

ISSN: 0216-0243

JURNAL FILSAFAT

# DARIYARUKARA

Th. XXXIII No.1/ 2012

## Kosmologi

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



## **DRIYARKARA**

DRIYARKARA - Jurnal filsafat tiga bulanan ini menyediakan wadah ilmiah untuk tulisan-tulisan yang bebas dan mandiri dalam meneburkan diri dan mengeksplorasi permasalahan filsafat. DRIYARKARA bermaksud membawa pembaca mengurugi arus-arus wacana dan diskusi baik tematis maupun mengenai tokoh-tokoh pemikir tertentu. Dengan berpayung pada figur seorang pakar filsafat dan pelopor perkembangan filsafat di perguruan tinggi, Prof. Dr. Driyarkara, S.J. jurnal ini merangsang Anda dan semua orang untuk berpikir kritis, berkembang, dan bermoral.

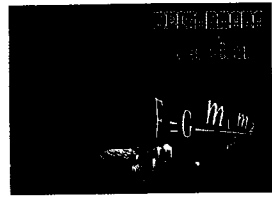
### **CARA BERLANGGANAN:**

Datang langsung ke alamat  
Jl. Cempaka Putih Indah 100A, Jembatan Serong,  
Rawasari, Jakarta 10520  
Fax (021) 4224866, telp. (021) 4247129

Hubungi bagian pemasaran  
melalui e-mail [redaksi.driyarkara@yahoo.com](mailto:redaksi.driyarkara@yahoo.com)  
atau melalui Sdr. Hugo Bayu  
[amdido@gmail.com](mailto:amdido@gmail.com)

Langganan satu tahun 3 edisi Rp. 54.000,00  
Termasuk ongkos kirim

COVER



### **Penanggung Jawab**

Ant. Widyarsono

### **Penerbit**

Senat Mahasiswa STF Driyarkara

### **Ketua Umum**

B. Christian Yudo

### **Redaksi**

F. Pieter Dolle

Benny Beatuy Wetty

Anggun Sugiyono

Y. D. Anugrahbayu

Hireka Eric

H. Angga Indraswara

Aura Asmaradana

### **Bendahara**

Kristino Mari Asisi

Aloysius Dian Permana

### **Distributor**

Hugo Bayu

Darmawan Agung

Bagus Widyawan

Ardiansyah

### **Desain dan Lay-out**

Hendricus Satya Wening P.

Juprianto Bulu Toding

### **Ilustrator**

Paulus Prabowo

Ferry

### **Alamat redaksi:**

Jurnal Filsafat Driyarkara, Jl. Cempaka Putih Indah 100A,  
Jembatan Serong, Rawasari  
Jakarta 10520

**Email:** [redaksi.driyarkara@yahoo.com](mailto:redaksi.driyarkara@yahoo.com)

**No. Rekening:** 706.030.3694 atas nama

Yayasan Pendidikan Driyarkara,

BCA Cempaka Putih Raya

# DRIYARKARA

Th. XXXIII No. 1/ 2012

## Daftar Isi

Menelusuri Jejak Kosmos (Sebuah Pengantar) KARLINA SUPELLI.....	3
Konsep Gerak Aristoteles dan Pengaruhnya dalam Sejarah Kosmologi Barat MEITTY JOSEPHIN BALONTIA.....	15
Penafsiran Instrumentalistik versus Penafsiran Realistik Penerimaan Terhadap Teori Copernicus di Masanya CHANDRA SAPUTRA PURNAMA.....	27
Galileo: Kisah dan Dukungannya terhadap Heliosentrisme Copernicus B. CHRISTIAN TRIYUDO P.....	39
Prinsip Antropik RILIANA OKTAVIANI.....	59
Apakah Kosmologi itu Sains?: Implikasi Metodologis, Epistemik dan Ontik Teori Big Bang dan Teori Steady-State MARK ALOYSIUS.....	71
Konstanta Kosmologis: Dari Einstein sampai Energi Gelap FITRI ARMALIVIA McNEIL.....	85

# Menelusuri Jejak Kosmos (Sebuah Pengantar)

KARLINA SUPELLI\*

*Apakah sumbangan filsafat bagi kosmologi masa kini?  
Apakah sumbangan kosmologi bagi filsafat?*

**K**ata Stephen Hawking, tidak ada. Meniru lagak penganut pascamodernisme, Hawking mendeklarasikan kematian filsafat. "Filsafat sudah mati. Filsafat tidak mengikuti perkembangan sains khususnya fisika modern". Padahal pertanyaan-pertanyaan tentang hakikat realitas dan asal muasal segala sesuatu, yang dulu merupakan pertanyaan filsafat, sekarang sudah diambil alih oleh fisika modern.<sup>1</sup>

Steven Weinberg punya pendapat serupa, meski ia tidak menganggap filsafat sudah mati. Ia hanya mengatakan bahwa para filsuf yang berspekulasi tentang problem-problem fisika seperti ruang dan waktu, kausalitas atau hakikat partikel dasar sebetulnya bekerja di luar "jurisdiksinya".<sup>2</sup> Ia tentu juga akan menganggap pertanyaan di awal tulisan ini sia-sia. Kata Weinberg, filsafat bermanfaat bagi sains karena melindungi sains dari filsafat yang lebih buruk.<sup>3</sup> Menariknya, kosmologi juga bukan topik yang populer di kalangan filsuf profesional.<sup>4</sup>

Sikap sinis Weinberg terhadap filsafat sebetulnya lebih tertuju kepada positivisme dan relativisme. Ia memberi contoh 'filsafat yang buruk' melalui pengalaman Walter Kaufmann di Berlin yang ia bandingkan dengan J.J.

**Kata Weinberg, filsafat bermanfaat bagi sains karena melindungi sains dari filsafat yang lebih buruk.**



## Kosmologi modern lahir karena Einstein menenggalkan positivisme.

Thomson di Inggris. Secara terpisah, keduanya melaksanakan eksperimen yang kelak dikenal sebagai penemuan elektron. Eksperimen Kaufmann lebih akurat tetapi hanya Thomson yang tercatat sebagai penemu elektron. Thomson rupanya terbiasa dengan ide spekulatif tentang

atom di dalam tradisi fisika Inggris yang dikembangkan oleh Newton dan Dalton. Ketika mengamati lengkungan sinar katoda, ia tidak hanya melaporkan gejala yang ia amati tetapi mengajukan hipotesis tentang kemungkinan adanya partikel baru. Sedangkan Kaufmann bekerja di bawah cuaca positivistik yang menolak spekulasi tentang objek-objek yang tidak kelihatan. Kaufman hanya melaporkan gejala teramati di dalam tabung katoda dan mencatat angka-angka yang terukur.

Kosmologi modern lahir karena Einstein menenggalkan positivisme. Padahal positivisme model Mach membantu Einstein menghancurkan konsep sistem koordinat mutlak dan merumuskan teori relativitas khusus (1905). Waktu itu, Einstein juga mendefinisikan konsep-konsep secara operasional berdasarkan apa yang secara aktual diamati dalam eksperimen. Namun dalam proses merumuskan teori relativitas umum (1916), Einstein menyimpulkan, sains punya tujuan konstruktif-spekulatif dan intuitif daripada semata-mata deskriptif. Saat itu, Einstein menyadari bahwa positivisme tidak akan melahirkan sesuatu yang bermakna, "kecuali membinasakan kutu-kutu yang mengganggu".<sup>5</sup>

Kritik Dingle yang dibahas Mark Aloysius dalam artikelnya di jurnal ini tidak dapat dilepaskan dari kecenderungan cara pikir empirisistik yang naif dan bahkan positivistik. Dingle - dalam dua gelombang serangannya terhadap kosmologi<sup>6</sup> - menyimpulkan bahwa kosmologi bukan sains. Bagi Dingle, prinsip kosmologis melahirkan *kosmitologi* alias sains semu, dan bukan kosmologi. Ia bersikukuh bahwa untuk menjadi sains, setiap penelaahan terhadap alam semesta harus berangkat dari observasi sehingga setiap prinsip-prinsip umum adalah hasil generalisasi empiris.

Prinsip kosmologis adalah tulang punggung metodologis yang paling penting di dalam kosmologi. Prinsip ini adalah satu dari tiga kaki penunjang stabilitas kosmologi modern.<sup>7</sup> Asumsi tentang sifat homogen dan isotropis agihan materi-energi di dalam prinsip kosmologis memungkinkan kosmolog mengandaikan tidak ada posisi khusus dalam alam semesta, dan semua objek fisis berevolusi menurut hukum-hukum fisika yang sama. Prinsip kosmologis juga menjamin hasil pengamatan astronomis tidak hanya berlaku lokal sehingga, dengan cukup hati-hati, kosmolog dapat melakukan perampatan ataupun ekstrapolasi ke kawasan yang tidak terjangkau observasi. Dengan asumsi itulah, Einstein membangun model alam semesta yang pertama.

Kendati pada mulanya adalah asumsi, prinsip kosmologis terbukti konsisten dengan model pemuaian alam semesta dan sifat radiasi latar gelombang-renik (*cosmic microwave background radiation* - CMBR) yang terdeteksi pertama kali tahun 1965. Intensitas CMBR sama di segala arah dengan fluktuasi kecil temperatur yang selanjutnya dipelajari sebagai indikasi tentang agihan materi dan radiasi saat alam semesta masih sangat muda. Kosmologi modern hanya menjadi mungkin karena keteguhan Einstein, dan kemudian Willem de Sitter, untuk tidak terperangkap dalam skeptisisme positivistik.

Dalam kritiknya, Dingle menuding para kosmolog menghidupkan kembali penalaran model Aristoteles yang sudah digugurkan oleh Galileo. Seperti ditulis oleh Meitty Josephin Balontia, model alam semesta yang dikembangkan dari pemikiran Aristoteles bertahan lama dalam sejarah kosmologi barat dan bahkan menjadi dasar bagi kosmologi moral sampai zaman renaissance. Orang tidak mungkin memahami perkembangan kosmologi modern dan mengerti muasal ketegangan religius-politis yang sempat muncul, tanpa memahami kosmologi yang berkembang berdasarkan model Aristoteles. Sementara kosmologi Aristoteles tidak mungkin dimengerti tanpa konsepnya tentang gerak yang persis ditolak oleh Galileo.

Galileo tidak terlalu berminat pada kosmologi. Ia mendekati problem astronomis sebagai problem fisika karena ia ingin menunjukkan bahwa hukum fisika berlaku sama, baik di bumi maupun di langit. Dampak penolakan Galileo terhadap Aristotelianisme juga dapat kita baca dalam tulisan Christian Triyudo. Yudo mencoba menelusuri ketegangan yang muncul akibat dukungan Galileo terhadap sistem Copernicus sebagai problem metodologis - yang tentu saja bertumpangtindih dengan problem epistemologis dan bahkan perkara otoritas religius-politis.

Terkait sistem Copernicus, hal yang cukup menarik adalah "ketegangan tertunda" berkat kecerdikan Andreas Osiander yang dipaparkan oleh Chandra Saputra Purnama. Osiander membubuhkan pengantar tambahan ke dalam karya Copernicus dan di situ, ia menekankan perlunya sikap instrumentalistik saat membaca buku Copernicus. Sebagai sarana kalkulasi astronomis, sistem heliosentris tidak perlu dipermasalahkan benar atau tidak. Sebuah sarana tidak menyatakan apa-apa tentang realitas. Upaya Osiander berhasil menyelamatkan *de Revolutionibus* selama 70 tahun, sebelum akhirnya masuk ke dalam daftar karya terlarang Gereja Katolik. Selama 70 tahun itulah, konsep Copernicus dipelajari secara serius antara lain oleh Galileo, Brahe, dan Kepler.

Kepler mewarisi problem astronomis dari Tycho Brahe yang berpesan agar ia mencermati anomali gerak planet Mars. Data Mars melenceng 8

**Prinsip kosmologis adalah tulang punggung metodologis yang paling penting di dalam kosmologi.**

menit busur dari perhitungan berdasarkan sistem heliosentris. Brahe mencoba mengatasinya dengan memperkenalkan tata planetnya sendiri, tetapi Kepler berhasil memecahkan masalah itu dengan mempertahankan sistem heliosentris namun menggosur keyakinan Copernicus terhadap kesempurnaan bentuk orbit lingkaran. Ketiga hukum gerak planet yang ditemukan Kepler merupakan hasil generalisasi empiris. Meskipun Kepler tidak dapat menjelaskan prinsip dasar yang mengatur gerak planet dalam orbit elips, penemuannya cukup menakjubkan. Hubbard dan West mencoba membayangkan pencapaian Kepler yang dilakukan dari sebuah observatorium yang terletak di salah satu tempat paling berkabut di dunia, di sebuah pulau antara Denmark dan Swedia,

*"...menerapkan hasil observasi selama 14 tahun untuk sampai pada hukum-hukum itu ... tanpa teleskop ataupun sarana pengukuran yang cermat, sebelum penemuan geometri analitik, dan tanpa metode penentuan jarak ke benda-benda langit ... Juga dengan mengetahui bahwa hukum-hukum itu benar, dengan menggunakan kalkulator maupun teleskop, tetaplah tidak jelas apa yang mesti kita amati untuk menyimpulkan adanya hukum-hukum tersebut."*<sup>8</sup>

Lewat hukum-hukum Kepler itulah, Newton berhasil merumuskan teori gravitasi dan membangun landasan untuk suatu sains tentang alam semesta. "Filsafat Alam berisi penemuan atas kerangka dan cara kerja Alam, serta menyatakannya, sebisa mungkin, ke dalam Kaidah-kaidah umum atau Hukum-hukum, menentukan kaidah-kaidah itu melalui observasi dan eksperimen, lalu mendeduksikan sebab dan akibat segala sesuatu..." tulis Newton dalam *Scheme for establishing the Royal Society* ketika ia terpilih menjadi Presiden *Royal Society* tahun 1703.<sup>9</sup>

Pernyataan Newton itu melukiskan dengan tegas perbedaan antara sains dan kontemplasi tentang alam. Galileo sudah menyampaikan perbedaan itu dengan artikulasi yang berbeda dalam *Two New Sciences* (1638). Melalui karya Galileo dan Newton, filsafat alam yang kini kita sebut sebagai sains menemukan jalan untuk memisahkan diri dari filsafat secara umum.

Karya Newton yang terkenal, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* atau kerap disebut *Principia*, memungkinkan orang mulai dari 'prinsip pertama' atau penyebab untuk mempelajari efek yang ditimbulkannya. Bahwa sains perlu sampai ke kesimpulan tentang penyebab, sudah mengemuka di dalam pemikiran Descartes dan Bacon. Bahwa sains, dengan memanfaatkan matematika dan eksperimen, akan membawa orang sampai ke kepastian pengetahuan tentang alam, sudah diyakini oleh Galileo dan Descartes. Akan tetapi, bagaimana kedua hal itu dapat dijalankan secara serentak baru muncul di dalam *Principia*. Di dalam karya itu pula, Newton mengajukan "Kaidah-

kaidah Penalaran” yang tampaknya dimaksudkan untuk menggantikan *Prinsip-prinsip Filosofis Descartes* yang terbit 1644.<sup>10</sup>

Newton memperkenalkan cara kerja menggunakan *model*, suatu sistem matematis imajiner. Ia mengandaikan bahwa modelnya mengikuti hukum-hukum gerak yang ia definisikan. Lalu, ia menafsirkan gejala aktual dengan merujuk ke model itu, seraya memperbaiki modelnya. Namun, Newton bukan sekadar mencocokkan data ke model. Ia ingin mengerti, mengapa alam memilih hukum tertentu dan bukan yang lainnya?<sup>11</sup> Kaidah I dan II berbicara mengenai penyebab dalam pengertian antropomorfis, yaitu bahwa jika ada gejala  $x$  maka segala sesuatu yang punya kontribusi untuk bisa menjelaskan terjadinya  $x$  adalah penyebab. Kaidah I dan II menunjukkan pilihan Newton untuk bekerja berdasarkan keyakinannya bahwa alam tidak boros dan menyukai kerataan. Tidaklah perlu orang menelusuri penyebab secara berlebihan.<sup>12</sup> Kaidah III pada prinsipnya merupakan langkah induksi dan kaidah IV menegaskan bahwa langkah induksi berusaha menentukan proposisi-proposisi empiris secermat mungkin. Proposisi ini dipercaya mendekati kebenaran sampai ada gejala lain yang menunjukkan ada proposisi lain yang lebih tepat.<sup>13</sup>

Dalam “Kaidah-kaidah Penalaran” dan “Kesimpulan Umum” dalam *Principia*, Newton memang mencoba menemukan cara untuk memadukan dua tuntutan sains, yaitu memberi kesimpulan yang pasti dan menunjukkan penyebab yang real. Meski demikian, Newton sendiri menilai perampatan empiris yang berasal dari proses induksi hanya benar sejauh dimungkinkan oleh eksperimen dan observasi. Artinya, induksi semata-mata membawa orang ke pernyataan yang untuk sementara waktu diterima sebagai benar, tetapi bukan pernyataan yang selamanya benar.

Newton juga membuat pemilahan yang tegas antara hal-hal yang matematis dan yang fisis material.<sup>14</sup> Dalam arti matematis inilah, ruang absolut dan waktu absolut ia definisikan. Dengan kata lain, definisi itu pada mulanya dibangun untuk keperluan metodologis mekanikanya. Di kemudian hari, ketika berseteru dengan Leibniz, Newton tampaknya mengadopsi konsepsi ontologis untuk ruang dan waktu absolut.

Kerangka konseptual Newton melibatkan sifat-sifat terukur benda dan dirancang untuk bersesuaian dengan kebutuhan model matematika dan eksperimen. Di dalamnya, terdapat konsep massa, gaya, waktu dan ruang. Satuan-satuan terkecil ini sepenuhnya merupakan satuan mekanika yang menggantikan ungkapan-ungkapan metafisika seperti *causa finalis*. Sampai muncul teori relativitas pada permulaan abad ke-

**“kendati setiap langkah yang benar di dalam filsafat ini tidak langsung membawa kita ke penyebab Pertama, ia membawa kita semakin dekat, dan untuk itulah, ia bernilai”.**



20, kerangka kerja Newton merupakan paradigma utama di dalam fisika dan diyakini bersifat universal. Artinya, tidak cukup kita mengartikan 'kerangka alam' dalam teks Newton sebagai sekadar model imajiner yang dibangun untuk memahami alam. Newton dan para pengikutnya cenderung menafsirkan model matematis itu secara realistis, yaitu bahwa Newton memang telah *menemukan* kerangka alam.<sup>15</sup>

Beberapa pengkritik Newton menyatakan bahwa Newton gagal menerapkan kaidahnya sendiri untuk menjelaskan gravitasi. Ia tidak berhasil menemukan penyebab gravitasi. Ia tidak berhasil menunjukkan bahwa gravitasi merupakan hasil deduksi dari fenomena. Apakah gravitasi tetap bisa diterima sebagai penyebab real gerak planet? Leibniz menyindir Newton dengan mengatakan bahwa gravitasi adalah spekulasi, hipotesis yang tidak mengandung kebenaran dan penyebabnya pun sedemikian 'gaib' sampai-sampai "Tuhan pun tak sanggup menyingkirkannya".<sup>16</sup>

Newton mengakui bahwa filsafat alam yang ia rumuskan tidak memadai untuk menjelaskan penyebab gravitasi. Ia merasa bahwa cukuplah ia menunjukkan "gravitasi betul-betul ada, dan berperilaku sesuai dengan hukum-hukum yang sudah kami jelaskan dan sesuai dengan semua gerak benda-benda di langit dan di laut".<sup>17</sup> Dalam *Optics*, ia juga menulis, "kendati setiap langkah yang benar di dalam filsafat ini tidak langsung membawa kita ke penyebab Pertama, ia membawa kita semakin dekat, dan untuk itulah, ia bernilai".<sup>18</sup> Dengan dua kalimat ini, Newton menunjukkan bahwa teorinya bukan penjelasan akhir kendati memadai secara empiris. Sikap Newton berbeda dengan Pierre Laplace yang menyebut dirinya sebagai Newton dari Prancis. Laplace yakin bahwa tidak ada lagi yang tak pasti bagi makhluk cerdas yang memahami hukum-hukum alam dan memiliki cukup data tentang alam semesta. Untuk makhluk semacam itu, "masa depan, seperti masa lalu, terbentang di hadapannya".<sup>19</sup>

Ketika menyiapkan *Principia*, Newton juga menyadari bahwa kosmologi yang ia bangun mengandung paradoks.<sup>20</sup> Sebagai gaya, gravitasi adalah sumber gerak tetapi observasi astronomi memperlihatkan bintang-bintang tidak pernah bergeser. Newton mengatasi paradoks itu dengan menegaskan bahwa jarak antarbintang terlalu jauh sehingga gravitasi bintang tidak saling memengaruhi.<sup>21</sup> Padahal, juga seandainya benda-benda langit saling berjauhan, tidakkah kombinasi gaya tarik dari berjuta-juta bintang akan mengakibatkan alam semesta runtuh?

Paradoks ini mengemuka dalam surat Richard Bentley kepada Newton, "Juga seandainya kita menerima bahwa kombinasi inersia dan gravitasi memadai untuk mempertahankan gerak planet-planet pada orbitnya, bagaimana halnya dengan bintang-bintang?"<sup>22</sup> Sebagai teolog, Bentley ingin meyakinkan Newton bahwa kosmologinya memerlukan tangan-tangan Tuhan

yang akan menjaga kestabilan alam semesta. Kepada David Gregory, Newton (1694) mengakui hal itu. Ia memerlukan keajaiban supaya alam semesta tidak ambruk oleh tarikan materinya sendiri.<sup>23</sup>

Newton mencoba menyeimbangkan tegangan antara teori dan observasi dan mengatasi inkonsistensi logis dalam kosmologinya dengan, akhirnya, menampung ide Bentley tentang 'Rencana Tuhan'. Dalam *Opticks* edisi Latin (1706) dan dalam edisi ke-3 *Principia*, ia menyisipkan Tuhan "yang ada di segala tempat" sehingga tentu mampu "dengan kehendak-Nya menggerakkan benda-benda di dalam *sensorium*-Nya yang tidak terbatas, dan dengan demikian, menata dan menata ulang bagian-bagian alam semesta."<sup>24</sup>

Pemahaman tentang gravitasi dan kestabilan alam semesta mengalami perubahan mendasar melalui teori relativitas Einstein. Dalam jurnal ini, Armalivia mencoba menuturkan perkembangan kosmologi sesudah teori relativitas. Teori ini menyediakan sarana bagi kosmolog untuk membangun beragam model alam semesta, meski model pertama yang dibangun Einstein (1917) dan model de Sitter (1917) – yang diajukan untuk mengatasi kekurangan model Einstein – tidak menarik bagi para astronom. Mereka tidak melihat kemungkinan untuk menemukan dukungan observasi bagi kedua model itu.

Sementara itu, dua model yang memegang kunci bagi kemajuan kosmologi, yaitu model Friedmann (1922, 1924) dan Lemaitré (1927), yang pada mulanya justru tidak menarik bagi kosmolog. Keduanya mengandung unsur-unsur yang sulit diterima pada masa itu, yaitu alam semesta yang tidak statis serta adanya singularitas. Singularitas mengakibatkan semua persamaan matematika dalam model itu membentur situasi secara matematis tidak terdefinisi. Mana mungkin alam semesta mengandung sesuatu yang tidak terdefinisi? Singularitas tampak sebagai ilusi matematis belaka dalam model tersebut. Lemaitré sendiri menafsirkan titik tak terdefinisi itu sebagai permulaan alam semesta, "Dari perspektif kosmologi, ruang nol harus diperlakukan sebagai suatu awal, dengan pengertian bahwa semua struktur astronomis yang ada hancur di situ".<sup>25</sup>

Kosmologistis warisan Newton rupanya masih menguasai benak ilmuwan masa itu. Akibatnya, kosmolog terdampar ke sudut jalan buntu selama dua belas tahun sampai muncul formula Hubble (1929) mengenai hubungan

**Kosmologi abad XXI adalah kosmologi yang ditopang oleh 5% materi-energi konvensional yang kita ketahui dan dapat kita amati melalui berbagai panjang gelombang, serta 23% materi gelap dingin (cold dark matter) yang indikasi keberadaannya semakin jelas kendati wujud konkretnya belum diketahui. Selebihnya adalah 72% energi gelap (dark energy) yang masih berupa hipotesis hantu - diyakini ada tetapi wujudnya masih misteri.**

antara kecepatan gerak galaksi dan jaraknya. Hukum Hubble merupakan hasil perampatan empiris dari gejala insutan-merah (*redshift*) yang diamati pada spektrum galaksi-galaksi jauh. Ternyata, inilah gejala yang persis diharapkan akan muncul dari penerapan teori relativitas ke dalam kosmologi: cahaya yang meninggalkan permukaan bintang atau galaksi mengembara di dalam ruang yang mengembang sehingga panjang gelombang partikel cahaya (foton) ikut melar. Jumlah energi setiap foton menjadi lebih sedikit, dan cahaya terlihat bergeser ke arah merah.

Hukum Hubble mempertemukan astronomi observasional dengan kosmologi teoretis di sebuah ruang waktu yang memuai. Dukungan empiris semacam inilah yang sampai sekarang terus membangun kosmologi, kendati bukan tanpa kesulitan terutama ketika menyangkut penafsiran objek-objek hipotetis yang sulit dijangkau oleh piranti pengamatan. Kosmologi abad XXI adalah kosmologi yang ditopang oleh 5% materi-energi konvensional yang kita ketahui dan dapat kita amati melalui berbagai panjang gelombang, serta 23% materi gelap dingin (*cold dark matter*) yang indikasi keberadaannya semakin jelas kendati wujud konkretnya belum diketahui. Selebihnya adalah 72% energi gelap (*dark energy*) yang masih berupa hipotesis hantu - diyakini ada tetapi wujudnya masih misteri. Bisa saja energi gelap sungguh merupakan energi atau malah konstanta kosmologi yang pernah disingkirkan Einstein. Boleh jadi juga energi gelap adalah penanda bahwa pemahaman kita akan gravitasi belum lengkap. Alias, teori relativitas perlu dimodifikasi.<sup>26</sup>

Apakah situasi ini membuat kosmologi kehilangan kredibilitasnya sebagai sains? Kegiatan sains dalam bidang apapun tidak pernah melulu merupakan kegiatan pengumpulan data. Seandainya ilmuwan hanya merujuk ke kesesuaian antara teori dan fakta, tentu tidak ada astronom abad ke-16 dan ke-17 yang akan menerima teori Copernicus. Copernicus sendiri juga tidak punya bukti yang langsung menunjukkan gerak planet-planet mengelilingi Matahari, jika ia semata-mata bertumpu ke fakta astronomis yang tersedia pada masa itu. Copernicus melakukan lompatan imajinatif dan mengembangkan

**Kosmologi menjadi mungkin ketika ilmuwan sanggup membangun imajinasi, menggunakan intuisi dan tilikan dari pengalaman-pengalamannya tanpa terperangkap dalam tetek bengek metode ilmiah bergaya positivistik.**

tilikannya (*insight*). Ia membayangkan Aeneas yang berujar, "Kita berlayar meninggalkan pelabuhan, dan daratan serta kota-kota pun menjauh".<sup>27</sup>

Lewat analogi semacam itu, Copernicus mengantisipasi tata planet dengan cara menghubungkan apa yang teramati ke kemungkinan-kemungkinan yang tidak teramati langsung, tetapi yang secara intuitif ia yakini sebagai betul. Kosmologi menjadi mungkin ketika ilmuwan sanggup membangun imajinasi,

menggunakan intuisi dan tilikan dari pengalaman-pengalamannya tanpa terperangkap dalam tetek bengek metode ilmiah bergaya positivistik. Tentu, ini tidak berarti bahwa kosmologi dapat mengabaikan kesetiaannya kepada komitmen empiris sebagai bagian dari tuntutan langkah keilmuan.

Pokok sederhana yang kita pelajari dari kosmologi adalah keterbatasan pengetahuan. Melalui kosmologi, kita berhadapan dengan ciri antropologis pengetahuan yang paling mendasar. Kita ingin memahami alam semesta, padahal kita sendiri berada di dalam alam semesta yang ingin kita selidiki. Sejauh ini, kita hanya punya satu alam semesta. Kosmologi tidak mungkin menghadirkan alam semesta di dalam pikiran sebagai sosok yang jernih dan terpilah yang menjadi impian Descartes. Namun, model-model alam semesta yang diajukan para kosmolog juga bukan fiksi karangan para ilmuwan tanpa elemen objektivitas.

Salah satu elemen objektif yang kini melandasi setiap penyelidikan kosmologis adalah fakta bahwa kita ada dan mempertanyakan alam semesta. Prinsip antropik yang dalam jurnal ini dipaparkan Riliانا memang sempat menimbulkan kontroversi karena penafsiran yang meluas terhadap prinsip itu.

Kini, prinsip itu lebih diterima sebagai "syarat batas" yang dulu sekali pernah disampaikan oleh Edward Teller, atau kosmolog memasukkan syarat yang diperlukan untuk menghadirkan kehidupan ke dalam model-modelnya, atau model itu hanya menarik di atas kertas tetapi mustahil menghasilkan alam semesta yang bisa dihuni manusia. Kosmolog tentu tidak mau membangun model yang semata-mata indah secara matematis tetapi tidak bisa menampung makhluk yang faktanya sudah ada dan mempermasalahkan model itu.<sup>28</sup>

Cakrawala antropik bersifat eksistensial. Cakrawala ini mengikat keberadaan kita pada epoh yang mendefinisikan kehadiran kita. Tapi, cakrawala itu juga membawa konsekuensi logis yang harus ditanggung oleh kosmologi, karena kosmologi mendefinisikan alam semesta sebagai 'totalitas mater-energi', keseluruhan ruangwaktu. Kita tidak bisa melompati ruangwaktu dan memanggil daya-daya di luar alam semesta untuk membantu kita menjawab pertanyaan mengapa alam semesta seperti ini. Menerima cakrawala antropik adalah menerima kondisi bahwa pengetahuan sekaligus adalah refleksi atas ketaklengkapannya sendiri.<sup>29</sup>

Kembali ke pertanyaan di awal tulisan ini. Artikel-artikel di dalam jurnal ini sangat boleh jadi tidak memadai untuk menjawab pertanyaan, apakah sumbangan filsafat bagi kosmologi masa kini dan/atau sebaliknya. Sekurangnya, para penulis - yang sebagian besar adalah peserta kelas kosmologi di STF Driyarkara - mencoba menelusuri beberapa problem epistemologis,

**– model-model alam semesta yang diajukan para kosmolog juga bukan fiksi karangan para ilmuwan tanpa elemen objektivitas.**

ontologis dan metodologis yang terkait dengan kosmologi.

Selebihnya, mungkin kita memang pantas merasa beruntung karena hidup dalam sebuah periode kosmik yang memungkinkan kita bisa mencerap jejak masa lalu kosmos. Seperti dijelaskan dalam salah satu artikel di jurnal ini, kalau para ilmuwan akhirnya sepakat bahwa hipotesis energi gelap memang punya alasan untuk diterima, energi inilah yang akan menguasai masa depan. Semua data yang digunakan ilmuwan masa kini untuk memahami evolusi alam semesta akan terhapus. Manusia masa depan mungkin tidak lagi mengenal konsep permulaan alam semesta. Mereka tidak lagi punya alasan empiris untuk menyatakan bahwa alam semesta pernah *diciptakan*.\*\*\*

### Catatan Akhir

\* Dosen tetap Program Pascasarjana STF Driyarkara.

- 1 Stephen Hawking dan Leonard Mlodinow, *The Grand Design* (New York: Bantam, 2010), 5.
- 2 Steven Weinberg seperti dikutip Ernest McMullin dalam 'Is Philosophy relevant to Cosmology' dalam John Leslie (penyunting), *Modern Cosmology and Philosophy* (New York: Prometheus, 1993), 35.
- 3 Steven Weinberg, *Dreams of A Final Theory* (New York: Vintage, 1993), 166.
- 4 McMullin dalam Leslie (1993), 35.
- 5 Dalam surat kepada Besso, sebagaimana dikutip Gerald Holton, "Mach, Einstein and the Search for Reality" dalam Robert Cohen & Raymond Seeger (penyunting), *Ernst Mach, Physicist and Philosopher* (Dordrecht: 1970), 184.
- 6 Serangan pertama ditujukan bagi kosmologi model Milne, Eddington dan Dirac [dalam Herbert Dingle, *Nature* **139** (1937), 784-786, dan Dingle, *Nature* **141** (1938), 21-28]. Sedangkan serangan kedua ditujukan bagi model 'keadaan tetap' (*steady-state*) yang diajukan oleh Bondi, Gold dan Hoyle [dalam Dingle, *Monthly Notices of Royal Astronomical Society* **113** (1953), 393 dan Dingle, *Scientific American* **195** (Sept. 1956), 234 dst].
- 7 Kaki pertama adalah hukum-hukum fisika dan kaki ketiga adalah observasi atas materi pada macam-macam skala kosmik. Asumsi tentang agihan materi skala besar serta keterbukaannya untuk diuji adalah kaki kedua.
- 8 John Hubbard dan Beverly West, *Differential equations: A dynamical systems approach, Higher-dimensional systems, Part II* (New York, Berlin: Springer-Verlag, 1995), 41.
- 9 Isaac Newton, *Philosophical Writings*, penyunting Andrew Janiak, Cambridge Text in the History of Philosophy (Cambridge: Cambridge University Press, 2004), ix.
- 10 Bdk. Andrew Janiak dalam Newton, *Philosophical Writings*, xvii n. 13.
- 11 Epistemologi Kant akan menjawab pertanyaan macam ini dengan menyatakan bahwa akal budi manusia memaksakan hukum-hukumnya pada alam.
- 12 Lihat Isaac Newton, *Principles of Natural Philosophy*, penerjemah Andrew Motte, revisi oleh Florian Cajori dalam *Great books of The Western World* Vol. 32 (Encyclopaedia Britannica, 1996 [1934/1726]), 270.
- 13 Newton, *Principles*, 270-271
- 14 Lihat 'Definitions: VIII' dalam Newton, *Principles*.

- 15 Lihat Roberto Torretti, *The Philosophy of Physics* (Cambridge: Cambridge University Press, 1999), Ch. II.
- 16 Kritik Leibniz sebagaimana dikutip dalam Alexander Koyré, *From the Closed World to the Infinite Universe* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1957), 299.
- 17 Newton, *Principles*, 371-372.
- 18 Isaac Newton, *Opticks or a Treatise of Reflections, Refractions, Inflections and Colours of Light*, Preface by I.B. Cohen, Introduction by E.T. Whittaker (New York: Dover, 1952), Queries 31.
- 19 Pierre Simon Laplace, *A Philosophical Essay on Probabilities*, diterjemahkan oleh Frederick Wilson Truscott dan Frederick Lincoln Emory (London: Chapman & Hall, 1902), 4.
- 20 Untuk rincian mengenai paradoks gravitasi, lihat John D. Norton, 'A Paradox in Newtonian Gravitation Theory', *Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association* Vol. 2 (1992), 412-420.
- 21 Dalam *Principia* edisi Motte-Cajori, bagian ini dimuat sebagai Book III, 269-372.
- 22 Dikutip dalam E. W. Strong, 'Newton and God', *Journal of the History of Ideas* Vol. 13, No. 2 (April, 1952), 152.
- 23 Lihat M. Hoskin, 'Stukeley's Cosmology and the Newtonian Origins of Olbers's Paradox', *Journal for the History of Astronomy* Vol. 16, No. 46 (1985), 85-87, 92
- 24 Newton, *Opticks*, Queries 31.
- 25 G. A. Lemaitre, 'Expanding Universe', diterjemahkan oleh M.A.H. MacCallum, *General Relativity and Gravitation*, Vol. 29, No. 5 (1997), 679.
- 26 Lihat Yun Wang, *Dark Energy* (Weinham: Wiley-VCH, 2010), 35.
- 27 Nicholas Copernicus, *De revolutionibus orbium coelestium*, terjemahan oleh Charles Glenn Wallis dalam M. Adler (penyunting) *Great Books of The Western World, Encyclopaedia Britannica* Vol. 15 (1996 [1543]), 520.
- 28 Edward Teller, 'On the Change of Physical Constants', *Physical Review* Vol. 73 No. 7 (1948), 801.
- 29 Bagian ini saya ambil dari Karlina Supelli, 'Ciri Antropologis Pengetahuan' dalam Zainal A. Bagir & Ihsanaf (penyunting), *Dari Kosmologi ke Dialog* (Jakarta: Mizan, 2010), 65.

## Daftar Pustaka

- Copernicus, N. *De revolutionibus orbium coelestium*, penerjemah Charles Glenn Wallis dalam M. Adler (penyunting) *Great Books of The Western World* Vol. 15 (Encyclopaedia Britannica, 1996 [1543]).
- Dingle, H. 'Cosmology and Science'. *Scientific American* (Sept. 1956), 195: 234-236.
- Dingle, H. 'Modern Aristotelianism'. *Nature* (1937), 139: 784-786.
- Dingle, H. 'Science and the Unobservable'. *Nature* (1938), 141: 21-28.
- Dingle, H. 'The President's Address'. *Monthly Notices of Royal Astronomical Society* (1953), 113: 393-407.
- Hawking, S, Mlodinow, L. *The Grand Design* (New York: Bantam, 2010).



- Holton, G. 'Mach, Einstein and the Search for Reality' dalam Robert Cohen dan Raymond Seeger (penyunting), *Ernst Mach, Physicist and Philosopher* (Dordrecht: 1970).
- Hoskin, L. 'Stukeley's Cosmology and the Newtonian Origins of Olbers's Paradox'. *Journal for the History of Astronomy* Vol. 16 (1985), 46: 77-112.
- Hubbard, J., West, B. *Differential equations: A dynamical systems approach, Higher-dimensional systems, Part II* (New York, Berlin: Springer-Verlag, 1995).
- Koyré, A. *From the Closed World to the Infinite Universe* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1957).
- Laplace, P. S. *A Philosophical Essay on Probabilities*, penerjemah Frederick Wilson Truscott dan Frederick Lincoln Emory (London: Chapman & Hall, 1902), hlm. 4.
- Leslie, J. (penyunting). *Modern Cosmology and Philosophy* (New York: Prometheus, 1993).
- MacCallum, M. A. H. 'Expanding Universe'. *General Relativity and Gravitation*, Vol. 29 (1997) 5: 679-680.
- Newton, I. *Opticks or a Treatise of Reflections, Refractions, Inflections and Colours of Light*, Preface by I.B. Cohen, Introduction by E.T. Whittaker (New York: Dover, 1952).
- Newton, I. *Philosophical Writings*, penyunting Andrew Janiak. *Cambridge Text in the History of Philosophy* (Cambridge: Cambridge University Press, 2004).
- Newton, I. *Principles of Natural Philosophy*, penerjemah Andrew Motte, revisi oleh Florian Cajori. *Great books of The Western World* (Encyclopaedia Britannica, 1996 [1934/1726]).
- Norton, J. 'A Paradox in Newtonian Gravitation Theory'. *Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association* Vol. 2 (1992), 412-420.
- Strong, E.W. 'Newton and God. *Journal of the History of Ideas* Vol. 13 (April, 1952), 2: 147-167.
- Supelli, K. 'Ciri Antropologis Pengetahuan' dalam Zainal A. Bagir & Ihsanaf (penyunting) *Dari Kosmologi ke Dialog* (Jakarta: Mizan, 2010).
- Teller, E. 'On the Change of Physical Constants'. *Physical Review* Vol. 73 (1948) 7: 801-802.
- Toretti, R. *The Philosophy of Physics* (Cambridge: Cambridge University Press, 1999).
- Weinberg, S. *Dreams of A Final Theory* (New York: Vintage, 1993).
- Yun Wang. *Dark Energy* (Weinham: Wiley-VCH, 2010).