

Refleksi filosofis atas kosmologi dan alam semesta

Yogie Pranowo

Sekolah Tinggi Filsafat Driyarkara, Jakarta

Email: yogie.pranowo7@gmail.com

Abstrak

Tulisan ini menguraikan bagaimana bidang ilmu pengetahuan, khususnya kosmologi modern, berada dalam situasi yang kacau. Sepanjang sejarah, kosmologi tidak muncul melalui jalan yang tenang dan sepi, melainkan melalui serangkaian perdebatan yang penuh gejolak dan kontroversial yang masih berlangsung hingga saat ini. Artikel ini dimulai dari gambaran singkat tentang pesatnya perkembangan kosmologi, menelusuri asal-usulnya dari Yunani Klasik hingga zaman modern. Perlu dicatat bahwa, seperti halnya filsafat, kosmologi terkait erat dengan pendahulunya, pemikiran Yunani Klasik, yang menjadi landasan bagi teori-teori kosmologis berikutnya. Selanjutnya diulas perdebatan yang sedang berlangsung antara kaum realis dan antirealis mengenai definisi alam semesta, serta peran Einstein dalam perkembangan kosmologi. Secara khusus, artikel ini mengeksplorasi bagaimana Einstein berkontribusi pada wacana seputar alam semesta yang mengembang (big bang) dan alam semesta yang statis. Intinya, makalah ini bertujuan untuk menjelaskan sifat kosmologi yang kacau dan berbelit-belit, yang dibentuk oleh berbagai perspektif dan teori yang saling bersaing. Dengan mengkaji sejarah kosmologi, artikel ini menemukan bagaimana kosmologi sampai pada kondisi saat ini, dan bagaimana kosmologi dapat terus berkembang di masa depan.

In this paper, I aim to expound on how the field of science, particularly modern cosmology, finds itself in a chaotic situation. Throughout history, cosmology has not emerged through a calm and deserted road, but instead through a tumultuous and contentious series of debates that persist to this day. To begin, I will provide a brief overview of the rapid development of cosmology, tracing its origins from Classical Greece to modern times. It is worth noting that, like philosophy, cosmology is inextricably linked to its predecessor, Classical Greek thought, which served as the foundation for subsequent cosmological theories. Moving forward, I will delve into the ongoing debate between realists and antirealists regarding the definition of the universe, as well as the role of Einstein in the development of cosmology. Specifically, I will explore how Einstein contributed to the discourse surrounding the expanding universe (big bang) and the static universe. In essence, this paper aims to shed light on the chaotic and convoluted nature of cosmology, which has been shaped by a myriad of competing perspectives and theories. By examining the history of cosmology, we can better understand how it has arrived at its current state, and how it may continue to evolve in the future.

Keywords: Kosmologi, Teori Big Bang, Alam Semesta

Pendahuluan

Kajian mengenai alam semesta pada mulanya berada dalam horizon filsafat alam. Namun seiring berjalannya waktu, alam semesta dipelajari secara lebih spesifik dalam fisika (Hetherington, 1993). Misalkan saja, pembagian antara bidang ilmu astronomi, kosmologi, bahkan fisika kuantum¹. Berdasarkan minat kebanyakan orang Indonesia, kajian mengenai alam semesta, dalam hal ini kosmologi tentu dirasa tidak semenarik bidang ekonomi, psikologi, politik dan sastra. Kosmologi itu sendiri merupakan suatu bidang kajian yang melampaui “jangkauan” manusia. Ini tentu saja berbeda dengan bidang ekonomi-bisnis, yang lebih riil, nyata, dan tentu saja “menguntungkan”. Orang bisa berbicara banyak tentang ekonomi, mulai dari krisis ekonomi yang berkepanjangan

¹ Dalam dunia modern yang sarat akan gemerlapnya visualisasi dunia, kita mengenai Marvel Cinematic Universe (MCU) yang seringkali menampilkan film bertema “quantum realm”. Dalam prosesnya, pihak MCU seringkali melibatkan ahli fisika (astrofisika) di dalam filmnya (Weiss, 2021).

hingga kemiskinan struktural, namun tidak demikian halnya dengan kosmologi. Dengan kata lain, pemahaman mengenai kosmologi perlu disebarluaskan dengan tujuan mempertajam refleksi filosofis setiap orang agar menyadari betapa kecilnya manusia di hadapan semesta. Dengan demikian, akhirnya, tujuan memanusaiakan manusia dapat menjadi sebuah kenyataan yang sungguh tercipta.

Oleh karena itu, dalam artikel ini penulis akan memaparkan secara kritis refleksi filosofis mengenai kosmologi dan alam semesta. Perlu diketahui, bahwa kosmologi, seperti halnya filsafat, bukanlah ilmu yang muncul begitu saja, melainkan lahir dari rasa ingin tahu dari para filsuf akan hidup yang “chaos” melulu (H. Kragh, 2007). Penulis membagi artikel ini menjadi beberapa bagian, agar pembacaan terhadap topik ini dapat lebih tajam dan terpilah. Pertama, pada bagian pengantar, penulis akan menunjukkan secara kritis lanskap sejarah kosmologi, mulai dari zaman Yunani klasik hingga kosmologi modern. Pada bagian kedua penulis akan mengarahkan bacaan kepada sebuah diskursus mengenai evolusi kosmologi secara umum. Pada bagian ini setidaknya ada dua hal penting, yakni perdebatan antara realis dan anti-realis terkait gambaran-definitif alam semesta; serta perdebatan antara pendukung alam semesta statis dan alam semesta mengembang. Selain itu, penulis juga akan membahas peran Einstein dalam kosmologi.

Perdebatan kosmologis sangat terfragmentasi dan rumit, terbukti dengan fakta bahwa berbagai pihak seringkali menggunakan metode ilmiah untuk mengafirmasi teori mereka sendiri. Setidaknya, ada dua kubu yang terlibat dalam perdebatan ini. Pertama adalah kaum realis dan pihak kedua anti-realis. Dalam kosmologi, salah satu perdebatan antara realisme dan anti-realisme yang banyak menarik perhatian terjadi antara Galileo dan Cardinal Bellarmino (Buttner et al., 2002; Supelli, 2012). Di sisi realis adalah Galileo, yang melihat sistem Copernicus sebagai deskripsi ontologis alam, dan di sisi anti-realis, Kardinal Bellarmine merekomendasikan bahwa keseluruhan sistem hanyalah instrumen matematika untuk prediksi astronomi (Couch, 2023).

Bila mengacu pada tesis rasionalisme, ada dua komponen yang tidak bisa dikesampingkan dari pembahasan ini. Yang pertama bersifat eksistensial dan yang kedua bersifat epistemik. Atribut pertama memberi gambaran tentang alam semesta, yang memiliki referensi ontik. Sedangkan komponen kedua lebih memberikan keyakinan bahwa entitas ini merupakan fakta objektif dengan karakteristik dan struktur yang melekat yang dapat dipahami melalui teori yang sah (Mackenzie, 2023). Sebuah interpretasi realis akan alam semesta melihat kejelasan sebagai sifat independen dari alam semesta itu sendiri. Ketika orang secara efektif mencapai pemahaman rasional mereka dan pemahaman itu diuji dengan benar, hasilnya adalah munculnya sebuah kebenaran². Pandangan ini berbeda dengan pandangan kaum anti-realis, yang menafsirkan alam semesta sebagai konsep yang dibangun untuk penelitian kosmologis. Alam semesta tidak dirujuk dalam bentuk apa pun, juga bukan struktur yang terlepas dari konsep model matematis (Isaac, 1848).

Dengan dua sudut pandang ini, saat ini orang-orang dapat mendefinisikan dua bentuk alam semesta, yaitu alam semesta (universe dengan huruf kecil) dan alam semesta (Universe dengan huruf besar) (Supelli, 2012). Alam semesta huruf besar harus dimaknai sebagai suatu keberadaan yang “ilahiah”, sedangkan alam semesta huruf kecil dapat dimaknai sebagai alam semesta sejauh ia dapat diketahui (bersifat epistemologis), atau dapat juga diartikan sebagai ruang-waktu dan semua objeknya ada di dalam wilayah kemungkinan (Aloysius, 2012). Pemahaman ini dapat dicapai melalui pengamatan astronomi dan atau konsep yang menggunakan perhitungan fisik-matematika. Sementara itu, alam semesta yang dapat diamati (huruf kecil) hanya ada dengan model yang membangunnya (konstruk teoritis). Pemahaman itu dimungkinkan karena alam semesta menjadi satu kesatuan, dipikirkan menurut hukum hubungan yang ditentukan oleh manusia (Benvenuti, 2023).

Ketika berbicara tentang alam semesta yang sama sekali tidak dapat diakses oleh manusia, para kosmolog dan astronom sering mengajukan pertanyaan eksistensial untuk menggali segala macam informasi tentang alam semesta itu sendiri. Untuk melihat alam semesta yang luas ini, seseorang harus mengajukan pertanyaan: “Bagaimana alam semesta terbentuk?” Selama ini di dalam sejarah kosmologi, kosmolog dan astronom mengajukan beberapa teori untuk menjelaskan asal usul alam semesta. Salah satunya adalah teori big bang (Stokes Brown, 2007).

² Tentu saja, sebuah kebenaran dalam ilmu pengetahuan hanya bersifat sementara. Kebenaran itu dapat digagalkan oleh kebenaran baru yang lain, begitupun seterusnya (Longino, 1990).

Fred Hoyle merupakan orang yang pertama kali memperkenalkan istilah “Big Bang” pada tahun 1950. Namun, ia lebih menyukai teori alam semesta statis, yang merupakan kebalikan dari big bang (Georgievich Burago, 2017). Kedua teori ini bertentangan secara prinsip dan dalam cara kerja alam semesta itu sendiri. Para pendukung teori alam semesta statis, seperti Fred Hoyle, Herman Bondi dan Thomas Gold beranggapan bahwa alam semesta tidak berubah melainkan dinamis. Sementara itu, teori big bang mengatakan bahwa alam semesta bermula dari sebuah ledakan besar (big bang), yang kemudian berkembang dengan sistem galaksinya menjadi sebuah sistem alam semesta saat ini, dan terus mengembang (Salimpour et al., 2023).

Ketika alam semesta muncul, setelah Big Bang, awalnya terjadi sebuah ledakan yang begitu kuat, setelah itu mengembang. Teori ini dihitung secara matematis oleh Alexander Friedmann, yang menurunkannya dari relativitas umum Einstein dan didukung oleh George Lemaitre pada tahun 1927 (Lemaitre, 2000). Teorinya tentang alam semesta yang mengembang diperbarui oleh Arthur Stanley Eddington pada tahun 1930. Menurut Eddington, alam semesta sekarang mengembang karena sedikit demi sedikit terjadi pemuaiannya massa dan ukuran alam semesta sebelumnya sama dengan keseimbangan alam semesta menurut Einstein. Karena alam semesta dijelaskan menggunakan model matematika Friedmann, alam semesta mengembang dan materi atau radiasi apapun di dalamnya mendingin (Kragh, 1993). Pada temperatur yang sangat tinggi, partikel-partikel bergerak sangat cepat untuk menghindari gaya tarik-menarik yang disebabkan oleh gaya nuklir atau elektromagnetik (Tadros & Abdel-Raouf, 2021), tetapi ketika didinginkan partikel-partikel ini saling menarik dan mulai menumpuk. Selain itu, partikel memiliki banyak energi pada suhu tinggi, sehingga banyak pasangan partikel yang terbentuk saat bertabrakan (Van Royen, 2023).

Proses penciptaan alam semesta terus berlanjut dan berkembang. Gas hidrogen dan helium di galaksi pecah dan menjadi awan yang lebih kecil, yang kemudian runtuh karena gravitasinya sendiri. Di sisi lain, atom-atom awan saling bertabrakan sehingga menciptakan suhu yang cukup tinggi untuk proses fusi nuklir, yaitu konversi atom hidrogen menjadi atom helium, yang mencegah awan menyusut (Asghari & Sheykhi, 2022). Dalam keadaan ini, awan gas tetap stabil untuk waktu yang lama, membakar hidrogen untuk membentuk helium dan memancarkan radiasi yang dihasilkan sebagai panas dan cahaya. Bagian terluar bintang terkadang terlontar dalam ledakan besar yang disebut supernova, lebih terang dari bintang lain mana pun di galaksi. Waktu, antara lain, digunakan untuk menjelaskan proses dari Big Bang hingga terbentuknya galaksi. Ketepatan waktu disebutkan beberapa kali, seperti: satu detik, seratus detik, satu jam kemudian, dan seterusnya dengan tujuan untuk membantu manusia melihat berapa lama waktu yang dibutuhkan alam semesta untuk terbentuk dan mengembang (Trevisani & Lima, 2023).

Berdasarkan pemaparan di atas, maka penulis mengajukan beberapa pertanyaan yang akan dijawab dalam artikel ini, antara lain:

1. Sejauh mana pentingnya refleksi filosofis mengenai kosmologi dan perdebatannya dapat berperan dalam kehidupan sehari-hari?
2. Apakah keberadaan ilmu kosmologi berdampak signifikan terhadap perkembangan gagasan lain yang lebih pragmatis?
3. Apakah kosmologi hanya sebuah doktrin abstrak metafisik yang hampa makna?

Metode

Penelitian ini menggunakan paradigma kritis historis dengan pendekatan kualitatif berdasarkan penelitian literatur. Materi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Buku: *Cosmology, historical, literary, philosophical, religious, and scientific perspective*, yang ditulis oleh Noriss Hetherington (Hetherington, 1993).
2. Buku: *Conception of Cosmos from Myth to Accelerating Universe: A History of cosmology* yang ditulis oleh Helge Kragh (Kragh, 1993, 2007).
3. Artikel, “Did the expansion start from the beginning?”: *Imagining the Universe from Heraclitus to Hawking* yang ditulis oleh Georges Edouard Lemaitre (Lemaitre, 2000).

Dalam melakukan analisis data, peneliti menggunakan teknik triangulasi teoritis yang berkaitan dengan materi penelitian dan beberapa sumber otoritatif lain yang sesuai dengan cakupan penelitian ini. Oleh karena itu, peneliti melanjutkan dengan langkah-langkah berikut (Creswell & Creswell, 2018):

1. Pengembangan kerangka konseptual. Dalam fase ini, peneliti merumuskan identifikasi masalah dan mencoba membuat desain dan prosedur studi. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan fenomena yang terkait dengan diskursus kosmologis yang terjadi dalam studi literatur dan mencoba merumuskan hipotesis berdasarkan teori yang ada.
2. Pengembangan instrumen. Pada bagian ini, peneliti merumuskan beberapa teori yang diuraikan dalam deskripsi panjang artikel ini. Pendekatan kualitatif dari fisika dan filsafat berfungsi sebagai instrumen teoritis.
3. Analisis data. Pada bagian ini, peneliti membuat pernyataan deskriptif yang diperoleh dari pembacaan materi penelitian. Persiapan data membantu peneliti untuk memberikan ruang untuk mengelaborasi hubungan di antara variabel yang diselidiki dalam penelitian ini.
4. Kesimpulan. Pada bagian ini, peneliti membuat simpulan dari penelitian ini.

Melalui langkah-langkah ini, harapannya, peneliti akan mendapatkan gambaran lengkap mengenai:

1. Sejarah Singkat Alam Semesta
2. Perdebatan Kosmologis
3. Peran Einstein dalam Kosmologi
4. Kontroversi antara alam semesta statis dan berkembang.

Hasil dan Pembahasan

Sejarah Kosmologi

Sejarah kosmologi setua keberadaan manusia di bumi. Kosmologi adalah ilmu yang landasannya berasal dari refleksi filosofis menyangkut upaya manusia untuk memahami kosmos, gambaran tentang sejarah alam semesta dan keberadaan manusia di dalamnya (Benvenuti, 2023). Kosmologi juga tidak menghindari studi tentang ruang dan waktu, studi tentang asal usul alam semesta dan isinya, dan studi tentang peristiwa di ruang angkasa, termasuk asal usul kehidupan (Kragh, 1993). Kosmologi sendiri harus dibedakan dari kosmogoni. Meskipun ada hubungan yang saling terkait antara kosmologi dan kosmogoni. Kosmogoni sendiri berarti kisah lahirnya alam semesta (Kragh, 2007). Kosmogoni tidak menjelaskan, sebagaimana hubungan logika, historisitas, atau penjelasan filosofis dengan asal mula alam semesta itu sendiri tidak dijelaskan. Hubungan antara kosmogoni dan kosmologi itu sendiri tidak lebih dari peran mereka, yaitu keduanya mempelajari citra dunia dan pola alam semesta yang berubah dari waktu ke waktu (Andrews, 2021).

Perkembangan kosmologi tidak lepas dari pemikiran para filosof Yunani kuno yang menciptakan langkah awal kosmologi. Kekuatan utama dalam kosmologi Yunani adalah gerak (Supelli, 2012). Dalam konteks ini, gerak dipahami tidak hanya sebagai gerak suatu objek, melainkan sebagai realisasi dari potensi tindakan. Setidaknya prinsip-prinsip gerak menurut pemikiran kosmologis Yunani memiliki dua sifat, yaitu gerak sebagai perubahan potensial aksi dan gerak sebagai gerak benda karena adanya penggerak (Svrydenko & Khomenko, 2019). Dalam kosmologi Yunani dikenal dua gerak, gerak melingkar dan gerak lurus. Gerak melingkar adalah gerak yang lebih sempurna daripada gerak lurus. Dan alam semesta bergerak dalam lingkaran dan tidak terbatas. Prinsip utama pemikiran kosmologis Yunani adalah bahwa sebuah ide membentuk sistem yang lengkap di mana setiap bagian mengikuti secara logis dari bagian lainnya (López-Corredoira & Marmet, 2022).

Kosmologi Yunani juga menolak kehampaan, artinya segala sesuatu yang ada tidak mungkin muncul dari ketiadaan/kehampaan (Sheykhi & Farsi, 2022). Dalam kosmologi Yunani, khususnya dalam pemikiran Aristoteles, diyakini bahwa ada penggerak yang tidak dapat digerakkan oleh apapun, penggerak tersebut berada di lapisan terluar alam semesta dan merupakan sumber pergerakan langit yang disebut *primum mobile*. Kekuatan pendorong tak tergoyahkan inilah yang menggerakkan alam semesta dan berada di lapisan luar. Wilayah ini

memiliki dua bagian yaitu wilayah sublunar dan wilayah superlunar (Kragh, 2007). Pengklasifikasian wilayah ini dipengaruhi oleh pemikiran Aristoteles tentang dua dunia. Wilayah sublunar terdiri dari Bumi ke Bulan, sedangkan wilayah superlunar adalah wilayah langit bulan ke atas. Wilayah sublunar terdiri dari empat elemen, yaitu bumi, udara, api, dan air. Pembagian empat elemen ini pertama kali diusulkan oleh Empedocles. Meskipun wilayah Superlunar tersusun dari unsur-unsur yang berbeda dengan wilayah Sublunar yaitu aether/aether.

Dalam kosmologi abad pertengahan, pemikiran kosmologis Yunani ditarik ke dalam ranah teologi. Contohnya Dante dalam *Divine Comedy* (Hetherington, 1993). Itu dimulai dengan kosmologi Yunani. Dalam karyanya ia menunjukkan tujuh lapisan planet yang bergerak dari barat ke timur dan keberadaan primum yang bergerak. Juga, Dante menambahkan bahwa di atas kosmos fisik adalah kosmos spiritual yang dihuni oleh para malaikat (Kragh, 2007).

Sejak Abad Pertengahan, kosmos dipahami sebagai hal yang berkaitan dengan geosentris. Saat itu, gagasan bahwa tujuh planet dan bintang berputar mengelilingi bumi diterima. Benda superlunar bergerak dalam lingkaran dengan kecepatan konstan. Area di bawah bulan bersifat sementara dan terdiri dari empat elemen. Ranah supermoon tidak diubah oleh elemen halusnya. Kosmologi abad pertengahan juga menerima konsep tidak adanya kekosongan. Seiring waktu, kosmologi berkembang sangat pesat, tidak meninggalkan jejak kosmologi sebelumnya (Hetherington, 1993). Kosmologi masa kini, atau yang lebih dikenal dengan kosmologi modern, yang dibahas nanti dalam artikel ini, sebenarnya muncul karena Einstein menolak positivisme. Nyatanya, model positivisme Mach, membantu Einstein menghancurkan konsep sistem koordinat absolut dan merumuskan relativitas khusus pada tahun 1905 (Millano et al., 2023).

Peran Einstein dalam Kosmologi

Perkembangan kosmologi seakan menghardik kita untuk menyadari bahwa dunia kehidupan tidak sepenuhnya manusiawi. Begitu mudah kita angkuh dan menyombongkan diri, padahal manusia hanyalah setitik debu yang tersebar di alam semesta. Menariknya di sini, ketika manusia menjadi bagian kecil dari alam semesta, manusia masih mampu berpikir tentang kosmos melalui berbagai cara, salah satunya adalah dengan menerapkan metode penelitian ilmiah.

Artikel ini bermaksud untuk menunjukkan setidaknya “fenomena kaotik” yang terjadi dalam bidang kosmologi. Dari sudut pandang para pendukung alam semesta yang mengembang, mereka berpendapat bahwa alam semesta tidak dapat statis dengan mengandalkan teori relativitas (sehingga mengantisipasi kesimpulan Friedman dan Lemaître). Terkejut dengan hasilnya, Einstein menambahkan “konstanta kosmologis” ke dalam persamaannya agar muncul “jawaban yang benar” karena para astronom meyakinkannya bahwa alam semesta itu diam dan tidak ada cara lain untuk menyesuaikan persamaannya dengan model seperti itu (Nurowski, 2021). Beberapa tahun kemudian, Einstein mengakui bahwa konstanta kosmologis ini adalah kesalahan terbesar dalam karirnya. Seiring waktu, Lemaître berhasil menyempurnakan posisi konstanta kosmologis Einstein tersebut.

Secara teori, Einstein menemukan model alam semesta statis pada tahun 1917 (Nurowski, 2021). Ketika ia merumuskan teori relativitas umum, dia melihat adanya kemungkinan energi gravitasi disimpan dalam kurva ruang-waktu kosong (Heydarzade et al., 2017). Kelengkungan ini disebut konstanta kosmologis, dan Einstein menambahkannya ke persamaan medan untuk mengatasi ketidakstabilan modelnya, karena para ilmuwan pada saat itu percaya bahwa alam semesta itu statis, dan Lemaître kemudian mengembangkan prinsip tersebut menjadi konsep alam semesta mengembang. Dari perspektif astronomi, langkah Einstein sangat masuk akal. Saat itu diyakini bahwa alam semesta hanyalah Bima Sakti. Tidak ada pola gerak bintang yang dapat diamati pada skala Bima Sakti yang cukup signifikan untuk menyimpulkan apakah alam semesta mengembang atau tidak. Einstein baru menyadari kala itu saat lahir penemuan teleskop Hubble pada tahun 1929 (Buenker, 2021).

Ketika Lemaître menyiapkan disertasinya, ia mencoba kembali kepada teori relativitas Einstein. Seperti perhitungan Einstein sepuluh tahun sebelumnya, perhitungan Lemaître menunjukkan bahwa alam semesta mengembang atau menyusut. Tidak seperti Einstein, yang membayangkan bahwa ada gaya kosmik yang konstan dan membuat alam semesta tetap stabil, Lemaître percaya bahwa alam semesta mengembang (Lemaître, 2000). Kesimpulan ini didapat setelah mengamati pancaran kemerahan, yang dikenal sebagai redshift, yang mencakup

objek di luar Bima Sakti. Jika cahaya atau pijaran tersebut dipahami sebagai fenomena Doppler, maka fenomena redshift berarti galaksi lain sedang bergerak menjauhi galaksi kita. Pergeseran merah juga bisa disebabkan oleh tiga alasan. Pertama, pergerakan sumber. Jika sumber cahaya menjauh dari pandangan pengamat, maka terjadi pergeseran merah; jika sumbernya lebih dekat ke pandangan pengamat, maka terjadi pergeseran biru. Ini berlaku untuk semua gelombang dan dijelaskan oleh efek Doppler (Fischbacher et al., 2023). Jika sumber bergerak menjauhi pengamat dengan kecepatan v dan kecepatan tersebut jauh lebih kecil daripada kecepatan cahaya c , maka pergeseran merah dapat didekati dengan $z \approx v/c$.

Kedua, perluasan ruang. Model yang saat ini digunakan oleh kosmologi mengasumsikan perluasan ruang. Cahaya mengalami pergeseran merah saat ruang mengembang (Ferrami et al., 2023). Dalam arti tertentu, perluasan ruang dan perubahan sumber adalah perspektif yang berbeda pada fenomena yang sama: Secara alternatif dan ekuivalen, sumber diam dapat digunakan sebagai pengganti sumber bergerak dan ruang antara sumber dan penampil dapat diperluas.

Dan ketiga, efek gravitasi. Relativitas umum menyatakan bahwa cahaya yang bergerak melalui medan gravitasi yang kuat mengalami pergeseran merah atau biru. Ini dikenal sebagai transformasi Einstein (Ghosh & Chakraborty, 2023). Efek ini sangat kecil namun dapat diukur dengan menggunakan efek Mössbauer di Bumi. Tetapi efek ini signifikan di dekat lubang hitam, dan saat objek mendekati cakrawala, warna merah menjadi tak terhingga. Pergeseran merah gravitasi ditawarkan sebagai penjelasan atas dugaan pergeseran merah pada 1960-an, meskipun saat ini sebagian besar ditolak (Millano et al., 2023).

Peran Lemaitre

Lemaitre menerbitkan perhitungan dan pertimbangannya pada tahun 1927 di jurnal Belgia *Annales de la Societe scientifique de Bruxelles*. Ia tidak mendapat banyak perhatian karena publikasinya tidak banyak dibaca oleh para astronom di luar Belgia. Pada tahun 1929, pengamatan sistematik Edwin Hubble terhadap galaksi-galaksi lain mengkonfirmasi pergeseran merah tersebut. Royal Astronomical Society of England menyadari konflik antara observasi visual dan relativitas. Sir Arthur Eddington menawarkan untuk mencari solusi. Mendengar upaya Eddington, Lemaitre mengiriminya salinan karyanya, yang diterbitkan pada tahun 1927. Eddington kemudian menyadari bahwa Lemaitre telah menjembatani kesenjangan antara observasi dan teori yang ada. Sehingga pada bulan Maret 1931, atas saran Eddington sendiri, Royal Astronomical Society menerbitkan terjemahan bahasa Inggris dari tulisan Lemaitre dalam jurnal bulanannya. Banyak ilmuwan yang belakangan membaca tulisan Lemaitre sepakat bahwa alam semesta mengembang. Namun pada saat itu, para ilmuwan sulit menerima kenyataan bahwa alam semesta memiliki permulaan seperti teori Lemaitre. Eddington sendiri menulis di jurnal *Nature* berbahasa Inggris bahwa gagasan asal usul alam semesta sulit diterima.

Lemaitre menanggapi Eddington dalam sebuah surat yang juga diterbitkan di *Nature* pada 9 Mei 1931. Lemaitre menemukan bahwa alam semesta memiliki titik awal di mana semua materi dan energinya terkonsentrasi pada apa yang disebutnya atom primordial (Zhang & Wang, 2021). Jawaban singkat di *Nature* yang diterbitkan hanya tujuh minggu setelah artikel Eddington pada edisi sebelumnya, menimbulkan pertanyaan yang masih membangkitkan minat hingga saat ini: Hubungan antara kosmogoni dan fisika kuantum. Dia tidak menerima semua argumen Eddington; Sebaliknya, dia menggunakan kebencian Eddington sebagai kesempatan untuk menunjukkan model yang menurut Lemaitre lebih kredibel dan menarik, seperti yang ia tuliskan pada artikelnya. Jika alam semesta dimulai dari satu kuantum, konsep ruang dan waktu bersama tidak akan berarti apa-apa. Ruang dan waktu hanya berperan jika besaran awal dipecah menjadi besaran-besaran yang cukup banyak. Jika pendapat ini benar, maka permulaan alam semesta terjadi beberapa waktu sebelum penciptaan ruang dan waktu.

Meski banyak penghargaan yang diterimanya, masih ada masalah dengan teori Lemaitre. Salah satunya adalah perhitungan Lemaitre tentang laju pemuai alam semesta. Jika alam semesta terus mengembang, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai radius saat ini akan terlalu singkat untuk membentuk bintang dan planet. Lemaitre memecahkan masalah itu dengan menerapkan konstanta kosmologis Einstein. Konstanta kosmologis yang dimaksud adalah Λ (lamda). Alasan Einstein menambahkan konstanta ini adalah karena model yang

dihasilkan dari alam semesta menghasilkan sifat dinamis yang tak terbayangkan sebelumnya. Lemaitre mengenali kesalahan Einstein menggunakan konstanta tersebut tetapi dengan “nilai” yang berbeda sehingga menghasilkan model yang lebih dinamis. Pilihan Eddington atas alam semesta tanpa awal lebih didasarkan pada penolakan pribadinya terhadap model alam semesta mengembang. Dia berasumsi bahwa alam semesta tidak memiliki permulaan karena berada dalam keadaan statis tanpa batas waktu. Menurutnya, gagasan awal tatanan alam semesta secara filosofis “menjijikkan”. Dan ketika Einstein menolak Λ , alam semesta Eddington tidak disukai justru karena model Lemaitre yang lebih dapat diterima.

Kesimpulan

Dari pemaparan panjang dan pelik di atas, pada akhirnya membawa kita pada suatu landskap yang sederhana, bahwa kosmologi pada prinsipnya telah berkembang begitu cepat justru karena rasa laparnya sendiri. Melalui metode ilmiah, para ahli kosmologi, ilmuwan, dan filosof pun mencari kebenaran di antara kebenaran-kebenaran yang tersebar di seluruh alam pemikiran. Salah satu filosof yang terus mengulang penemuan makna kebenaran adalah Karl Popper. Misalnya mengapa ia lebih memilih dan mengutamakan teori Einstein daripada teori Newton, antara lain karena (1) teori Einstein memuat hal-hal yang lebih akurat daripada teori Newton, (2) teori Einstein menjelaskan lebih banyak fakta daripada teori Newton, (3) teori Einstein lulus tes kesahihan, sementara teori Newton gagal, dan (4) teori Einstein juga dapat menghubungkan berbagai masalah yang sebelumnya tidak berhubungan.

Dalam hal ini, Popper menunjukkan bahwa antara isi teori dan kebenaran hubungan tersebut diukur derajat kesesuaian antara keduanya. Popper mempresentasikan tesisnya, yang disebut *verisimilitude*, secara lebih rinci. Realitas tidak sama dengan probabilitas karena kebenaran terhubung dengan konten yang benar, tetapi kebenaran mungkin terhubung dengan hal yang non-substansi (Antonov, 2022). Dengan pemahaman ini, seseorang tidak akan pernah bisa membenarkan suatu teori. Dengan kata lain, teori Lemaitre, meskipun awalnya ditertawakan oleh para ilmuwan, akhirnya menjadi teori yang kokoh bahkan dipuji oleh banyak kalangan. Karena teori tersebut telah lulus ujian (terbukti) dari otoritas terkait. Memang demikianlah kosmologi menampakkan keagungannya dan mengada sepenuhnya melalui jalan yang terjal dan berliku, melalui perdebatan dan kritik. Tapi disitulah letak kekuatannya. Kosmologi sebagai ilmu yang berdiri dengan identitas aslinya yang hidup “di kedalaman” yang sunyi.

Daftar Pustaka

- Aloysius, mark. (2012). Apakah Kosmologi itu Sains?: Implikasi Metodologis, Epistemik dan Ontik Teori Big Bang dan Teori Steady State. *Jurnal Driyarkara*, 33(1).
- Andrews, N. (2021). Gilding Kepler’s cosmology. *Journal for the History of Astronomy*, 52(1), 3–32. <https://doi.org/10.1177/0021828620987320>
- Antonov, A. (2022). Karl Popper and the Problem of Essentialism in Philosophy. *RUDN Journal of Philosophy*, 26(3), 672–686. <https://doi.org/10.22363/2313-2302-2022-26-3-672-686>
- Asghari, M., & Sheykhi, A. (2022). Observational Constraints on the Fractal Cosmology. *European Physical Journal C*, 82(10). <https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-022-10927-4>
- Benvenuti, P. (2023). Cosmology, Cosmologia, and Reality: How the Cosmological Model Challenges the Intelligibility of Reality. *Religions*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/rel14050601>
- Buenker, R. J. (2021). Big Bang Theory Based on Hubbles Constant. *Journal of Physics & Optics Sciences*, 3(2).
- Buttner, J., Damerow, P., Renn, J., Schemmel, M., & Valleriani, M. (2002). *Galileo and the Shared Knowledge of His Time*. <https://www.researchgate.net/publication/2829709>
- Couch, D. (2023). Realist Analysis. In J. M. Okoko, S. Tunison, & K. D. Walker (Eds.), *Varieties of Qualitative Research Methods* (pp. 407–412). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-04394-9_63
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods*

- Approaches. In *New Horizons in Adult Education and Human Resource Development* (Issue 3). Sage Publication, Inc. <https://doi.org/10.1002/nha3.20258>
- Ferrami, G., Stuart, I. J., & Wyithe, B. (2023). Gravitational Lensing Modification of the High Redshift Galaxy Luminosity Function. *Royal Astronomical Society*. <https://doi.org/10.1093/mnrasl/slad050/7147308>
- Fischbacher, S., Kacprzak, T., Blazek, J., & Refregier, A. (2023). Redshift Requirements for Cosmic Shear with Intrinsic Alignment. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 2023(1). <https://doi.org/10.1088/1475-7516/2023/01/033>
- Georgievich Burago, S. (2017). About the Theory of the Big Bang. *The General Science Journal*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26288.35840>
- Ghosh, P., & Chakraborty, S. (2023). Spectral Classification of Quasar Subject to Redshift: A Statistical Study. *Computer Sciences and Mathematics Forum*. <https://doi.org/10.3390/IOCMA2023-14418>
- Hetherington, S. N. (1993). *Cosmology: Historical, Literary, Philosophical, Religious, and Scientific Perspective*. Garland Reference Library of Humanities.
- Heydarzade, Y., Khodadi, M., & Darabi, F. (2017). Deformed Holava–Lifshitz Cosmology and Stability of the Einstein Static Universe. *Theoretical and Mathematical Physics(Russian Federation)*, 190(1), 130–139. <https://doi.org/10.1134/S0040577917010111>
- Isaac, N. (1848). *The Mathematical Principles of Natural Philosophy* (trans. Andrew Motte). Daniel Adee.
- Kragh, helge. (1993). *Big Bang Cosmology*". *Cosmology: Historical, Literary, Philosophical, Religious, and Scientific Perspectives* (S. N. Hetherington, Ed.). Garland Publishing, Inc.
- Kragh, H. (2007). *Conception of Cosmos from Myth to the Accelerating Universe: A History of Cosmology*. Oxford University Press.
- Lemaitre, G. E. (2000). Did the Expansion Start from the Beginning? In *The Book of The Cosmos: Imagining the Universe from Heraclitus to Hawking*. Perseus Publishing.
- Longino, H. (1990). *Science as Social Knowledge*. Princeton University Press.
- López-Corredoira, M., & Marmet, L. (2022). Alternative Ideas in Cosmology. *International Journal of Modern Physics D*, 31(8). <https://doi.org/10.1142/S0218271822300142>
- Mackenzie, T. (2023). Rationality and Presocratic Cosmology in Sophocles' Antigone. *The Journal of Hellenic Studies*, 1–19. <https://doi.org/10.1017/s0075426922000088>
- Millano, A. D., Leon, G., & Paliathanasis, A. (2023). Phase-Space Analysis of an Einstein–Gauss–Bonnet Scalar Field Cosmology. *Mathematics*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/math11061408>
- Nurowski, P. (2021). Poincare-Einstein Approach to Penrose's Conformal Cyclic Cosmology. *Classical and Quantum Gravity*, 38(14). <https://doi.org/10.1088/1361-6382/ac0237>
- Salimpour, S., Tytler, R., Fitzgerald, M. T., & Eriksson, U. (2023). Is the Universe Infinite? Characterising a Hierarchy of Reasoning in Student Conceptions of Cosmology Concepts Using Open-Ended Surveys. *Journal for STEM Education Research*. <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00088-8>
- Sheykhi, A., & Farsi, B. (2022). Growth of Perturbations in Tsallis and Barrow Cosmology. *European Physical Journal*, 82(12). <https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-022-11044-y>
- Stokes Brown, C. (2007). *Big History: from the Big Bang to the Present*. London Press.
- Supelli, K. (2012). Menelusuri Jejak Kosmos. *Jurnal Driyarkara*, XXXIII(1).
- Svyrydenko, D., & Khomenko, G. (2019). International Society of Philosophy and Cosmology: Fifteen-Year History and Modernity. *Philosophy and Cosmology*, 23. <https://orcid.org/0000-0001-6126-1747>
- Tadros, P., & Abdel-Raouf, M. A. (2021, December 21). On models of Cosmology. *High Energy Physics-Theory*. <http://arxiv.org/abs/2112.11169>
- Trevisani, S. R. G., & Lima, J. A. S. (2023). Gravitational Matter Creation, Multi-fluid Cosmology and Kinetic Theory. *The European Physical Journal C*. <https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-023-11301-8>

- Van Royen, J. (2023). The Speed of Light Is Not Constant in Basic Big Bang Theory. *Journal of Modern Physics*, 14(03), 287–310. <https://doi.org/10.4236/jmp.2023.143019>
- Weiss, A. (2021). Marvel Cinematic Universe Introductions. *Journal of Methods and Measurement in the Social Sciences*, 12(1), 52–55.
- Zhang, G., & Wang, X. (2021). There Can be No Dark Energy or Space Expansion Because Radiation Pressure Forces Can Cause the Universe to Expand. *Journal of Physics: Conference Series*, 2014(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2014/1/012010>

