digunakan yaitu dengan analisis konten/isi (content analysis) dengan kajian kualitatif menggunakan ranah konseptual (Gunawan, 2015), selain itu dilakukan observasi terkait bentuk sarang lebah madu yang unik.

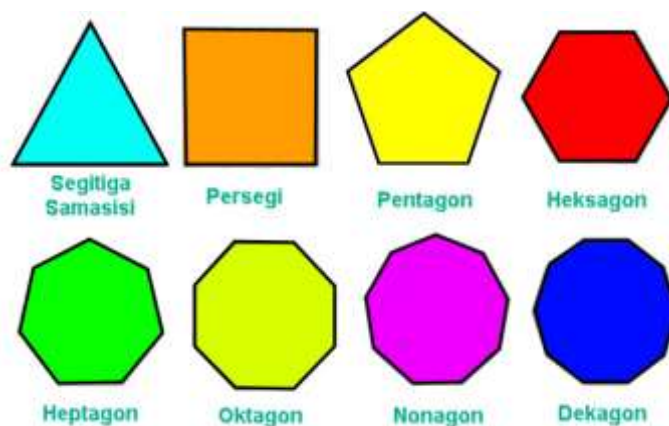
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketika kita lihat di alam, ternyata lebah madu memiliki sarang berbentuk segienam (heksagonal), sarang tersebut dibuat oleh lebah sendiri yang terbuat dari malam (semacam lilin).



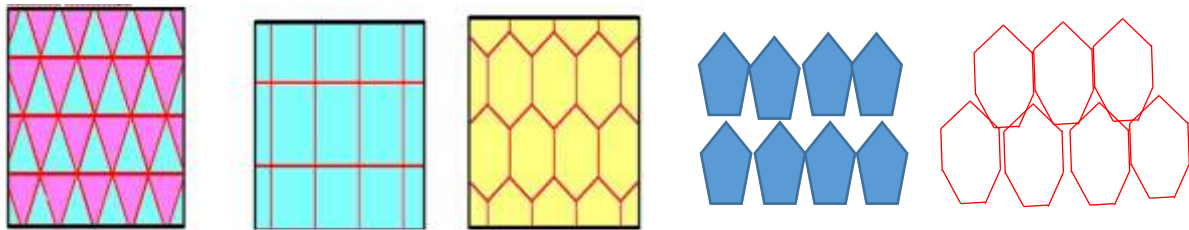
Gambar 1. Bentuk Sarang lebah madu

Bentuk heksagonal atau segienam beraturan pada sarang lebah madu adalah salah satu segi-n beraturan yang dapat dijadikan bentuk untuk pengubinan karena tidak memiliki rongga antara satu dan yang lainnya. Bentuk hexagonal yang simetris, jika digabungkan akan menghasilkan kombinasi ruang guna yang sempurna, yaitu tidak menghasilkan ruang-ruang sisa yang tak berguna, seperti jika ruang-ruang yang berpenampang lingkaran atau segilima atau segi-n beraturan lainnya.



Gambar 2. Bentuk Segi-n Beraturan

Jika segi n beraturan tersebut disusun, misalkan untuk pengubinan didapatkan gambar sebagai berikut:



**Gambar 3.** Pola Segi-n beraturan yang disusun

Dapat dilihat dalam pola segi-n beraturan yang disusun hanya segitiga sama sisi, segiempat dan segienam yang apabila disusun tidak ada rongga kosong yang tersisa, ini menjadi salah satu alasan mengapa sarang lebah berbentuk segienam beraturan, lebah ingin memaksimalkan madu ditempat yang tidak memiliki rongga kosong. Selain itu dengan membandingkan Keliling dan luas segi enam beraturan kita dapatkan perbandingan segi enam beraturan dengan segi -n beraturan lainnya sebagai berikut:

$$\text{Rumus Luas Segi-n beraturan: } \frac{n}{2} r^2 \sin \frac{360}{n}$$

$$\text{Rumus Keliling Segi-n beraturan: } n.r \sqrt{2 - 2 \cos \frac{360}{n}}$$

Beberapa Luas dan Keliling segi-n beraturan

a. Segiempat

$$\begin{aligned} \text{Keliling: } n.r \sqrt{2 - 2 \cos \frac{360}{4}} \\ : 4.r \sqrt{2 - 2 \cos 90} \\ : 4\sqrt{2} r \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas: } \frac{4}{2} r^2 \sin \frac{360}{4} \\ : 2 r^2 \sin 90 \\ : 2 r^2 \end{aligned}$$

b. Segitiga

$$\begin{aligned} \text{Keliling: } n.r \sqrt{2 - 2 \cos \frac{360}{3}} \\ : 3.r \sqrt{2 - 2 \cos 120} \\ : 3\sqrt{3} r \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas: } \frac{3}{2} r^2 \sin \frac{360}{3} \\ : \frac{3}{2} r^2 \sin 120 \\ : \frac{3}{2} r^2 \left(\frac{1}{2} \sqrt{3}\right) \\ : \frac{3}{4} \sqrt{3} r^2 \end{aligned}$$

c. Segilima

$$\begin{aligned} \text{Keliling: } n.r \sqrt{2 - 2 \cos \frac{360}{5}} \\ : 5.r \sqrt{2 - 2 \cos 72} \\ : 5,916 r \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas: } \frac{5}{2} r^2 \sin \frac{360}{5} \\ : 2,375 r^2 \end{aligned}$$

d. Segienam

$$\begin{aligned} \text{Keliling: } n.r \sqrt{2 - 2 \cos \frac{360}{6}} \\ : 6.r \sqrt{2 - 2 \cos 60} \\ : 6.r \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas: } \frac{6}{2} r^2 \sin \frac{360}{6} \\ : 3 r^2 \sin 60 \\ : 2,3 r^2 \end{aligned}$$

Tabel 1. Perbandingan Keliling dan Luas Segi-n Beraturan

Bangun Datar	Perbandingan Keliling dan Luas
Segitiga	$\frac{4}{r}$
Segiempat	$\frac{2,8}{r}$
Segilima	$\frac{2,4}{r}$
Segienam	$\frac{2,3}{r}$

Dari tabel diatas terlihat bahwa perbandingan antara luas dan keliling segi-n beraturan, semakin besar n dalam segi enam tersebut maka akan semakin kecil perbandingannya. Segi enam beraturan memiliki luas yang paling besar dengan keliling paling kecil serta dapat di susun dalam bentuk pengubinan tanpa memiliki rongga, dalam tabel 1 tidak lagi dimuat dari segitujuh hingga segi-n yang lebihh besar lainnya, karena tidak memenuhi syarat pengubinan untuk tidak memiliki rongga.

Bentuk terbaik agar lebih maksimumnya manfaat masing-masing bagian unit adalah struktur heksagonal. Jika menggabungkan keteraturan bentuk heksagonal, maka akan mendapatkan idealnya kombinasi ruang guna. Idealnya ruang yang dimaksud adalah tidak menimbulkan ruang-ruang sisa yang tidak efektif, seperti potongan ruang yang berbentuk pentagon dan lingkaran. Potongan ruang yang berbentuk segitiga atau segiempat juga bisa menciptakan kombinasi yang optimal. Namun bentuk-bentuk tersebut membutuhkan bahan baku lebih banyak daripada potongan ruang yang berbentuk heksagonal.

Analisis sarang lebah ini juga sering dijadikan inspirasi model pembuatan bangunan yang ingin memiliki kapasitas besar, tetapi keliling dan bahan yang digunakan lebih egektif, alam menyajikan banyak hal yang bisa dipelajari. Hal ini jugalah yang harusnya dilakukan pembelajar, tidak hanyak duduk di ruang-ruang kelas, tetapi melihat fenomena alam sekitar untuk selanjutnya aktifitas analisis tersebut, dapat memberikan kebermanfaatan bagi umat manusia. Ada beberapa bangunan di dunia yang menggunakan model heksagonal dalam arsitekturnya seperti A Daylighting Design for a Student Lounge yang terletak di sebelah Timur jalan ke-13 di New York City, desain Vertical Village: A Sustainable Way of VillageStyle Living yang menakjubkan oleh tim dari Cina dan Belanda, KROED di London , The Dynamo Stadium dan Mobile Performance Venue (MVP).

## SIMPULAN

Lebah madu membuat sarang dalam bentuk yang paling proporsional dengan daerah yang luas dan memiliki keliling yang kecil untuk menghemat bahan pembuatan sarang, serta antar sarang tidak terdapat rongga sehingga sarang bisa terbentuk dengan maksimal, melalui aktivitas yang dilakukan lebah madu dalam membuat sarang ini dapat dilihat bahwa matematika dapat mengungkap banyak fenomena alam yang ada di dunia, secara tidak langsung Tuhan banyak memberikan makna tersirat kepada umat manusia, bahwa alam menghadirkan keindahan alami, yang tersusun dari pola matematika yang menakjubkan.

## DAFTAR PUSTAKA

Eka Lestari, Kurnia dan Mokhammad Ridwan Yudhanegara. 2015. *Penelitian Pendidikan Matematika*. Bandung: PT Refika AditamaEka Lestari

- Gunawan, I. 2015. *Metode Penelitian Kualitatif Teori dan Praktik*. Jakarta: T Bumi Aksara.
- Michael S. Engel (1999). "The taxonomy of recent and fossil honey bees (Hymenoptera: Apidae: *Apis*)". *Journal of Hymenoptera Research*. **8**: 165-196.
- Novitasari, C. D., Anggoro, B. S., Komarudin. (2019): Analisis Sarang Lebah Madu dalam Geometri Matematika dan Alquran. *Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*. **8** (1), 146-158.
- Sumartini, T. S. 2015. Peningkatan Kemampuan Penalaran Matematis Melalui Pembelajaran Bebas Masalah. *Jurnal Pendidikan Matematika* Vol. 5, No. 1.