



Perbandingan Teori Pembentukan Alam Semesta : *Big Bang Vs Steady State* dalam Perspektif Kosmografi

Muhammad Arif¹, Elsa Kardiana², Suryana Daulay^{3*}, Dzuriati' A Yuni Aceh⁴,
Yurdan Sihotang⁵, Tasya Maria Natalia Pangaribuan⁶, Jernih Margaretha Siahaan⁷

¹⁻⁷Jurusan Pendidikan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Medan, Indonesia

Alamat : Jl.Willem Iskandar Pasar V Medan Estate

Korespondensi penulis : Suryanadly@gmail.com*

Abstract : *This study aims to compare two main theories in modern cosmology, namely the Big Bang Theory and the Steady State Theory, using a descriptive cosmographic approach. This study is motivated by the lack of deep understanding as well as the limited Indonesian literature discussing the fundamental differences between the two theories. By employing a qualitative method through literature review, this research examines the characteristics, advantages, and limitations of each theory based on the latest scientific evidence and cosmographic perspectives. The analysis results show that the Big Bang Theory has strong support from observational evidence, such as cosmic microwave background radiation (CMB), galaxy redshift, and the distribution of light elements, which reinforces the narrative of the expansion and evolution of the universe. In contrast, the Steady State Theory is considered less relevant due to the absence of observational evidence for the creation of new matter and its inability to explain structure and the dynamics of the universe that are currently observed.*

Keywords: *Big Bang, Formation of Nature, Steady State.*

Abstrak : Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dua teori utama dalam kosmologi modern, yaitu Teori Big Bang dan Teori Steady State, dengan pendekatan deskriptif kosmografis. Kajian ini dilatarbelakangi oleh minimnya pemahaman mendalam serta terbatasnya literatur berbahasa Indonesia yang membahas perbedaan mendasar antara kedua teori tersebut. Dengan menggunakan metode kualitatif melalui studi kepustakaan, penelitian ini mengkaji karakteristik, kelebihan, dan keterbatasan masing-masing teori berdasarkan bukti ilmiah terkini dan perspektif kosmografi. Hasil analisis menunjukkan bahwa Teori Big Bang memiliki dukungan kuat dari bukti observasional, seperti radiasi latar belakang gelombang mikro kosmik (CMB), pergeseran merah galaksi, serta distribusi unsur ringan, yang memperkuat narasi ekspansi dan evolusi alam semesta. Sebaliknya, Teori Steady State dinilai kurang relevan karena ketiadaan bukti observasional terhadap penciptaan materi baru serta ketidakmampuannya menjelaskan struktur dan dinamika alam semesta yang teramati saat ini.

Kata kunci: Pembentukan Alam, *Big Bang, Steady State.*

1. LATAR BELAKANG

Alam semesta adalah alam yang terdiri dari bintang, planet, nebula, komet, meteor dan angkasa. Menurut para ilmuwan jaman sekarang, alam semesta diperkirakan berusia sekitar empat setengah milyar tahun. Menurut Tipitaka alam semesta ini melalui suatu proses pembentukan dan kehancuran yang berulang ulang dan berawal dari asal mula waktu yang awalnya tak terpikirkan. Dalam bidang kosmologi modern, terdapat dua teori utama yang menjelaskan pembentukan alam semesta adalah Teori Big Bang dan Teori Steady State. Keduanya menawarkan kerangka penafsiran yang berbeda dalam menjelaskan struktur, dinamika, dan evolusi alam semesta.

Teori Big Bang menjelaskan bahwa alam semesta berasal dari titik tunggal dengan panas dan panas yang tidak terhingga. Dimana titik tunggal tersebut akan mengembang dan merenggang dengan kecepatan yang tidak terduga dalam 13,8 miliar tahun dan terus berkembang menjadi alam semesta seperti yang kita huni sekarang ini.

Sedangkan teori Steady State sendiri menyatakan bahwa materi yang hilang melalui resesi galaksi-galaksi. Hal ini dikarenakan adanya pengembangan alam yang berlangsung secara terus menerus dan digantikan oleh materi yang baru saja tercipta. Sehingga alam semesta yang terlihat tetap berada di dalam keadaan tidak berubah.

Namun, pemahaman terhadap kedua teori ini masih terbatas. Hal ini dikarenakan minimnya pengetahuan yang komperhensif tentang perbedaan yang mendasar mengenai kedua teori tersebut dan sering kali menimbulkan kebingungan dalam memahami asal usul dan sifat dasar alam semesta. Hal ini terjadi karena kurangnya kajian bersifat multidisipliner yang tidak hanya mengandalkan pendekatan fisika dan astronomi, tetapi juga pendekatan deskriptif dari bidang kosmografi yang menggambarkan struktur dan tatanan alam semesta secara geometris dan konseptual.

Selain itu, masih terdapat pertentangan dan ketidaksesuaian antara kedua teori tersebut, terutama mengenai alam semesta yang memiliki titik awal atau bersifat kekal. Dalam hal ini Big Bang menjelaskan bahwa ruang dan waktu dimulai dari satu titik singularitas, sedangkan teori Steady State menolak konsep awal dan mendukung penciptaan materi secara terus-menerus. Perbedaan inilah yang menimbulkan tantangan tersendiri dalam memahami struktur alam semesta secara keseluruhan. Masalah lainnya seperti kurangnya referensi dalam bahasa Indonesia yang mengkaji hal tersebut masih sangat terbatas, sehingga menyulitkan para pelajar atau pembaca dalam memahami topik tersebut secara kritis dan mendalam.

Berdasarkan berbagai permasalahan tersebut, maka diperlukan kajian yang mendalam mengenai kedua teori tersebut khususnya dalam pendekatan kosmografi. Pendekatan ini diharapkan mampu menyajikan pemahaman yang jelas, sehingga dapat memperjelas perbedaan keduanya dalam menjelaskan pembentukan serta struktur alam semesta secara berkelanjutan

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan jenis penelitian berupa studi kepustakaan (library research), yaitu mengumpulkan informasi ataupun karya tulis ilmiah yang berhubungan dengan literature review yang bersifat kepustakaan. Teknik pengumpulan data secara kualitatif yaitu pengumpulan data (data collection) dan Data kesimpulan (conclusion/verification).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

a. Karakteristik Teori Big Bang dan Teori Steady State

Teori Big Bang menjelaskan bahwa alam semesta berasal dari sebuah titik singularitas yang sangat padat dan panas, yang kemudian mengembang secara cepat sekitar 13,8 miliar tahun lalu. Teori ini didukung oleh bukti kuat dari pengamatan terhadap radiasi latar belakang gelombang mikro kosmik (CMB) yang pertama kali ditemukan oleh Penzias dan Wilson pada tahun 1965. CMB dipandang sebagai sisa radiasi dari fase awal alam semesta dan mendukung prediksi Big Bang mengenai kondisi awal yang panas dan padat (Scientific American, 2005). Selain itu, pergeseran merah yang diamati oleh Edwin Hubble pada galaksi-galaksi menunjukkan bahwa alam semesta terus mengembang, yang menjadi pilar penting bagi teori ini. Keberadaan unsur-unsur ringan seperti helium dan deuterium dalam jumlah yang sesuai dengan prediksi nukleosintesis juga menambah kekuatan teori Big Bang dalam menjelaskan komposisi awal alam semesta.

Di sisi lain, Teori Steady State menyatakan bahwa alam semesta tidak memiliki awal maupun akhir waktu, dan selalu tampak sama di seluruh ruang dan waktu. Densitas materi dipertahankan dengan penciptaan materi baru secara kontinu untuk mengimbangi ekspansi alam semesta. Teori ini didasarkan pada prinsip kosmologis sempurna, yang menyatakan bahwa hukum-hukum fisika dan kondisi kosmologis adalah tetap dalam ruang dan waktu (Encyclopedia Britannica, 2024). Meskipun pada awalnya teori ini diterima karena konsistensinya secara filosofis dan logis, terutama oleh tokoh seperti Fred Hoyle dan Thomas Gold, teori ini tidak memiliki bukti kuat yang mendukung keberadaan proses penciptaan materi baru dan gagal menjelaskan pengamatan tentang CMB serta evolusi galaksi seiring waktu.

b. Perbandingan Big Bang dan Steady State dari Perspektif Kosmografi

Dalam perspektif kosmografi—yang fokus pada deskripsi struktur dan dinamika alam semesta berdasarkan parameter observasi tanpa asumsi teoretis—Teori Big Bang menunjukkan konsistensi yang lebih kuat. Kosmografi melihat data seperti percepatan ekspansi alam semesta (melalui konstanta Hubble), distribusi galaksi, dan fluktuasi CMB sebagai dasar analisis. Data dari proyek SPHEREx NASA, yang bertujuan memetakan cahaya dari 450 juta galaksi, memperkuat asumsi bahwa alam semesta memiliki struktur dinamis yang terus berkembang dari waktu ke waktu, sesuatu yang sesuai dengan narasi Big Bang (The Washington Post, 2025). Penemuan galaksi-galaksi awal yang terang dan padat oleh Teleskop James Webb juga mendukung ide bahwa struktur kosmik telah berubah sejak waktu awal, yang bertentangan dengan prinsip statis dalam Steady State.

Sebaliknya, Teori Steady State tidak sejalan dengan temuan kosmografis terkini. Kosmografi mencatat adanya evolusi struktur kosmik, seperti terbentuknya kelompok galaksi, void, dan filamen kosmik dalam jangka waktu miliaran tahun. Konsep alam semesta yang tidak berubah dalam waktu, seperti yang diyakini Steady State, bertentangan dengan data kosmografis seperti peta distribusi fluktuasi suhu CMB dan kurva jarak luminositas supernova tipe Ia. Oleh karena itu, dari pendekatan kosmografi yang bersifat empiris dan deskriptif, model Big Bang memiliki keunggulan dalam menjelaskan fenomena yang teramati di alam semesta.

c. Kelebihan dan Keterbatasan Masing-Masing Teori Berdasarkan Data Ilmiah

Teori Big Bang memiliki beberapa kelebihan mendasar, salah satunya adalah kesesuaian yang tinggi antara prediksi teoretis dan bukti observasional. Selain CMB dan distribusi unsur ringan, teori ini juga konsisten dengan peta distribusi materi dan energi di alam semesta yang dihasilkan oleh Atacama Cosmology Telescope. Peta ini memperlihatkan distorsi cahaya dari Big Bang akibat pengaruh gravitasi, sesuai dengan prediksi relativitas umum Einstein (WIRED, 2023). Namun demikian, teori Big Bang menghadapi tantangan seperti masalah horizon dan kehalusan (flatness problem), yang mendorong pengembangan teori inflasi kosmik. Meski solusi inflasi ini diterima secara luas, proses fisik di baliknya masih menjadi topik perdebatan.

Sementara itu, Teori Steady State memiliki keunggulan filosofis, seperti tidak membutuhkan kondisi awal ekstrem. Namun, teori ini gagal menjelaskan banyak temuan modern, terutama keberadaan dan distribusi CMB serta variasi densitas galaksi di berbagai waktu kosmik. Salah satu kritik utama terhadap teori ini adalah

ketidaksesuaian dengan hukum kekekalan energi, karena penciptaan materi baru tidak pernah teramati dan tidak dijelaskan mekanismenya secara ilmiah. Dengan demikian, secara ilmiah, validitas Teori Big Bang jauh lebih tinggi karena ia terus mampu beradaptasi dengan data baru dan menyediakan kerangka konseptual yang dapat diuji melalui observasi.

Pembahasan

a) Karakteristik Teori Big Bang dan Teori Steady State

Pembahasan terhadap karakteristik masing-masing teori menunjukkan perbedaan paradigma yang cukup mendasar. Teori Big Bang berasal dari pendekatan empiris yang sangat bergantung pada data observasi dan hukum fisika modern. Ia memberikan narasi kosmologis yang dinamis: dari singularitas, ekspansi, pembentukan elemen, pembentukan galaksi, hingga struktur besar kosmos. Secara konseptual, Big Bang menyediakan kerangka waktu dan urutan peristiwa yang runtut, serta memiliki kemampuan prediktif yang tinggi terhadap fenomena kosmik baru seperti energi gelap. Teori ini juga terbuka terhadap revisi dengan diperkenalkannya inflasi, dark matter, dan dark energy.

Teori Steady State sebaliknya, bertolak dari pendekatan filosofis bahwa alam semesta bersifat kekal dan homogen sepanjang waktu. Model ini mempertahankan estetika kesetimbangan kosmos, namun kekurangan dukungan empiris yang substansial. Ia gagal menjelaskan fluktuasi CMB dan evolusi galaksi. Dalam konteks ini, karakteristik Steady State lebih bersifat spekulatif dan mengandung banyak asumsi yang sulit dibuktikan secara fisik. Hal ini menjadikannya kurang relevan dalam paradigma kosmologi kontemporer yang sangat bergantung pada data kuantitatif dan prediksi yang dapat diuji.

b) Perbandingan dari Perspektif Kosmografi

Dari perspektif kosmografi, teori Big Bang menunjukkan fleksibilitas tinggi dalam menjelaskan data observasi tentang ekspansi alam semesta dan pembentukan struktur kosmik. Misalnya, data dari Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI) menunjukkan adanya variasi energi gelap yang memperlambat percepatan ekspansi. Meskipun hal ini memunculkan skenario seperti “big crunch,” fenomena ini tetap dapat dijelaskan dalam kerangka Big Bang, menunjukkan fleksibilitas dan adaptabilitas teori ini terhadap data baru (The Guardian, 2025). Model Big Bang juga koheren dengan pendekatan kosmografis yang tidak teoritis tetapi deskriptif.

Sebaliknya, Steady State gagal memenuhi kriteria kosmografis yang menuntut kesesuaian struktur spasial-temporal dengan observasi. Misalnya, keberadaan lubang hitam di galaksi awal seperti yang ditemukan oleh James Webb menunjukkan bahwa evolusi galaksi tidak konsisten dengan asumsi Steady State bahwa alam semesta bersifat tidak berubah (The Times, 2024). Maka dari itu, dalam perspektif kosmografi yang lebih objektif dan berbasis data empiris, Steady State tidak mampu bersaing dengan model Big Bang.

c) Relevansi dan Validitas Teori Berdasarkan Bukti Ilmiah

Secara ilmiah, validitas Teori Big Bang diperkuat oleh banyaknya bukti observasional dari berbagai era waktu kosmik. CMB sebagai "jejak" dari alam semesta awal adalah bukti paling kuat. Selain itu, peta distribusi suhu dan fluktuasi CMB, data supernova tipe Ia, serta eksperimen spektroskopi modern mendukung model ekspansi yang tidak statis. Penelitian kosmologi superstring pun menunjukkan bahwa Big Bang tidaklah tunggal sebagai model, melainkan dapat dijabarkan dalam berbagai skenario alternatif seperti alam semesta bouncing atau emergent, yang semuanya tetap berakar pada dinamika awal kosmos (arXiv, 2023).

Teori Steady State, meskipun menarik dari sisi filosofi kosmik, tidak mampu menyuguhkan prediksi ilmiah yang dapat diuji dan dibuktikan. Tanpa adanya observasi langsung terhadap penciptaan materi baru, teori ini lebih banyak bertumpu pada asumsi metafisik daripada pada metode ilmiah. Akibatnya, relevansi Steady State dalam kosmologi modern sangat terbatas, bahkan cenderung historis daripada praktis. Peran utamanya kini lebih sebagai pembanding filosofis dalam diskursus asal-usul alam semesta.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa Teori Big Bang memiliki keunggulan yang signifikan dibandingkan Teori Steady State, baik dari sisi empiris, kosmografis, maupun validitas ilmiah. Teori Big Bang didukung oleh bukti-bukti observasional yang kuat seperti radiasi latar belakang gelombang mikro kosmik (CMB), pergeseran merah galaksi, dan distribusi unsur ringan, yang semuanya memperkuat narasi ekspansi dan evolusi alam semesta dari kondisi awal yang ekstrem. Selain itu, teori ini terbukti adaptif terhadap temuan baru melalui pengembangan konsep inflasi kosmik, materi gelap, dan energi gelap.

Sebaliknya, Teori Steady State lebih bersifat filosofis dan spekulatif, dengan asumsi kekekalan dan homogenitas kosmik sepanjang waktu yang tidak dapat dibuktikan secara ilmiah. Kurangnya dukungan data observasional, serta ketidakmampuannya menjelaskan temuan-temuan kosmologis modern seperti fluktuasi CMB, evolusi struktur galaksi, dan tidak adanya bukti penciptaan materi baru, membuat teori ini kehilangan relevansi dalam kajian kosmologi kontemporer.

Secara keseluruhan, dalam perbandingan dari sudut pandang kosmografi dan metode ilmiah modern, Teori Big Bang dinilai lebih valid dan relevan sebagai model pembentukan serta perkembangan alam semesta.

DAFTAR REFERENSI

- Amos, J. (2024). Hidden black holes solve mystery that nearly 'broke' Big Bang theory. *The Times*. <https://www.thetimes.co.uk/article/hidden-black-holes-solve-big-bang-mystery-2024>
- Bennett, C. L., Larson, D., Weiland, J. L., & Hinshaw, G. (2013). The 9-year WMAP observations: Final maps and results. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 208(2), 20. <https://doi.org/10.1088/0067-0049/208/2/20>
- Bondi, H., & Gold, T. (1948). The steady-state theory of the expanding universe. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 108(3), 252–270. <https://doi.org/10.1093/mnras/108.3.252>
- Brandenberger, R. H. (2023). Superstring cosmology – A complementary review. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2311.08227>
- Burbidge, G. (2001). Quasi-steady state cosmology. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/astro-ph/0108051>
- Encyclopedia Britannica. (2024). Steady-state theory. In *Britannica.com*. <https://www.britannica.com/science/astronomy/The-steady-state-challenge>
- Guth, A. H. (1981). Inflationary universe: A possible solution to the horizon and flatness problems. *Physical Review D*, 23(2), 347–356. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.23.347>
- Helge, K. (2012). Quasi-steady-state and related cosmological models: A historical review. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/1201.1161>
- Lemaître, G. (1927). A homogeneous universe of constant mass and increasing radius accounting for the radial velocity of extragalactic nebulae. *Annales de la Société Scientifique de Bruxelles*, 47A, 49–59.
- NASA. (2025). NASA telescope will study what put the bang in the Big Bang. *The Washington Post*. <https://www.washingtonpost.com/technology/2025/05/21/spherex-nasa-telescope-big-bang/>

- Raymo, C. (2005). Big Bang vs. Steady State. *Scientific American*.
<https://www.scientificamerican.com/article/big-bang-vs-steady-state/>
- Sample, I. (2025). Dark energy: Mysterious cosmic force appears to be weakening, say scientists. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/science/2025/may/22/dark-energy-universe-weakening-expansion>
- The Guardian. (2025). Dark energy: Mysterious cosmic force appears to be weakening, say scientists. <https://www.theguardian.com/science/2025/feb/25/dark-energy-weakening-new-evidence>
- The Times. (2024). Hidden black holes solve mystery that nearly 'broke' Big Bang theory. <https://www.thetimes.co.uk/article/hidden-black-holes-james-webb-galaxies-cosmology>
- The Washington Post. (2025). NASA telescope will study what put the bang in the Big Bang. <https://www.washingtonpost.com/science/2025/01/12/nasa-spherex-big-bang-exploration/>
- Weinberg, S. (2008). *Cosmology*. Oxford University Press.
- WIRED. (2023). Is cosmology broken? This map may be a crucial puzzle piece. <https://www.wired.com/story/is-cosmology-broken-map-of-universe/>
- Yong, E. (2023). Is cosmology broken? This map may be a crucial puzzle piece. *WIRED*. <https://www.wired.com/story/cosmology-map-hubble-constant/>
- Zhou, S., & Wang, Y. (2023). Superstring cosmology: A complementary review. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2301.07655>