



MISTERI TERBESAR KOSMOS: MEMECAHKAN KODE LUAS ALAM SEMESTA

The Greatest Mystery of The Cosmos: Decoding the Vast Universe

Alfizidan Fiqri Pratama

Universitas Pendidikan Indonesia
alfizidanfikripratama05@gmail.com

Dhiya Ul'haq

Universitas Pendidikan Indonesia
diyaul15@upi.edu

Lutvi Nurul Ilmi

Universitas Pendidikan Indonesia
lutviilmi68@upi.edu

Rafli Rachman Triono

Universitas Pendidikan Indonesia
rafliracht7@gmail.com

ABSTRACT

This article discusses one of the greatest mysteries in astronomy, namely the search for a deep understanding of the vastness of the universe. This research explores the determining factors of the volume of the universe as an effort to answer this research problem by observing the possible shapes of the universe obtained from the cosmic microwave background map. The importance of answering this mystery is not only to end the debate among scientists that has existed since the 19th century but also to open up other research paths in astronomy in the future. This research uses a qualitative and quantitative approach, quantitative data was collected by reading and recording various sources that discuss the Olber Paradox, qualitative data was carried out by interviewing several sources, namely lecturers who are experts in the field of astronomy. A deep understanding of the vast mysteries of the universe not only enriches our cosmological thinking, but also encourages us to dig deeper into astronomical phenomena that are still a mystery. Therefore, this research seeks to contribute new understanding of the complex and dynamic nature of the universe.

Keywords: Astronomy, Cosmic Microwave Background, Cosmology, Universe.

ABSTRAK

Artikel ini membahas salah satu misteri terbesar dalam astronomi, yaitu mencari pemahaman mendalam tentang luas alam semesta. Penelitian ini mengeksplorasi faktor-faktor penentu volume alam semesta sebagai upaya untuk menjawab permasalahan penelitian ini dengan mengamati kemungkinan-kemungkinan bentuk alam semesta yang didapat dari peta *cosmic microwave background*. Pentingnya jawaban dari misteri ini tidak hanya untuk mengakhiri perdebatan di kalangan ilmuwan yang sudah ada dari abad ke-19 tetapi juga untuk membuka



jalur penelitian lain dalam astronomi di masa depan nanti. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif, data kuantitatif dikumpulkan dengan cara membaca dan mencatat berbagai sumber yang membahas tentang *Olber Paradox*, data kualitatif dilakukan dengan cara wawancara beberapa orang narasumber yaitu dosen yang ahli dibidang astronomi. Pemahaman mendalam terkait misteri luas alam semesta ini tidak hanya memperkaya pemikiran kosmologi kita, tetapi juga mendorong untuk menggali lebih dalam tentang fenomena astronomi yang masih menjadi misteri. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya untuk menyumbangkan pemahaman baru tentang sifat alam semesta yang kompleks dan dinamis.

Kata Kunci: Alam Semesta, Astronomi, *Cosmic Microwave Background*, Kosmologi.

A. PENDAHULUAN

Saat ini alam semesta masih menyimpan misteri yang tidak terhitung jumlahnya, misteri alam semesta itu tidak ada habisnya entah itu belum terjawab ataupun tidak terjawab (Said et al., 2023) (Yahya, 2020). Dari sekian banyaknya misteri alam semesta pertanyaan apakah luas alam semesta itu tidak terbatas atau terbatas adalah pertanyaan yang sangat menarik banyak peneiliti (Levin, 1998).

Masih belum ada jawaban pasti untuk menjawab misteri luas alam semesta ini, alam semesta bisa saja benar-benar tidak terbatas atau hanya terlihat sangat besar (Nurnaifah et al., 2022). Dari misteri ini banyak muncul pro dan kontra di kalangan ilmuwan sehingga bermunculan berbagai gagasan seperti *cosmic inflation* yang dicestukan oleh Alan Guth, ia berpendapat semenjak terjadinya *big-bang* alam semesta terus mengembang secara *eksponensial* secara terus menerus (Alan, 2012). tetapi kutipan tersebut menimbulkan sebuah *paradox* classic

yaitu *olber paradox*, teori ini menyatakan adanya debu antar bintang yang menutupi bintang-bintang terjauh yang menjadi penyebab dasar langit berwarna gelap, namun pernyataan ini disanggah oleh J.Herscel yang melakukan beberapa pertimbangan termodinamika sederhana (Sardi et al, 2022). Teori *olber paradox* juga sangat bertentangan dengan gagasan alam semesta yang tak terbatas. jika alam semesta itu tidak memiliki batas maka setiap garis lurus yang kita lihat ke angkasa seharusnya berakhir dengan menembus bintang entah itu jauh ataupun dekat dan angkasa akan terlihat cerah.

Pada tahun 1917 Shapley mengemukakan gagasan tentang “Pulau Alam Semesta” yang merupakan perluasan parsial (ruang) terbatas dari sistem bintang sebagai penyelesaian *paradox*. Setelah itu Shapley mengusulkan “Pergeseran Merah” (frekuensi cahaya yang diamati lebih rendah dari frekuensi aslinya) sebagai



bahan dasar untuk “memotong” radiasi yang datang dari galaksi terjauh, sehingga langit berwarna gelap. Tetapi hasil dari pernyataan Shapley disanggah juga oleh Harrison tentang “Redshift”, ia bahkan tidak percaya dengan adanya *paradox*, ia berargumen bahwa *olber paradox* bisa terjadi karena disebabkan oleh jumlah bintang yang terlalu sedikit dan masa hidup mereka terlalu pendek. Harrison juga mengemukakan bahwa *luminositas* langit ditentukan berdasarkan besarnya umur galaksi (bintang) dan hanya dipengaruhi dua kali lipat oleh perluasan alam semesta.

Permasalahan ini menjadi urgensi karena jawaban permasalahan ini akan sangat berguna untuk perkembangan ilmu *cosmology*. Dengan ditemukannya fakta dari permasalahan ini akan membuktikan rumus-rumus yang sebelumnya sebatas spekulasi sehingga akan banyak membuka jalur-jalur penelitian lain di ilmu *cosmology* sekaligus akan mengakhiri perdebatan yang sudah berlangsung selama bertahun-tahun (Sardi, 2022).

Sering luputnya ketidak pastian dalam pengukuran pada mayoritas penilitan yang dilakukan menjadi permasalahan besar dalam ilmu

cosmology, hal tersebut bisa berdampak besar hasil akhir penelitian itu sendiri.

Sangat sedikitnya penelitian modern tentang kasus ini menjadi urgensi dalam penelitian ini. Permasalahan ini kerap kali diselaikan dengan ilmu tradisional yang jelas jauh berbeda dengan ilmu yang tersedia sekarang. keterbatasan penelitian dan alat menjadi faktor utama perbedaan ilmu modern dengan ilmu tradisional.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini melakukan pendekatan campuran (kualitatif dan kuantitatif) yang mengacu pada (Tashakkori & Teddlie, 2003), penelitian dilakukan dengan berbagai jenis salah satunya dengan desain *paralel konvergen*. Desain penelitian tersebut dilakukan dengan tiga tahapan, yaitu 1) mengumpulkan data kuantitatif dan kualitatif secara bersamaan; 2) Menggabungkan data; 3) menggunakan hasil. Data kualitatif dikumpulkan dengan cara wawancara semi-terstruktur yang dilakukan oleh peneliti untuk mengetahui informasi seputar *Olbers Paradox*. Data Kuantitatif dikumpulkan dengan cara membaca dan mencatat buku/artikel/jurnal yang memuat informasi tentang *Olber Paradoks*.

Narasumber dalam penelitian ini, seorang dosen di Perguruan Tinggi Negeri Universitas Pendidikan Indonesia dengan inisial SF. Seleksi Narasumber dilakukan



dengan menggunakan kriteria tertentu, yaitu dosen yang memiliki minimal satu tahun pengalaman menjadi dosen astronomi. Buku/artikel/jurnal yang peneliti baca dan kumpulkan memiliki kriteria tertentu yang mengacu pada (Levin, 1998) sumber harus memiliki karakteristik sebagai berikut, 1) Bersumber dari hasil penelitian; 2) Pegangan dosen untuk mengajar; 3) Isi buku sesuai alur logika bidang ilmu

C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pertama-tama peneliti ingin mencari tahu apakah cahaya bisa menjadi acuan untuk membuktikan luas alam semesta, karena jika terbukti cahaya dapat menjadi acuan maka hal tersebut bisa membuktikan teori *Olbert Paradox*

“Jika alam semesta tidak terbatas tidak mungkin langit malam berwarna gelap, jika langit malam berwarna gelap seharusnya alam semesta itu ada batasnya (Olber) “

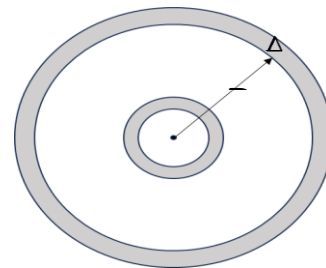
Kami meninjau hubungan cahaya terhadap jarak, yang dimana rumus intensitas cahaya sendiri berlaku hukum *ekponensial* terbalik yang artinya intensitas cahaya akan menyusut secara *eksponensial* terhadap jarak.

$$I \propto \frac{1}{R^2}$$

Rumus volume alam semesta sendiri kami mengambil teori alam semesta tertutup

yang akan membuat alam semesta berbentuk *sphere* yang berarti rumus volume alam semesta akan identik dengan rumus bola yang dikalikan n alam semesta.

Gambar 1 Gambar luas permukaan bola



$$v = 4 \pi R^2 Rn$$

Source: (Brilio, 2023)

Dari kedua rumus kita bisa mencari hubungan jarak dengan intensitas cahaya yang nantinya akan ditemukan:

$$\frac{1}{R^2} \times 4 \pi R^2 Rn = \frac{4 \pi R^2 \Delta Rn}{R^2} \Rightarrow Iv = 4 \pi \Delta Rn$$

Dari hasil operasi diatas ditemukan jika kita menghubungkan rumus intensitas cahaya dengan rumus volume alam semesta tertutup maka akan ditemukan pernyataan bahwa intensitas cahaya tidak terpengaruh oleh jarak.

Selanjutnya untuk mengetahui luas alam semesta kita menentukan bentuk alam semesta itu sendiri. Kita bisa menggunakan teori relativitas umum yang menyebutkan ada tiga kemungkinan bentuk alam semesta yaitu, alam semesta dengan kelengkungan positif,

alam semesta dengan kelengkungan negatif, dan alam semesta tanpa kelengkungan.

“Teori relativitas umum yang menyatakan ruang itu sendiri dapat melengkung, yang berarti membuka kemungkinan tiga bentuk alam semesta: datar seperti selembar kertas, tertutup seperti bola, atau terbuka seperti pelana (Cody Cotler, astronomy, 23 february 2021)”

Terdapat dua faktor yang dapat mempengaruhi bentuk alam semesta. Yang pertama adalah masa dan energi, semakin banyak dan berat suatu objek di ruang alam semesta maka akan menciptakan gravitasi yang lebih besar menyebabkan alam semesta tertarik membentuk kelengkungan positif dan akan menciptakan alam semesta tertutup (bola) yang berarti alam semesta ini akan mempunyai volume yang terbatas dan permukaan yang terbatas pula.

Faktor yang kedua adalah kecepatan perluasan alam semesta, kecepatan perluasan alam semesta cenderung membuat alam semesta memiliki kelengkungan negatif yang akan membuat alam semesta menjadi terbuka dan membuatnya menjadi tidak terbatas.

$v = H_0 d$ $v = \text{kecepatan perluasan semesta}$ $H_0 = \text{kostanta hubble}$ $d = \text{jarak galaksi}$

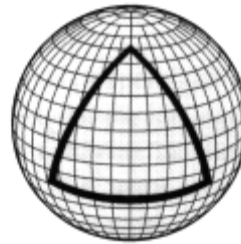
Kombinasi dari kedua faktor tersebut yang berupa massa dan kecepatan

perluasan alam semesta menjadi penentu bagaimana bentuk alam semesta itu sendiri, dan dari kedua faktor tersebut kita dapat mengetahui bahwa:

Gambar 2: Tiga model bentuk alam semesta. (a) Alam semesta yang memiliki kurvatur positif yang berbentuk seperti bola; (b) Alam semesta yang memiliki kurvatur nol berbentuk datar; (c) Alam semesta yang memiliki kurvatur negatif dan bentuknya terbuka.

Massa > Perluasan alam semesta

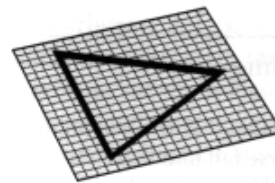
a.



Kelengkungan positif

Massa = Perluasan alam semesta

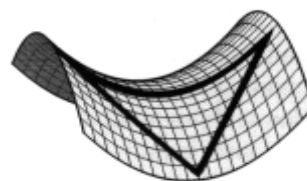
b.



Kelengkungan 0

Massa < Perluasan alam semesta

c.

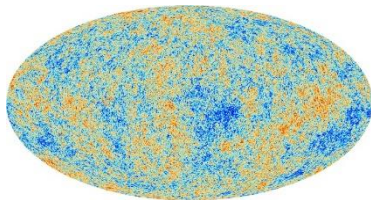


Kelengkungan Negatif

Source: Pengembara Angkasa (2012)

Untuk mengetahui hal tersebut kita melihat dari data peta CMB (*Cosmic Microwave Background*) yang diambil oleh satellite plank.

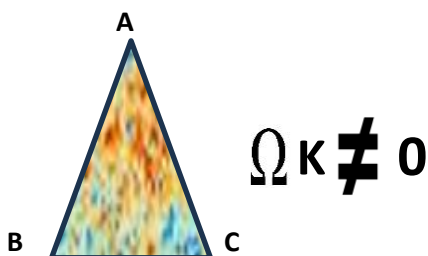
Gambar 3: Gambar/Peta alam semesta yang dibuat Planck dari radiasi latar belakang



Source: Langitsselatan, 2013

Banyak penelitian meyakini jika kita mengambil sample segitiga berdasarkan *speckles* (bintik) terbanyak di peta *cosmic microwave background* maka akan ditemukan nilai kelengkungannya akan bernilai 0, tetapi kami percaya pasti ketidakpastian dalam pengukuran pasti akan tetap berlaku sehingga kelengkungannya tidak mungkin bernilai 0.

Gambar 4: Sample segitiga dari *speckles* terbanyak dipeta *Cosmic Microwave Background*



Source: Langitsselatan (2013)

Gambar 5: Pengukuran segitiga kosmik; (a) Alam semesta tidak melengkung; (b) Alam semesta melengkung

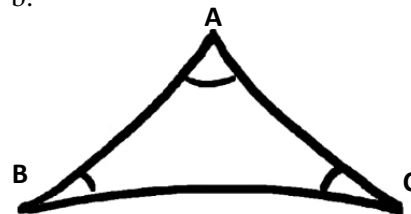
a.

A



Kurva positif

b.

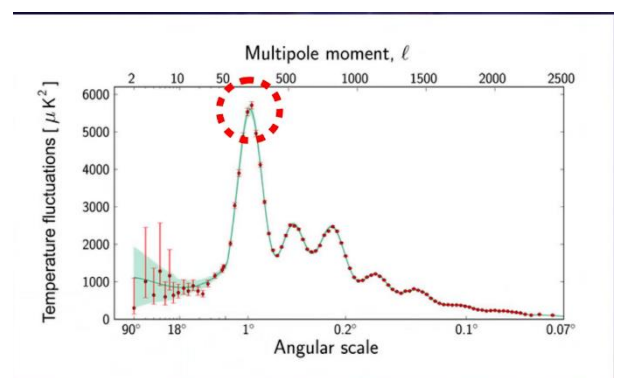


Kurva negatif

Source: KASKUS (2020)

Karena adanya ketidakpastian dalam pengukuran, kemungkinan yang mungkin terjadi alam semesta hanya sedikit memiliki kelengkungan positif atau hanya sedikit memiliki kelengkungan negatif. Untuk mencari tau kecenderungan kelengkungannya peneliti mencoba mengamati grafik *spektrum* dari *cosmic microwave background*.

Gambar 6: Gambar/grafik *spectrum* dari *cosmic microwave background*



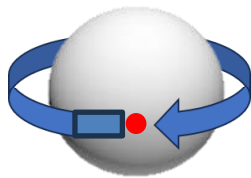
Source: Bruce Bassett (2013)

Dari grafik intensitas *blobs* terhadap *teta* menunjukkan intensitas tertinggi *blobs* (bintik merah pada CMB) terletak pada *teta* 1 derajat yang menunjukkan indikasi

kecenderungan massa yang ada di alam semesta lebih tinggi daripada percepatan perluasan alam semesta itu sendiri yang mengakibatkan alam semesta akan memiliki kurva positif yang berarti alam semesta akan tertutup menyerupai bola.

Alam semesta yang memiliki bentuk kurva positif akan berdampak ke banyak hal salah satunya tidak akan berlakunya hukum geometri sederhana, artinya kita tidak akan bisa mengukur jarak dari suatu titik di alam semesta ke titik lain menggunakan geometri umum. Hal ini juga berarti jika kita melakukan perjalanan dari suatu titik terhadap suatu sumbu maka pada jarak tertentu kita akan kembali lagi ke titik tersebut dari sumbu negatif.

Gambar 7: Geometri bulat alam semesta



$$a = s/d \neq d \text{ sebenarnya}$$

Source: KASKUS (2020)

D. KESIMPULAN

Dari hasil wawancara dan data yang telah dibahas pada pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa pernyataan *olber paradox* mengenai langit berwarna gelap di malam hari dan luas alam semesta yang terbatas itu terbukti pada penelitian artikel ini melalui pembuktian rumus intensitas cahaya. Pada rumus ini berlaku hubungan cahaya terhadap jarak, yang dimana memiliki suatu hukum eksponensial terbalik yang artinya intensitas cahaya akan menyusut secara eksponensial terhadap jarak. Jika itu terjadi maka alam semesta akan berbentuk *sphere* yang berarti rumus volume alam semesta akan identik dengan rumus bola yang dikalikan n alam semesta. Hasil dari pembuktian rumus intensitas cahaya sendiri

ternyata intensitas cahaya tidak terpengaruh oleh jarak. Selain melakukan pembuktian pada rumus intensitas cahaya, peneliti juga mengkaji ulang teori tentang relativitas umum guna mencari tahu luas alam semesta, yaitu alam semesta dengan kelengkungan positif, alam semesta dengan kelengkungan negatif, dan alam semesta tanpa kelengkungan.

Dan hasil dari teori relativitas umum adalah alam semesta memiliki bentuk kurva yang positif, itu artinya alam semesta adalah ruang yang memiliki volume terbatas dan memiliki permukaan berbentuk *sphere* yang berarti massa energi yang ada di alam semesta lebih besar daripada perluasan alam semesta itu sendiri yang berdampak pada tidak berlakunya geometri umum untuk mengukur suatu jarak dari titik ke titik di alam semesta. Tetapi tidak menutup kemungkinan alam semesta bukan hanya sebuah ruang yang berbentuk *sphere* melainkan sebuah ruang yang lebih kompleks karena data-data alam semesta yang tersedia masih jauh dari kata 100%. Penelitian diharapkan bermanfaat bagi masyarakat Indonesia pada umumnya dan penggiat sains pada khususnya. Penelitian ini memberi perspektif baru di bidang fisika mengenai luas alam semesta.

E. DARTAR PUSTAKA

- Assis, A., K., T. (1992). *On Hubble's Law of Redshift, Olbers Paradox and the Cosmic Background Radiation*. State University Of Campinas: Apeiron, No 12.
- Bonnor, W., B. (1963). *On Olbers Paradox*. Received
- Callahan, J., J. (1976). *The Curvature of Space in a Finite Universe*. Scientific American, a division of Nature America, Inc. 90-101.
- Chan, Man Ho. (2019). *Is the History of our*



- Universe Finite?. Theology and Science*, ol.13, 246-256.
- Cornish, N., J. & Weeks J., R. (1998). *Measuring the Shape of the Universe*. Notice if the AMS. 1463-1471.
- Dodelson. S. & Hu. W. (2009) *Cosmic Microwave Bacground Anisotropies* [7] Fixsen. D., J. *The Temperature of the Cosmic Microwave Bacground*. The Astrophysical Journal, Vol. 707, Number 2.
- Harrison. R., E. (1964). *Olbers' Paradox*. Nature 204, 271-272.
- Henderson, Archibald. (2018). *Is the Universe Finite?*. University of North Carolina. 213-223.
- HK, Bayong Tjasyono. (2022). *Ilmu Kebumian dan Antariksa*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya. UPI
- Kamal, Mohd Hafizudin. (2016). *Benarkah Alam Semesta ini Sebuah Hologram?*. Universitas Kebangsaan Malaysia.
- Levin, J., Scannapieco, S., & Silk, J. (1998). *Is the Universe Infinite or is it Just Really Big?*. Phys. Rev. Rowland, D.
- Nurhakim, Syerit. (2015). *Alam Semesta (Menjelajah Semesta, Mengungkap Fakta Dunia)*. Bestari Muana Murni
- Nurnaifah, I. I., Sakti, I., & Megawati. (2022). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Fisika pada Materi Gerak Lurus di Kelas X SMAN 2 Pinrang. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Terapannya*, 5(1), 39–46. <https://ejournals.umma.ac.id/index.php/karts/article/view/1318/900>
- Said, S., Nurnaifah, I. I., & Muh. Saleh, S. (2023). Upaya Peningkatan Motivasi Belajar Fisika Melalui Pemberian Reward Peserta Didik Smkn 3 Pinrang Pasca Covid. *Al-Irsyad Journal of Physics Education*, 2(2), 94–104. <https://doi.org/10.58917/ijpe.v2i2.75>
- Sardi, A. (2022). The Building up of Students' Vocabulary Mastery through Knowing by Heart Strategy. *LETS: Journal of Linguistics and English Teaching Studies*, 4(1), 62-72.
- Sardi, A., Palimari, P., & Rahmayani, S. (2022). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa melalui Challenge Based Learning. *Al-Irsyad Journal of Physics Education*, 1(2), 68-83.
- Sujarwanto, E. (2019). Pemahaman Konsep dan Kemampuan Penyelesaian Masalah dalam Pembelajaran Fisika. *Diffraction*, 1(1), 22–33. <https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/Diffraction/article/view/806>
- (2022). *Ilmu Kebumian dan Antariksa*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya. UPI.
- (2020). *An Infinite Universe*. OSP J Phy Astronomy 2: JPA-2-108. Scardigli, Fabio. *Inferences from the dark sky: Olbers Paradox revisited*. Bern: Sidlrstrasse.3012.