

# ILMU, ETIKA & AGAMA

**Menyingkap Tabir Alam dan Manusia**



*Zainal Abidin Bagir, Liek Wilardjo,  
Arqom Kuswanjono, dan  
Mohamad Yusuf*

# ILMU, ETIKA, DAN AGAMA

Menyingkap  
Tabir Alam dan Manusia

*Editor:*

***Zainal Abidin Bagir***

***Liek Wilardjo***

***Arqom Kuswanjono***

***Mohamad Yusuf***



Center for Religious & Cross-cultural Studies  
Graduate School, Gadjah Mada University

***Jogjakarta, 2006***

# **ILMU, ETIKA, DAN AGAMA**

**Menyingkap Tabir Alam dan Manusia**

© Center for Religious and Cross-cultural Studies (CRCS)

Graduate School, Gadjah Mada University, Jogjakarta, 2006

viii + 312 halaman, 16 x 23 cm

ISBN: 979-25-5285-5

- Penulis** : *Zainal Abidin Bagir, Louis Leahy, Karlina Supelli,  
Etty Indriarti, J. Sudarminta, Machasin, I Made Titih,  
Bhikkhu Jotidhammo, Bernard Adeney-Risakotta,  
Bekti Setiawan, Liek Wilardjo, dan Musa Asy'arie*
- Editor/Penyunting** : *Zainal Abidin Bagir, Liek Wilardjo, Arqom Kuswanjono, dan  
Mohamad Yusuf*
- Tata Letak** : *Agung Istiadi*
- Desain Sampul** : *Imam S*

**Cetakan Pertama** : Desember 2006

**Penerbit:**

**Program Studi dan Lintas Budaya (CRCS)**

**Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada**

**Gedung Pascasarjana UGM, Lt. 3**

**Jl. Teknik Utara, Pogung**

**Yogyakarta 55281**

**Telp.: (0274) 544976**

**Dicetak oleh:**

**PT. LKiS Pelangi Aksara**

**Jl. Parangtritis KM. 4,4 Yogyakarta**

**Telp.: (0274) 387194, 7472110**

**Faks.: (0274) 417762**

**e-mail: elkis@indosat.net.id,**

**elkispelangi@yahoo.com**

# Daftar Isi

**Kata Pengantar • v**

**Daftar Isi • vii**

## **BAGIAN SATU: Sains dan Agama: Memetakan Masalah**

1. Sains dan Agama-Agama: Perbandingan Beberapa

Tipologi Mutakhir • 3

*Zainal Abidin Bagir*

2. Sains dan Agama dalam Perdebatan • 19

*Louis Leahy*

## **BAGIAN DUA: Kosmologi, Evolusi, dan Penciptaan**

3. Kosmologi: Bercanda dengan Tuhan • 39

*Karlina Supelli*

4. Waktu dan Evolusi Biologis • 91

*Etty Indriarti*

5. Agama dan Kosmologi: Sama-sama Berkisah tentang  
Keagungan Tuhan? • 119

*J. Sudarminta*

6. Penciptaan dalam Islam dan Tanggapan terhadap  
Teori-teori Ilmiah Baru • 143

*Machasin*

7. Penciptaan Jagat Raya Menurut Hindu dan Tanggapan Terhadap  
Teori-Teori Ilmiah Baru • 167

*I Made Titib*

8. Penciptaan Menurut Ajaran Buddha dan Tanggapan  
Terhadap Teori-Teori Ilmiah Baru • 191

*Bhikkhu Jotidhammo*

**BAGIAN TIGA: Sains, Etika, dan Masalah-masalah Sosial**

9. Ambivalensi Teknologi • 203

*Bernard Adeney-Rosakotta*

10. Bioetika dan Etika di Bidang Informasi dan Pangan • 223

*Liek Wilardjo*

10. Krisis Lingkungan: Antara Etika dan Politik Lingkungan • 259

*Bekti Setiawan dan Zainal Abidin Bagir*

12. Agama Untuk Pembebasan Kemiskinan • 279

*Musa Asy'arie*

**Biodata Penulis dan Editor • 305**

# Kosmologi: Bercanda dengan Tuhan<sup>1</sup>

**Karlina Supelli**

Dalam buku indah *Rahasia Wajah Suci Ilahi*, Annemarie Schimmel menulis tentang ungkapan kesayangan para sufi, yaitu 'pelepasan kedua sandal'. Seorang 'pencari' melepas sandal sebagai lambang pelepasan semua yang bersifat duniawi untuk memasuki wilayah Tuhan yang Paling Suci. Begitu memulai perjalanan, ia dibimbing oleh cahaya batin yang kian terang, sementara ia membebaskan diri dari keterikatan dengan dunia. Ia, kata para sufi, menggosok cermin jiwanya sampai mengkilap.

Sesudah masa permurnian yang lama—dalam mistik Kristiani disebut *via purgativa*—si pencari mencapai *via illuminativa*, tempat ia diberkati cinta dan kearifan. Demikian tulis Schimmel dalam buku lain, *Dimensi Mistik dalam Islam*.

Dalam diskusi kecil (diselenggarakan oleh majalah *Femina-Pesona*, November 2002) terungkap bahwa gerbang pengalaman rohani terbuka melalui cara berlainan, pada tahap yang berbeda dalam kehidupan tiap orang. Kerinduan akan 'yang maha lebih' bisa timbul ketika seseorang mendengarkan riak air danau. Bagi orang lain, kesedihan membuat hatinya—bak nyanyian Fiesco dalam *Simon Boccanegra* karya Giuseppe Verdi—ibarat sumur airmata tak berdasar; hempasan oleh batas-batas kemanusiaannya sendiri membuat ia merindu bersapa dengan Sang Pengulur Tangan.

Banyak pengalaman kerohanian didahului dengan pengembaraan jiwa dari senyap ke senyap, melalui hening yang seolah tak hendak putus ketika jawaban tak kunjung datang. Orang menempuh berbagai jalan sebagai pengantar. Dalam dua dasa warsa terakhir, sains muncul sebagai ruang baru pengembaraan spiritualitas. Temuan sains menakjubkan serentak menggelisahkan. Kehidupan

<sup>1</sup> Tulisan ini pernah disampaikan dalam *Workshop "Agama dan Sains"*, yang diselenggarakan oleh Program Studi Agama dan Lintas Budaya Universitas GajahMada, di Yogyakarta, 25-27 Juni 2003. Tulisan ini merupakan perluasan dan pendalaman dari makalah yang pernah disampaikan dalam diskusi yang diselenggarakan oleh Penerbit Mizan bekerja sama dengan Bentara Budaya Jakarta, 19 Maret 2003. Versi ringkas dimuat dalam Lembar Bentara-Kompas, KOMPAS, 4 April 2003, hlm. 42.

yang selama ribuan tahun sedemikian keramat, kini dicacah hingga serpihan terkecilnya; kosmos dijelajah hingga titik paling belia yang masih terjangkau.

Tak terhitung orang yang mencoba membongkar sekat-sekat yang memilah dunia kehidupan menurut kotak-kotak sains, filsafat, agama, seni dan lainnya. Di tengah harapan hangat itu kita mendengar ucapan pemenang Nobel Fisika Steven Weinberg (*The First Three Minutes*, 1980) yang mungkin membuat tidak nyaman para 'pencari' lewat sains, "*the more the universe seems comprehensible, the more it seems pointless.*"

Gagasan kosmos yang tak bertujuan, tak mengarah ke mana-mana, sekalipun sudah berkali-kali dinyatakan lewat berbagai bidang ilmu, tetaplah menimbulkan ketidaknyamanan bagi manusia. Tidak mengherankan jika kalimat Weinberg dikomentari oleh banyak orang. Komentar menarik—termasuk bagi Weinberg sendiri—berasal dari ilmuwan Gerard de Vaucouleurs, yang mengatakan bahwa ucapan Weinberg bersifat nostalgik. Nostalgia bagi sebuah pandangan dunia yang pernah memandang langit dan seluruh isinya sebagai pernyataan bagi keagungan Tuhan serta pertanda bagi posisi sentral manusia sebagai khalik-Nya (Weinberg 1993, 203-204). Nostalgia bagi sebuah pandangan dunia yang pernah memberi manusia kehangatan spiritual, karena langit dan seluruh isinya tampil bagai kerajaan manusia yang bertahta di pusat penciptaan.

### **Selamat Tinggal Filsafat dan Teologi**

Sejak awal kehadirannya, sains modern bukan hanya mewakili 'pengetahuan terlarang' tetapi hakikatnya juga sangat tidak sejalan dengan pengertian *common sense*. Semakin dalam kita memasuki lorong-lorong sains, semakin kita bersua dengan beragam pernyataan yang semula hanya dijawab oleh teologi. Sebaliknya, semakin kita menggunakan *common sense*, semakin tak mungkin konsep-konsep sains terpahami.

Kedua situasi itu terepresentasikan dengan sangat baik dalam lukisan Galileo yang sedang berlutut di hadapan Inkuisitor Gereja Katolik. Berjubah terdakwa, satu tangan diletakkan di atas Injil, ia mengucapkan sumpah untuk meninggalkan pendapat sesat, yang tak lain sistem heliosentris Copernicus.

Latar belakang peristiwa 1633 itu banyak disalahpahami. Sekalipun berhubungan dengan masalah hakikat sains serta pesan-pesan keimanan, kasus Galileo berintikan tantangan epistemologis dan metodologis terhadap pemikiran para intelektual zamannya. Kesimpulan Galileo atas pengamatan teleskopiknya

terhadap benda-benda langit amat mengejutkan. Benda-benda tersebut tidak sempurna dan bahkan serupa saja dengan Bumi. Dengan perkataan lain, benda langit bukan sesuatu yang suci keramat seperti dipercaya selama itu. Dengan tafsiran ini dan dengan dukungan penuhnya terhadap sistem heliosentris Copernicus, Galileo mempertanyakan dan menolak kosmologi zamannya; sebuah kosmologi warisan abad pertengahan yang merupakan penggabungan antara konsep geosentris Ptolemeus dan kosmologi Aristoteles, yang dibingkai oleh mistik neoplatonis dan teologi Kristiani. Galileo menunjukkan kelebihan penalaran matematis, metode eksperimental dan observasi, jika dibandingkan dengan kekuatan tradisi dogma. Tantangannya memasuki arena teologi begitu terkait dengan penafsiran kitab suci Kristiani.

Aristoteles adalah peletak landasan bagi gagasan mengenai keabadian Langit dan kefanaan Bumi. Ketika Ptolemeus (abad ke-2) menulis bahwa semua pengetahuan tentang langit—kecuali matematika gerak benda langit—hanya mungkin diperoleh lewat persentuhan dengan yang ilahiah, pemilahan Aristoteles terbelah ke ranah teologis. Ptolemeus juga menyingkirkan fisika yang ia nilai spekulatif dan tidak relevan bagi astronomi.<sup>2</sup> Melalui Ptolemeus gugurlah keyakinan yang dibangun oleh para filsuf Yunani klasik yaitu nalar manusia mampu menemukan prinsip-prinsip dasar yang menata gejala alam.

*Galileo menunjukkan kelebihan penalaran matematis, metode eksperimental dan observasi, jika dibandingkan dengan kekuatan tradisi dogma.*

<sup>2</sup> Ptolemeus menerima pemilahan fisika, matematika dan teologi Aristoteles, tetapi mengatakan bahwa (i) orang yang ingin menemukan penyebab utama perubahan alam akan masuk ke wilayah tak teramati dan tak berubah, yaitu Tuhan; ini adalah tugas teologi; (ii) sedangkan kodrat obyek-obyek material dan kualitasnya yang berubah-ubah merupakan kajian fisika; sebuah wilayah tak pasti dan kabur yang tak pernah menghasilkan kesepakatan di antara para filsuf; (iii) maka tinggal kajian sistematis terhadap gerak, ukuran, posisi, waktu, kuantitas, yang memberi pengetahuan yang pasti, dan itu merupakan tugas matematika. Lihat Claudius Ptolemeus, *The Almagest* I – XIII, diterjemahkan oleh R. Catesby Taliaferro [1938], *Great Books of the Western World*, ed. Mortimer J. Adler., (Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1996), Vol. 15: 1- 465; pendapat Ptolemeus di atas tercantum dalam "Pengantar" halaman 5-6.



Sejak itu, kosmologi tak pernah lagi tercantum dalam risalah astronomi. Langit pun kembali menjadi obyek pemujaan sebagaimana berlangsung pada masa Babilonia, sedangkan astronomi dihargai lebih karena hubungannya dengan astrologi (Toulmin dan Goodfield 1999, 144-145). Selain menyangkut perhitungan gerak benda-benda langit yang dipandang sebagai kajian astronomi, atau ramal meramal nasib yang merupakan wilayah astrologi, semua aspek langit lainnya merupakan kawasan yang dikuasai oleh teologi.

Kosmologi baru muncul kembali dalam karya penting Thomas Aquinas, *Summa Theologica* (mulai ditulis 1267). Di luar lapis-lapis kosmos yang berpusat di Bumi, di luar kawasan terjauh bola langit hunian bintang-bintang, terletak Surga. Seperempat abad kemudian, dalam *The Divine Comedy*,<sup>3</sup> Dante menaruh Neraka di pusat Bumi, sehingga manusia sungguh menempati lokasi yang amat khusus dan strategis. Ia begitu dekat ke neraka, tetapi masih mungkin terselamatkan oleh kubah langit spiritual. Dalam kerangka kosmologi seperti itu, menggeser Bumi dari pusat tata surya sama dengan memutus rantai hubungan-hubungan penciptaan.

Apalagi, dengan temuan teleskopiknya Galileo menyingkirkan kekekalan langit Aristotelian. *The Starry Messenger* (1610) berisi argumen keserupaan Bulan dengan Bumi; artinya, langit bukan kesempurnaan abadi. Risalah pendek itu juga menunjukkan bahwa Sabuk Bimasakti, yaitu bentangan kabut bak selendang malam, tidak lain bintang yang jumlahnya tak terkira. Observasi Galileo tidak membuktikan bahwa bintang-bintang tersebar menuju takingga sebagaimana dipopulerkan Thomas Digges (1576).<sup>4</sup> Namun dari pengamatan Galileo, wajar jika lahir sebuah kesimpulan bahwa kian lemah cahaya bintang, kian jauh letaknya. Orang dapat mengabaikan hierarki langit dan membuang bola terluar. Bukan hanya ruang bagi visi kosmologi mistik Bruno siap terbuka lagi,<sup>5</sup> dalam langit Galileo pun Tuhan menabur bintang tanpa aturan, tanpa pola.

<sup>3</sup> Thomas Aquinas, "Summa Theologica," diterjemahkan oleh Fr. Laurence Shapcote, perbaikan oleh Daniel J. Sullivan, dalam *Great Books of the Western World* Vol. 17; sedangkan Dante Alighieri, "The Divine Comedy" terdapat dalam *Great Books of the Western World* Vol. 19: 1-176.

<sup>4</sup> Digges memodifikasi sistem Copernicus menjadi kosmos tak hingga dalam *A perfit Description of the Caelestiall Orbes* (1576; lihat Edward R. Harrison, *Cosmology The Science of the Universe* (Cambridge: Cambridge University Press, 1981), 79-80).

<sup>5</sup> Bruno memodifikasi gagasan Copernicus dan Digges. Ia menyingkirkan gagasan geosentris, membuang konsep heliosentris dan antroposentris. Dalam kosmos Bruno, tata surya dan kehidupan ada di mana-mana. Bruno dihukum bakar di Roma tahun 1600 (Harrison 1981, 80-81). Penyebutan Bruno sebagai martir bagi gagasan Copernicus atau bagi sains kurang tepat. Ia tidak dibakar karena Copernicanisme, melainkan karena visi mistik dan atomistik mengenai kesatuan absolut kosmos; boleh jadi juga karena gagasannya mempersatukan sains, filsafat dan agama menurut interpretasinya atas Copernicanisme Digges. Lihat Drake, 1999, 325-338;

## Terlempar ke manakah pula Surga?

Belum usai kegelisahan di kalangan filsuf dan astronom akibat temuan-temuannya, Galileo menerbitkan *Letters on Sunspots* (1613).<sup>6</sup> Ia mengamati bahwa noktah-noktah hitam di permukaan Matahari bergerak serta muncul-hilang secara teratur. Lagi-lagi ini bukti bagi Langit yang fana dan berubah. Galileo pun menemukan landasan yang kokoh bagi penyatuan mekanika langit-bumi. Namun itu juga berarti memupus harapan akan sebuah wilayah nilai-nilai abadi naungan manusia. Ketika hukum-hukum di langit dan di bumi tak lagi terbedakan, lenyap pula sebuah dunia yang sempurna.<sup>7</sup>

Ketaksesuaian antara sains dan keyakinan tradisional yang mulai mencuat ke permukaan abad ke-17, tidak terletak dalam temuan-temuan sains, melainkan dalam konflik antara sikap senantiasa meragu dan sikap percaya atas sesuatu yang nampak terberi dan benar.

Dengan menerapkan matematika secara konsisten ke fisika serta fisika ke astronomi, Galileo merangkai ketiganya menjadi untaian tak terpisahkan yang menyediakan cara baru untuk memahami alam. Bagi Galileo hubungan kuantitatif merupakan petunjuk bagi realitas sesungguhnya,

*Ketaksesuaian antara sains dan keyakinan tradisional yang mulai mencuat ke permukaan abad ke-17, tidak terletak dalam temuan-temuan sains, melainkan dalam konflik antara sikap senantiasa meragu dan sikap percaya atas sesuatu yang nampak terberi dan benar.*

---

lihat juga Thomas Kuhn, *The Copernican Revolution* (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1995), 199, 220, 235-237.

<sup>6</sup> Surat menyurat antara Galileo dan Mark Welser, saudagar kaya dari Augsburg. Welser mengirim hasil pengamatan seorang imam Jesuit, Christopher Scheiner, yang mempelajari noktah-noktah hitam Matahari. Karena belum memperoleh izin dari atasannya untuk menerbitkan karyanya sendiri, Scheiner menuliskan laporan pengamatan dan teorinya dalam bentuk surat kepada Welser. Welser menyembunyikan identitas Scheiner. Agar dapat mempertahankan gagasan kekekalan langit, Scheiner menyatakan bahwa noktah-noktah itu adalah planet yang mengorbit Matahari. (Lihat Galileo Galilei, "Letters on Sunspots" [1613] dalam Stillman Drake, 1957, 87-144. Penjelasan mengenai Scheiner dan Welser terdapat dalam pengantar oleh Drake, "Introduction: Second Part," (Drake, 1957, 59-85). Lihat juga Dava Sobel, *Galileo's Daughter: A Historical memoir of Science, Faith and Love*, Harmondsworth: Penguin Books, 2000) 54-58}.

<sup>7</sup> Selama proses surat menyurat tentang noktah Matahari, Galileo meminta pendapat Kardinal Conti. Conti meyakinkan Galileo bahwa Injil tidak mendukung doktrin keabadian langit (lihat Sobel, 2000, 59-60).

yang unik dan teratur; sedangkan bagi para Aristotelian, bilangan, bobot, ukuran tidak mempunyai makna filosofis; gerak misalnya, dipahami melalui konsep tujuan sehingga matematika menjadi tidak relevan.

Metode ilmiah Galileo menolak langkah-langkah para filsuf zamannya yang cenderung mencari jawaban atas masalah-masalah fisika dengan merujuk ke teks masa lampau; otoritas tradisional tidak memegang fungsi metodologis. Bagi Galileo sains terutama menyangkut metode, bukan sekumpulan proposisi abstrak. Di dalamnya terdapat keseimbangan antara observasi, analisis kuantitatif dan pertimbangan kualitatif, penjelasan kausal dan deskripsi fenomenologis, eksperimen, refleksi filosofis dan penolakan terhadap otoritas tradisional (Finocchiaro 1980, 439). Maka bagi Galileo, walaupun Injil berbicara tentang benda-benda langit, Injil tidak mengurus hal-hal teknis astronomi. Rupanya ia terkesan dengan ucapan Kardinal Baronio, bahwa Kitab Suci merupakan *a book about how one goes to Heaven—not how Heaven goes*.

### **Empat Raksasa Peruntuh Langit Spiritual**

Drama Galileo berakhir memilukan. Namun panggung bagi sains untuk memulai sejarah tanpa kerja sama dengan filsafat dan arahan dari teologi sudah tersedia.

Sampai saat ini, baik dalam tulisan-tulisan populer, buku-buku sekolahan maupun naskah-naskah akademik yang lebih serius, revolusi Copernicus seringkali dipahami sepenuhnya sebagai buah kerja Copernicus. Seakan, setelah Copernicus mengumumkan karyanya, seluruh kosmologi Ptolemeus beserta pandangan dunia yang mengikutinya berubah. Copernicus ibarat raksasa yang menggusur Bumi, menempatkan Matahari di pusat kosmos, lalu menimbulkan kegemparan. Dalam kenyataannya, cetak biru *De revolutionibus orbium coelestium* (1543)—karya yang menimbulkan kehebohan—selesai ketika Copernicus sudah terbaring menjelang ajal.

Revolusi Copernicus hanya mungkin berlangsung setelah Kepler (1571-1630) dan Galileo (1564-1642) dengan terbuka mendukung konsep Copernicus. Namun revolusi pemikiran yang telah memungkinkan sains menjadi menjadi bagian integral dari kebudayaan barat, baru terlaksana dan mencapai puncaknya dalam karya Newton (1642-1727).

Copernicus bukan pemberontak. Ia menyadari implikasi yang mungkin muncul dari gagasannya. Ia pun menerbitkan bukunya hanya karena desakan sahabatnya, Andreas Osiander. Copernicus juga tidak memiliki semangat khusus

untuk menggantikan tradisi kosmologi yang sudah kepalang menjadi pandangan dunia masyarakat pada zamannya. Ia memulai karyanya dengan alasan sederhana: konstruksi langit Ptolemeus sama sekali tidak indah, melanggar prinsip keteraturan, bahkan mencemari intelektualitas manusia karena tidak sistematis dan tidak konsisten.

Seperti sudah disebutkan lebih dulu, para pemikir Yunani klasik mencoba mempelajari alam dengan dibimbing oleh keyakinan instinktif akan adanya tatanan rasional bagi segala sesuatu. Sains lahir dan mekar dari keyakinan ini. Keyakinan itu pula yang membimbing Copernicus hingga ia melahirkan embrio kosmologi modern.

Dalam pengantar *De revolutionibus*,<sup>8</sup> Copernicus menulis bahwa Ptolemeus ibarat seniman yang menyatukan gambar tangan, kaki, kepala, serta organ tubuh manusia lainnya. Akan tetapi tiap-tiap bagian berasal dari manusia yang berbeda. Sekalipun tiap-tiap bagian digambarkan dengan sangat bagus namun semuanya tidak saling berhubungan. Hasilnya bukan manusia, melainkan monster.<sup>9</sup> Menjadikan Matahari sebagai pusat gerak planet-planet bukan tujuan utama Copernicus, melainkan konsekuensi dari kebutuhannya menata ulang sistem planet sehingga lebih masuk akal dan lebih indah.

Pada saat Copernicus sudah terbaring sakit, Osiander menulis pengantar bagi *de Revolutionibus*. Osiander menekankan tugas Copernicus sebagai astronom: tidak bermaksud menjangkau kebenaran, tetapi hanya menyuguhkan hipotesis yang akan membuat perhitungan astronomis menjadi lebih sederhana dan lebih tepat. Dengan perkataan lain, Copernicus hanya menyediakan sebuah sarana matematis, bukan teori yang boleh jadi mengandung kebenaran tentang alam.<sup>10</sup>

Tafsiran Osiander mengkhianati Copernicus yang percaya bahwa kebenaran tentang langit dapat ditemukan melalui penyelidikan rasional. Sebuah kepercayaan yang sesungguhnya bermakna besar bagi sains. Sebagai astronom, Copernicus mau mengembalikan astronomi ke lingkup asalnya, yakni mempertanyakan struktur dan mekanisme kerja benda-benda langit, lebih

<sup>8</sup> Terjemahan Inggris oleh Charles Glenn Wallis: *On The Revolutions of The Heavenly Spheres* dapat dilihat dalam *Great Books of the Western World*, ed. Mortimer J. Adler., (Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1996), Vol. 15: 505-838.

<sup>9</sup> Orang sebetulnya sudah lama menyadari betapa rumit dan tidak masuk akal model Ptolemeus. Ketika tabel sistem planet berdasarkan teknik komputasi Ptolomeus (Tabel Alfonsin) sedang dikerjakan (selesai tahun 1252), Raja Alfonso X berkomentar, "kalau saja Tuhan berkonsultasi dulu kepadanya sebelum merencanakan penciptaan, ia tentu bisa memberi sedikit masukan bagi Tuhan."

<sup>10</sup> *There is no need for these hypotheses to be true, or even to be at all like truth...they should yield calculations which agree with the observations* (untuk acuan, lihat catatan kaki 12).

daripada hanya memprediksi gerakanya. Ia sebetulnya sedang membuka jalan bagi para ilmuwan zamannya untuk merebut kembali hak menafsirkan temuan ilmiah, dari tangan para teolog yang menguasainya secara penuh dan tertutup sejak Ptolemeus mengubur Fisika dalam-dalam. Galileo-lah yang pertama kali menapaki jalan itu. Ia menjelmakan impian Copernicus untuk mengembalikan astronomi ke wilayah kajian Fisika.

Sikap para pendukung Copernicus berbeda-beda. Tidak seperti Galileo yang mengumumkan dukungannya terhadap gagasan Copernicus melalui ketangkasan melontar argumen, Kepler mempercayai 'kebenaran' sistem heliosentris dengan diam-diam. Ia memanfaatkan beratus lembar data gerak benda-benda langit yang ia peroleh selama menjadi asisten Brahe (astronom Denmark yang mengajukan gagasan alternatif untuk tata planet Copernicus), untuk merumuskan sebuah keyakinan ke dalam formula matematika: nalar manusia mampu menangkap harmoni alam bahkan mengerti musik langit yang disenandungkan planet-planet saat mengitari Matahari.<sup>11</sup> Ketika Hukum Kepler (hukum 1, 2 dan 3) lahir, ia mengingatkan orang pada kerinduan Pythagoras akan harmoni bilangan serta keunggulan geometri. Melalui hukum itu pula, kita diajak mendengar Bumi melantunkan *mi-fa-mi* dalam kunci nada G. Dengan sedih<sup>12</sup> Kepler menafsirkannya sebagai Bumi yang merintih dengan suara *alto* sepanjang tahun ... *MI*sery ... *FA*mine ... *MI*sery.<sup>13</sup>

Pada saat Galileo meninggal tahun 1642, Newton lahir. Newton berhasil membimbing langit dan bumi dengan hukum-hukum yang dimengerti manusia, ia menyediakan sarana kepastian bagi umat manusia untuk menjelaskan alam, memprediksikan gejala masa depan, mengontrol, lalu menguasainya. Newton bukan saja melahirkan fisika agung, tetapi juga landasan bagi filsafat mekanistik-deterministik.

Ruang dan waktu, bersama dengan gaya, massa dan momentum—yang sepenuhnya merupakan entitas-entitas mekanika—menggantikan ungkapan-ungkapan metafisika seperti *final cause*. René Descartes sudah berusaha untuk

<sup>11</sup> *The Harmonies of The World*, terjemahan Inggris oleh Charles Glenn Wallis dalam *Great Books of the Western World*, ed. Mortimer J. Adler (Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1996), Vol 15: 1009-1085.

<sup>12</sup> Sejak kecil Kepler yang sakit-sakitan hidup dalam kemiskinan yang luar biasa. Ayahnya adalah serdadu bayaran yang jarang ada di rumah, ibunya diadili dengan tuduhan tukang tenung, istri pertamanya meninggal dalam kesedihan dan kemiskinan, sementara anaknya mati akibat cacar.

<sup>13</sup> Deskripsi musikal gerak planet terdapat dalam Book III: "The Earth sings *MI*, *FA*, *MI* so that you may infer even from the Syllables that in this our domicile *Misery* and *Famine* obtain" (*Great Books*, Vol. 15: 1040).

menyuguhkan semua gejala fisika dalam sebuah sistem hukum tunggal, tetapi sistem cartesian masih merupakan sistem kinematika yang mencoba menjelaskan gejala melalui hukum gerak semata-mata, bukan gaya. Penjelasan Newton bersifat dinamika.

Melalui karya Newton inilah manusia abad ke-17 mulai menumbuhkan kepercayaan akan kemampuannya menjangkau kebenaran yang pasti melalui pengetahuan akan alam. Dalam genggamannya manusia berpengetahuan, masa depan hanyalah persoalan kalkulasi ilmiah. Itulah yang dikumandangkan Laplace (akhir abad ke-19), "*... nothing would be uncertain for it, and the future, like the past, would be present to its eyes.*"<sup>14</sup>

Lewat rumusan konsepsi sains yang sepenuhnya-penuhnya mampu menghasilkan pengetahuan obyektif, manusia mengelana dalam kosmos dengan mengandaikan sains memberinya 'Mata Tuhan' untuk memahami alam secara lengkap.

Terlepas dari kesalehan mereka, Copernicus, Galileo, Kepler dan Newton bersama-sama berhasil membuang langit religius dari peta kosmos. Mereka menanggalkan kualitas spiritual alam yang selama ribuan tahun menghardikan makna kosmik bagi manusia, dan memutuskan hubungan pengetahuan dengan yang ilahiah. Bukan hanya bahwa Bumi tidak lagi mempunyai kekhususan di dalam kosmos, bukan hanya bahwa benda-benda langit tak lagi dipandang sebagai jelmaan dewa dan dewi, tetapi seluruh isi kosmos patuh di bawah kerja hukum-hukum mekanika yang terjangkau oleh pemahaman manusia. Kosmos menjelma menjadi model matematika yang memperoleh keabsahannya melalui pengukuran dan pengamatan.

Integrasi mistik antara kata dan benda pecah. Kebenaran tidak hanya tercantum dalam teks suci atau naskah kuno, melainkan dapat diperoleh dan diuji lewat alam.

Lewat rumusan konsepsi sains yang sepenuhnya-penuhnya mampu menghasilkan pengetahuan obyektif, manusia mengelana dalam kosmos dengan mengandaikan sains memberinya 'Mata Tuhan' untuk memahami alam secara lengkap.

<sup>14</sup> Laplace, *Traité de Probabilité* (Euvres (Acad. Sc.), Paris, 1886) sebagaimana diterjemahkan dan dikutip oleh Michael Polanyi, *Personal Knowledge*, 1964, New York: Harper & Row, 140.

## Manusia yang kehilangan Keilahian dan Ke-manusia-annya

Di batu nisan Kepler tertulis,<sup>15</sup> *"I measured the heavens; now the shadows I measure. Heavenbound was the mind, earthbound the body rests."*

Di permukaan Bumi, ketubuhan sekaligus kesadaran manusia kehilangan keilahianya. Ia bukan hanya tersingkir dari pusat kosmos, tetapi juga dari puncak penciptaan. Setelah Newton menjelaskan tatanan material kosmos melalui teori gravitas, Darwin menjelaskan evolusi biologis melalui mekanisme seleksi alam. Kedua teori itu menyediakan gelanggang tempat alam berproses.

Lewat *Origin of Species* (1859) dan *The Descent of Man* (1871) yang "membuat terang asal usul manusia serta sejarahnya," Darwin menyeret lebih jauh konsekuensi langkah sains, sampai-sampai lengkaplah alasan untuk memandang sains sebagai penghambur makna spiritual menurut pengertian apapun. Manusia semata hewan amat sukses buah eksperimen alam, dengan nasib yang tak pasti. Bisa saja ia punah sebagaimana berjenis-jenis spesies yang mendahuluinya. Rasionalitas yang diagungkannya cuma hasil permainan acak prinsip kebetulan dan keniscayaan. Alam, bukan Tuhan yang merupakan sumber permutasi kehadiran manusia.<sup>16</sup>

Dalam kosmos yang deterministik dan di atas Bumi yang ditata oleh kebetulan yang bisa menghasilkan apa saja, masih adakah ruang bagi mukjizat Tuhan, kekuatan doa dan kebebasan manusia?

Teori Darwin merupakan contoh temuan sains yang bergema sampai ke lorong-lorong terjauh pikiran manusia. Banyak problem filsafat dan teologi menemukan bentuk baru setelah kelahiran teori evolusi. Bahkan kebebasan, salah satu tema terpenting filsafat manusia, menjadi hasil mekanisme acak proyek evolusi yang akan membawa makhluk hidup bergerak menuju ke puncak evolusi.

Freud melanjutkan pergulatan manusia memahami diri dengan cara yang amat dramatik. Bukan alam lawan tarung abadi manusia, melainkan kodrat dirinya

<sup>15</sup> Di sebuah gereja kecil di Regensburg, Jerman, yang sudah punah akibat perang.

<sup>16</sup> Teori Darwin revolusioner (sebelumnya sebelum *The Descent of Man* terbit, Thomas Huxley menyatakan bahwa dalam belasan tahun saja, *Origin of Species* (1859) telah menghasilkan revolusi bagi Biologi sebagaimana '*Principia*' (karya Newton) melakukannya bagi Astronomi), karena berhasil menjelaskan begitu banyak fakta yang tidak berkaitan satu dengan yang lainnya, dalam gagasan tunggal.

Teori Darwin bergulat dengan dua sisi penjelasan proses kehadiran kehidupan di Bumi. Sisi pertama menyangkut penjelasan mengenai keragaman, *delicacy*, kerumitan siklus hidup dan mati, baik makhluk individual maupun spesies. Sisi kedua berhubungan dengan analisis struktur fisika dunia lingkungan manusia dan kosmos. Sebelum Darwin, dua tradisi penjelasan ini berjalan sendiri-sendiri. Darwin menampakkkan bahwa lingkungan fisik berperan dalam menghadirkan makhluk hidup yang demikian beragam.

yang menciptakan sebuah kawasan tak sadar. Pemikiran Freud merepresentasikan kilau puncak proyek Pencerahan: bahkan alam tak sadar manusia diangkat ke tingkat penyelidikan rasional. Namun, sekaligus juga Freud menunjukkan ilusi Pencerahan; Di belakang kesadaran rasional—satu-satunya elemen yang membedakan manusia dari alam—bersembunyi kekuatan ampuh nonrasional yang tak masuk sepenuhnya ke dalam analisis rasional: *the unconscious*.<sup>17</sup>

Bukan hanya elemen keilahian manusia yang terguncang, kemanusiaan manusia sendiri dipertanyakan. Mungkin di sini tepat mengutip Nietzsche (*The Birth of Tragedy*), "as the circle of science grows larger it touches paradox at more places."

Pemenang Nobel Fisika Richard Feynman pernah berujar, "Belajarlah dari sains bahwa engkau perlu menyangsikan para pakar ... sains adalah keyakinan pada ketidakta-huan para pakar" (Feynman, 2000). Menjelang akhir abad ke-19 kesangsian itu menjelma dalam fisika yang melunakkan pandangan dunia mekanistik-deterministik. Orang pun menyadari, sains tidak menjamin sepenuhnya pengetahuan yang obyektif, benar, dan nonkontekstual. Hanya saja, dunia kehidupan manusia (barat) sudah kepalang terbelah.

Di satu sisi ada dunia obyektif berciri ilmiah serta batas bagi pengetahuan yang menyuguhkan kebenaran. Di sisi lain ada dunia subyektif wilayah ideal moral manusia yang tak mungkin mencapai taraf obyektifitas dan kebenaran, yang parameter dasarnya ditentukan oleh sains. Kehirauan estetik, daya kreatif imajinasi manusia, dan pengalaman religius-spiritual mendapat tempat, tetapi tidak mungkin membuat klaim ontologis dalam dunia obyektif.

Filsafat yang melandaskan diri pada gairah intelektual untuk memburu sains yang impersonal, ternyata berhasil

Darwin menyeret  
lebih jauh  
konsekuensi  
langkah sains,  
sampai-sampai  
lengkaplah alasan  
untuk memandang  
sains sebagai  
penghambur  
makna spiritual  
menurut  
pengertian  
apapun.

<sup>17</sup> Banyak buku menguraikan dengan populer gagasan-gagasan besar yang membentuk pandangan dunia barat serta keterbelahan manusia, antara lain dapat dilihat buku karya Richard Tarnas, *The Passion of the Western Mind* (New York: Ballantine Books, 1993).



membidani sebuah dunia yang tidak lagi mengenali manusia. Sebuah kosmos, kata Michael Polanyi, tempat kita tak lagi berada di dalamnya. Sebuah kosmos yang menghamburkan kosmos spiritual yang selama ribuan tahun mengisi ruang-ruang batin manusia.

### ***Makna Revolusi Sains***

Lepas dari pengertian mengenai 'revolusi' Copernicus, Copernicus tetaplah peletak dasar bagi seluruh lompatan pemikiran ilmiah yang berlangsung sepanjang seabad berikutnya. Gagasan Copernicus memungkinkan pembaharuan konseptual bukan hanya dalam astronomi dan sains secara umum, tetapi juga dalam filsafat dan teologi. Kuhn misalnya, melihat tiga tataran makna tempat revolusi Copernicus bekerja. Tataran pertama bersifat astronomis, yaitu pembaruan konsep-konsep astronomi. Tataran kedua bekerja di lapisan keilmuan yang lebih luas akibat perubahan pemahaman mengenai kosmos, yang puncaknya tercapai dalam konsepsi Newton mengenai alam. Tataran ketiga bersifat filosofis menyangkut peralihan pemahaman masyarakat barat atas nilai-nilai (Kuhn, 1995).

Sains modern yang menjadi pegangan kepastian mulai abad ke-18 berdiri seluas-luasnya di atas landasan observasional serta prinsip-prinsip mekanika. Keduanya dinyatakan dengan bahasa matematika. Secara metodologis, sains modern mengacu ke interaksi antara eksperimen dan hipotesis untuk memberikan penjelasan-yang-mungkin, serta menemukan hukum-hukum alam yang dapat diterapkan, apabila ada gejala serupa yang belum terpahami. Sains modern bersifat progresif karena mengizinkan pengubahan bahkan penyingkiran hipotesis, yang pada saatnya, memungkinkan pergantian teori. Dalam buku-buku sejarah sains, sains model inilah, lengkap dengan bahasa, metodologi, serta hasilnya, yang disebut sebagai anak dari Revolusi Ilmiah.

Bagian yang penting dari sains sampai permulaan abad ke-20 adalah pengetahuan mengenai hubungan kausal: mengetahui berarti mampu meletakkan sebuah gejala ke dalam konteks sistem yang lebih luas di bawah kerja hukum-hukum umum. Pandangan dunia yang bertopang pada fisika Newton itulah pula yang menyediakan arah bagi Pencerahan abad ke-18. Ada keyakinan dalam sebagian besar pemikir bahwa metode analitis Newton perlu, bahkan harus, diterapkan dalam semua bidang pengetahuan dan pemikiran, agar manusia menemukan pembebasan sepenuhnya.

Jika ditinjau, ideal pengetahuan abad ke-18 merupakan perkembangan lebih lanjut dari sains dan logika abad ke-17, tetapi dengan penekanan baru

pada (i) hal-hal yang partikular daripada yang umum, (ii) fakta observasi daripada prinsip metafisika, (iii) pengalaman daripada spekulasi filosofis.

Abad ke-19 dikenal sebagai abad sains. Dalam Fisika berlangsung penemuan-penemuan besar di bidang elektromagnetik yang melengkapi revolusi Fisika abad ke-17. Apalagi prinsip-prinsip Fisika menemukan resep penerapannya dalam teknologi industri. Demikian rupa, sehingga seiring dengan keberhasilan sains menemukan tempatnya dalam masyarakat barat, tumbuh keyakinan bahwa jalan menuju kebenaran sepenuhnya tak lagi perlu bersandar pada wahyu ilahiah, warisan tradisi ataupun kelompok elit dalam masyarakat. Secara luas, perkembangan ini sudah cukup bagi para agamawan misalnya, untuk melihat sains sebagai ancaman serius. Khususnya bagi kedudukan para pemimpin agama yang selama berabad-abad, merupakan satu-satunya pemegang otoritas atas kebenaran.

### **Memanggil-manggil Kembali Tuhan**

---

Tahun 1929 Edwin Hubble merumuskan sebuah hubungan sederhana antara kecepatan galaksi dan jaraknya:  $n = Hd$ , dengan  $n$  adalah kecepatan menjauh galaksi;  $H$  adalah konstanta Hubble, dan  $d$  jarak galaksi. Hukum ini kemudian dikenal sebagai hukum muaian kosmik.

Hukum Hubble merupakan salah satu temuan terpenting astronomi abad ke-20. Hukum itu memungkinkan kosmologi sebagai sains mengarahkan perkembangannya ke gagasan asal mula kosmos. Hukum itu, sekaligus menjadi pembuka pintu paling awal—sejak insiden Galileo—bagi Tuhan untuk masuk kembali ke dalam tafsiran hasil-hasil sains. Sejak itu, hampir semua bidang sains mencoba, atau dipaksa, memberi ruang bagi Tuhan, betapapun sempitnya.

Empat tahun sebelum temuan itu, Hubble menyuguhkan sebuah makalah yang dipresentasikan secara *in absentia* pada sesi terakhir pertemuan ke-33 *American Astronomical Society* di Washington D.C. Makalah Hubble menutup 'debat panjang' menyangkut status *nebulae* (dikenal sebagai *Great Debate*)<sup>18</sup> yang sudah berlangsung sejak pertengahan abad ke-18.<sup>19</sup> Dengan mengembangkan teknik pengukuran jarak yang hampir-hampir bisa disebut seni pengukuran, Hubble

*Sejak itu, hampir semua bidang sains mencoba, atau dipaksa, memberi ruang bagi Tuhan, betapapun sempitnya.*

menunjukkan bahwa *nebulae* (kemudian diketahui sebagai galaksi) terletak jauh di luar Milky Way. Bagi Hubble, cerlang bintang-bintang variabel *ceheid* yang berubah beraturan, bekerja ibarat mercu suar bagi para pelaut. Astronom dan pelaut sama-sama memanfaatkan kerlip cahaya untuk menduga jarak. Bedanya, Hubble melakukannya dengan kecermatan ilmiah. Ia dijuluki *the measurer of the universe*.

Sementara, sudah sejak 1912, Vesto Slipher yang bekerja di Observatorium Flagstaff, Arizona, dengan tekun mengamati gejala ingstutan-merah (*redshift*) yang terlihat pada spektra beberapa *nebulae*. Sekalipun *New York Times* terbitan 19 Januari 1921 melaporkan temuan itu, Slipher sendiri tak pernah mempublikasikan observasinya. Selama sepuluh tahun ia mengamati 41 *nebulae*; 36 di antaranya memperlihatkan ingstutan-merah dan lima sisanya memperlihatkan ingstutan-biru. Ia hanya mengirimkan hasil observasinya ke Gustav Strömberg di observatorium Bukit Wilson dan Arthur Eddington di Inggris.

<sup>28</sup> Pada tahun 1920 Harlow Shapley dan Heber Curtis memberi kuliah umum atas undangan *National Academy of Sciences*. Shapley menyuguhkan pandangan mengenai kosmos bergalaksi tunggal (Milky Way). Perhitungan jarak Shapley menghasilkan Milky Way yang amat besar, sehingga *nebulae* spiral yang teramati masuk ke dalamnya. Sebaliknya, Curtis menyimpulkan bahwa *nebulae* merupakan pulau-pulau kosmik yang terdiri dari ratusan juta bintang, serupa dengan Milky Way. Perbedaan gagasan yang muncul dalam sebuah kuliah itu melahirkan istilah *Great Debate* (lihat Shapley, "The Scale of the Universe Part I", *Bulletin of the National research Council* (1921), 2: 171 dan Curtis, "The Scale of the universe Part II", *Bulletin of the National research Council* (1921), 2: 194). Dalam kenyataannya, presentasi makalah mereka tak mengambil bentuk 'perdebatan'. Sekalipun penyelidikan selanjutnya menunjukkan bahwa ukuran Milky Way Shapley memang 'kebesaran', dan konfirmasi jarak *nebulae* menunjukkan bahwa gagasan Curtis lebih tepat, dalam kuliah undangan itu tak ada pemenang dan si kalah.

<sup>29</sup> Kosmos hampir-hampir melompong; hanya di sana sini, terpisahkan oleh jarak yang luar biasa besar, terdapat tata bintang yang serupa dengan galaksi Milky Way (Bimasakti). Bintang-bintang dalam milyaran galaksi lain tersebut tak teramati kecuali lewat teleskop yang cukup peka. Di langit, tata bintang raksasa yang mengandung puluhan sampai ratusan milyar bintang itu, hanya nampak sebagai serpihan kabut cahaya redup. *Nebulae* atau 'awan' adalah sebutan untuk benda-benda langit yang sejak abad ke-18 merupakan misteri luar biasa menarik untuk bahan spekulasi.

Kalau istilah *Great Debate* akan dipergunakan, maka itu lebih mengacu ke lontaran-lontaran gagasan mulai abad ke-18 hingga permulaan abad ke-20. Sepanjang masa itu berlangsung 'perdebatan' macam yang pernah berlangsung antara gagasan geosentris vs heliosentris. Bedanya, pengetahuan mengenai *nebulae* terlalu teknis, serta tak cukup politis untuk melibatkan non-ilmuwan dan para penguasa.

Spekulasi filosofis menyangkut *nebulae* mulai dilontarkan tahun 1750-an oleh Thomas Wright, disusul Immanuel Kant, Johann Lambert, Pierre de Laplace. Para astronom sendiri baru terlibat penuh, namun segera mengambil alih dan membangun arena perdebatan pada abad ke-19, ketika sudah terkumpul cukup data observasi. Sejak itulah para astronom baik di Eropa maupun Amerika Serikat, mempertentangkan gagasan kosmos Milky Way vs kosmos milky ways.

Dengan menggunakan reflektor 100-inci di Bukit Wilson, Hubble memastikan bahwa beberapa *nebulae* yang paling jelas terlihat, ternyata merupakan warga ruang ekstragalaksi. Ia berhasil menentukan jarak galaksi-galaksi tersebut.

Temuan itu menakjubkan: jika ingsutan garis spektrum galaksi ke arah merah diterjemahkan ke gerak, maka itu menandakan bahwa galaksi NGC 584, misalnya, menjauhi kita dengan kecepatan 2.000 km per detik!

Dalam sebuah makalah amat teoretik (1928) yang dibaca hanya oleh sedikit astronom saja, ahli matematika Howard Robertson memanfaatkan karya Slipher dan jarak galaksi yang ditemukan Hubble. Robertson menemukan bahwa hubungan ingsutan-merah dengan jarak sebetulnya bisa menjadi semacam verifikasi kasar bagi prediksi yang pernah diajukan oleh matematikawan Rusia Alexander Friedman. Friedmann (1922, 1924) menemukan solusi bagi persamaan medan Einstein (teori umum relativitas) yang memperlihatkan muatan ruang. Persamaan itu ditemukan kembali (1927) secara independen oleh Georges Lemaître.

Lemaître adalah orang pertama yang secara kongkret meletakkan Fisika ke dalam Kosmologi. Ia melihat bahwa Kosmologi bisa 'mengatakan' sesuatu tentang asal muasal berbagai unsur kimia kosmos. Ia juga orang yang pertama kali melihat kemungkinan hubungan antara solusi persamaan medan Einstein dan temuan Hubble. Namun, seperti juga karya Robertson dan Friedmann yang amat teoretik dan sarat-matematik, temuan Lemaître atas muatan kosmos tak banyak menerima perhatian para astronom. Baru di dalam pertemuan *British Association for the Advancement of Science* (Oktober 1931), karya yang dibiarkan terlelap selama lebih tiga tahun itu, menerima pengakuan sebagai model yang paling tepat untuk memaparkan kosmos.

Gagasan Lemaître boleh disebut sebagai prediksi ilmiah terdini mengenai asal mula kosmos. Kita pun diajak untuk mengimajinasikan sebuah proses balik: perjalanan ke masa lampau. Jakarta, London, Johannesburg, Bumi, Matahari, bintang, galaksi, kosmos serta hiruk pikuk kehidupan saling merapat, membentur, meremas-diri akibat tarikan gravitas-nya sendiri, sampai jadi gumpalan kecil teramat mampat, teramat panas. Andai kita ada dalam lingkungan kosmos 15 milyar tahun lampau, seluruh kosmos yang kita hidupi dan ketahui sekarang ini, termasuk kita, terperas dalam sebuah gumpalan primordial yang mempunyai kondisi fisika takhingga. 'Primeval Atom', demikian Lemaître menamakan situasi awal kosmos; sebuah sebutan yang menjadi judul buku yang ia terbitkan tahun 1950.

"Para astronom menemukan Tuhan," begitu tertera dalam beberapa surat kabar, kala model asal mula kosmos yang lebih lengkap, *big bang*, menerima peneguhan observasional tahun 1965. Saat itu, secara tidak sengaja, Robert Wilson dan Arno Penzias menemukan radiasi kosmik gelombang-renik (*cosmic*

*microwave background radiation*, CBR) yang diyakini merupakan 'debu' nuklir yang tersisa dari periode *big bang*. Lemaître masih sempat mendengar temuan itu; ia meninggal setahun kemudian (Penzias dan Wilson 1965, 42: 419).

Diskusi mengenai asal usul kosmos pun berubah sejak tahun 1965.

*Big bang* adalah model kosmos berevolusi. Kosmos memperlihatkan wajah yang berubah perlahan sepanjang lintasan sejarah bermilyar tahun. Dilengkapi dengan sarana prediksi, kosmologi *big bang* juga memberi gambaran tentang masa depan kosmos. Jika rapatannya materi kosmos cukup tinggi, pemuaian akan berhenti di suatu titik ruang-waktu masa depan. Kosmos mengerut kembali; terus mengerut. Ruang-waktu mengecil, memanans, menjadi sebuah runtutan mampat membara mirip situasi ketakberhinggaan awal. Jika rapatannya rendah, pemuaian tak pernah akan berhenti. Kosmos memuai; terus memuai. Ruang-waktu merenggang, mendingin menuju sebuah kesenyapan ketakberhinggaan akhir.

Teori ini, dan dukungan empirisnya, cepat sekali membangkitkan gairah orang untuk menunjuk ke Penciptaan menurut bahasa agama. "Jika engkau orang yang religius, engkau ibarat menatap wajah Tuhan," kata George Smoot dalam konferensi pers 1992 yang melaporkan penemuan COBE (*Cosmic Background Explorer*) terhadap CBR.

Tentu. Tak ada yang lebih menggetarkan sukma agamawan, sekaligus mengusik benak ilmuwan selain ada tanda bahwa kosmos mempunyai awal. *Big bang* berintikan skenario mengenai kosmos yang mengembang dan mendingin,<sup>20</sup> tetapi tidak memaparkan bagaimana dan mengapa proses itu bermula.<sup>21</sup> Teori umum relativitas yang sejauh ini dinilai memberi gambaran paling lengkap mengenai kosmos, mengalami kegagalan di titik mula tak terdefinisi yang diramalkannya sendiri. Titik itu adalah *singularitas*.

Singularitas yang mengangkat semangat agamawan ke tingkat euforia itu justru menjadi mimpi buruk bagi ilmuwan. Penelusuran menggairahkan ke

<sup>20</sup> Perhitungan menunjukkan bahwa sekitar 0,0001 detik setelah Ledakan Dahsyat temperatur kosmos turun sampai kira-kira  $10^{12}$  derajat (Suhu setinggi ini kira-kira 100.000 kali lebih panas daripada suhu pusat Matahari. Untuk uraian mengenai masa awal kosmos lihat antara lain: Edward Harrison (1981), Steven Weinberg, *The First Three Minutes* (1980); uraian lebih teknis dapat ditemukan dalam Peebles (1980) dan Klinkhamer, *Physics of the Early Universe* (*Proefschrift*) (Leiden: Rijksuniversiteit te Leiden, 1980).

<sup>21</sup> Pada saat 'bang!', ukuran spasial kosmos diandaikan nol sehingga rapatannya radiasi dan temperaturnya takhingga. Energi dahsyat yang tersedia saat itu mendorong ruang-waktu memuai dan mendingin amat cepat. Pendinginan menyebabkan gerak zarah melambat sehingga proses interaksi pun dapat berlangsung.

Pada temperatur sekitar satu milyar derajat, yaitu kira-kira seratus detik setelah 'titik nol',

masa lampau di bawah bimbingan daya nalar berakhir di kebuntuan pengetahuan.

Sampai akhir tahun 1920-an, kebanyakan ilmuwan menghindari dari pertanyaan yang berhubungan dengan asal mula kosmos. Penolakan ini, sebagian, disebabkan oleh keyakinan masa itu bahwa kosmos statik. Tak ada perubahan dalam kosmos kecuali yang bersifat lokal: kelahiran dan kematian berjuta bintang, serta pembentukan dan penguraian galaksi-galaksi.<sup>22</sup> Namun keengganan itu juga karena pertanyaan yang berhubungan dengan 'permulaan waktu' dipandang tak cukup ilmiah. Eddington, yang mengupayakan agar karya Lemaître diterjemahkan ke dalam bahasa Inggris, dan dengan begitu ikut mendorong lahirnya paradigma baru 'kosmos memuai', dengan tegas mengatakan, pemikiran bahwa tata kosmos punya

*Singularitas yang mengangkat semangat agamawan ke tingkat euforia itu justru menjadi mimpi buruk bagi ilmuwan. Penelusuran menggairahkan ke masa lampau di bawah bimbingan daya nalar berakhir di kebuntuan pengetahuan.*

kosmos sudah berisi foton, neutrino dan elektron, serta sedikit proton dan neutron. Saat itu laju zarah subatomik sudah tak cukup cepat untuk menolak tarikan gaya nuklir kuat. Berlangsunglah pembentukan inti atom paling pertama dalam kosmos: deuterium. Inti-inti deuterium yang terus lahir saling bergabung dengan proton dan neutron membentuk helium, serta sedikit unsur ringan lainnya, seperti litium dan berilium.

Selama 200 detik permulaan itu, sekitar 25 persen materi diproduksi menjadi helium. Sisa neutron yang tidak ikut dalam proses itu meluruh menjadi proton. Proton merupakan inti hidrogen. Setelah beberapa jam, produksi nuklir berhenti. Sepanjang sejuta tahun berikutnya, proses pemuatan dan pendinginan tidak membuahkan struktur material yang cukup berarti dari segi fisika.

Namun di seluruh kosmos berlangsung penggabungan inti atom dengan elektron untuk menjadikan atom. Beberapa kawasan yang lebih mampat mulai menderita tarikan gravitasi, sehingga muatan pun makin melambat. Padahal perlambatan semakin membuat gravitasi memperkuat pengaruhnya. Lama kelamaan, kawasan yang kian mampat itu berhenti mengikut pemuatan kosmos. Secara lokal, kawasan itu bahkan mulai mengerut. Di sanalah, dalam areal yang sudah tak lagi ikut dengan gerakan global kosmos, terbentuk gumpalan-gumpalan kosmik cikal bakal galaksi.

<sup>22</sup> Dalam tulisan berjudul "The Cosmological Scene 1945-1952", Bondi {Hermann Bondi dalam *Modern Cosmology in Retrospect*, ed. Bertotti, Balbinot, Bergia, Messina (Cambridge: Cambridge University Press, 1990), 189-196}, menyebut ketidaksukaan Milne terhadap Teori Umum Relativitas sehingga ia (bersama McCrea) mengembangkan kosmologi Newtonian. Bagi Bondi, hal paling menarik tentu saja pertanyaan mengapa kosmologi semacam itu tidak lahir sebelumnya? Jawabannya hanya satu: karena selama berabad-abad orang memegang dengan teguh andaian bahwa kosmos statik. Sarana

'permulaan' secara filosofis membuat mual.<sup>23</sup> Ia jelas bukan satu-satunya ilmuwan yang merasa demikian.

Apakah karena 'permulaan' kosmik berhubungan dengan Sang pencita? Lemaître, sekalipun seorang padri, tidak menyebut-nyebut Tuhan. Sementara, astronom agnostik seperti Robert Jastrow malah tergoda, "Para ilmuwan mendaki gunung-gunung ketidaktahuan; mereka hampir saja menundukkan puncaknya yang tertinggi; ketika mencapai undakan batu teratas, mereka disambut oleh serombongan teolog yang sudah duduk di sana selama berabad-abad" (Jastrow 1980, 105-106).

Dan Tuhan, memang selalu bisa dipanggil dengan mengatasnamakan sains, tetapi untuk kepentingan yang sama sekali berbeda. Apapun cabang sains itu.

Simaklah pertentangan menyangkut *generation spontaneous*. Bagi Félix-Archimède Pouchet, menolak ide bahwa organisme renik muncul spontan dari materi, sama dengan memihak para ateis dan pendukung Darwinisme. Bukankah Tuhan terus mencipta? Sebaliknya, untuk menggugurkan argumen Pouchet, Louis Pasteur bertanya, kalau materi punya daya sendiri untuk bangkit hidup, apa guna Sang Pencipta?

Pasteur mau menegaskan diri dan mengambil keuntungan dari posisi sebagai ilmuwan. Dalam rangka kuliah terbuka di Sorbonne (1864) ia menaruh Pouchet—seorang Katolik saleh penolak keras Darwinisme—di kubu materialisme ateis. Secara anggun ia lalu 'membersihkan' Pouchet. Ia menekankan, Pouchet, layaknya ia sendiri, hanya mengacu ke fakta, "... cukuplah puisi, cukuplah imajinasi dan solusi instinktif; ini masanya sains, metode

---

fisika dan matematika untuk sebuah kosmologi Newtonian sudah mengeletak selama dua abad. Akan tetapi, sebelum de Sitter mempublikasikan model kosmosnya (1917; alternatif satu-satunya bagi model statik Einstein pada masa itu), tak seorang pun menganggap ide kosmos mungkin saja berada dalam keadaan 'bergerak', pantas untuk dipertimbangkan. Bahkan Einstein menaruh konstanta kosmologi  $\ddot{E}$  untuk menyetop gerak kosmos, ketika persamaannya menunjukkan gejala itu (lihat catatan kaki 29).

<sup>23</sup> Lihat Arthur Eddington dalam *Nature* (1931) 127:447. Penolakan Eddington dijemakan dalam sebuah model kosmos yang tidak berawal. Di dalamnya terdapat tetapan kosmologis  $\ddot{E}$  seperti yang diperkenalkan Einstein (lihat catatan kaki 31). Menurut Eddington,  $\ddot{E}$  inilah yang berperan menentukan struktur zarah sekaligus struktur skala besar kosmos. Sebagai suatu tetapan, harga  $\ddot{E}$  tidak berubah sepanjang waktu sehingga dapat dijadikan ukuran baku untuk segala pengukuran dalam kosmos.

Kosmos Eddington berada dalam keadaan 'tidur' untuk masa yang takhingga. Oleh suatu gangguan, kosmos ini 'terbangun' dan mulai memuai. Eddington dapat memunculkan gangguan itu karena ia bisa menunjukkan bahwa kosmos Einstein mengandung ketidakstabilan (Eddington, "On the Instability of Einstein's Spherical World", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (1930), 90, 668-678; juga bdk. Ellis, "The Transition to the Expanding Universe" dalam Bertotti et al. (1990), *op.cit.*, 102-105 dan Harrison (1981), *op. cit.*, h. 302-303.

sebenarnya ... agama, filsafat, atau ateisme, materialisme, serta spiritualisme tidak relevan ... sebagai ilmuwan bisa saya katakan bahwa semua itu tidak penting. Permasalahannya adalah fakta ...”

Dalam konteks Perancis masa itu, berbicara teori Darwin ataupun *spontaneous generation* berarti terlibat dalam masalah biologi, sosial, politik, pemerintahan, dan Tuhan. Pasteur menegaskan, eksperimen laboratorium memang satu-satunya hakim adil bagi perdebatan mereka. Pouchet setuju. Seperti pendapat sejarawan sains Bruno Latour, Pasteur dengan cerdas membawa para sekutu yang tidak semestinya disertakan, yaitu antipati terhadap materialisme dan ateisme, ke lingkungan akademik Sorbonne (Latour 1995, 455-482).

### **Mengusur lagi Tuhan**

Dalam Konferensi Vatikan tentang Kosmologi (1981) yang diselenggarakan para imam Jesuit, Stephen Hawking menguraikan gagasannya mengenai teori kuantum gravitasi yang, jika berhasil diformulasikan untuk bekerja pada aras kuantum, akan menghapus singularitas.<sup>24</sup> Kosmos ada, ruang-waktu berhingga, tetapi tak ada penciptaan. Kosmos hadir begitu saja dari fluktuasi kuantum. Dalam ungkapan Alan Guth, yang melahirkan model inflasi kosmos, kosmos sepenuhnya ‘makan siang gratisan’ (Guth 1981, 347-256).<sup>25</sup>

Di manakah kita mau menempatkan Tuhan? Dalam kalimat Hawking, masih tersisakah peran bagi Tuhan?

Jika peran Tuhan dengan tergesa diletakkan pada *big bang*—seperti sudah terjadi—maka bukan hanya tafsiran berdasarkan kemajuan sains yang mungkin akan menyingkirkannya, melainkan juga epistemologi. Epistemologi bisa menolak pemahaman realis atas *big bang*. Epistemologi anti-realis menolak interpretasi ontologis atas teori-teori ilmiah. Singularitas akan dipertimbangkan sebagai batas konseptual saja; cakrawala ketaklengkapan ruang-waktu sebagaimana dinyatakan lewat teori umum relativitas klasik nonkuantum.

Upaya Hawking dan Guth untuk meniadakan atau mengusur singularitas tentu amat menggiurkan; walau itu berarti mencari tempat baru bagi Tuhan yang sudah sempat dipanggil untuk masuk *big bang*.

<sup>24</sup> Teori ini, jika ditemukan, diberi nama Teori Paduan Agung (*Grand Unified Theory*).

<sup>25</sup> Alan Guth, “Inflationary Universe: A Possible Solution to the Horizon and Flatness Problems”, *Physical Review* (1981), D23: 347-356; untuk versi populer paling akhir lihat majalah *Discover*, April 2002; lihat juga Barrow dan Turner, “The Inflationary Universe: Birth, Death and Transfiguration,” *Nature* (1982), 298: 801 – 805.



Sebelum berlangsung upaya penafsiran awam maupun teologis terhadap *big bang*, baik yang cermat maupun yang sewenang-wenang, pada mulanya adalah gambaran yang sedikit keliru tentang *big bang*.

Bayangan bahwa *big bang* adalah 'ledakan' atom awal yang melontarkan materinya ke segala arah memang amat berguna, tetapi menyesatkan. *Big bang* pertama-tama bukanlah ledakan di sebuah tempat dalam ruang. *Big bang* itu sendiri merupakan **pemunculan** dan **pemuaian** ruang yang membawa serta materi-energi, dan belum juga berhenti sampai sekarang.

Kita mempunyai bukti yang memadai bahwa *big bang* merupakan model kosmologis yang sukses memaparkan kondisi kosmos, bahkan sampai ke masa yang amat dekat dengan permulaan ruang-waktu itu sendiri. Akan tetapi, mengapa dan bagaimana permulaan—seperti juga akhir—itu mewujudkan, tetap berada di luar rengkuhan daya pengetahuan yang ada. Kenyataan ini membawa kita ke alasan kedua, mengapa ungkapan '*big bang*' tidak terlalu menguntungkan. Ungkapan itu mengandaikan kita sudah mengenali peristiwa yang mengawali pemuaian kosmos.

Berdasarkan telaah terhadap struktur global ruang-waktu, Penrose dan Hawking<sup>26</sup> memang berhasil menunjukkan bahwa waktu, di dalam model kosmos yang merujuk ke teori umum relativitas, bermula pada sebuah singularitas kosmik. Mereka juga menunjukkan bahwa di singularitas, struktur spasial mengerut sampai volume nol, rapatan materi dan temperatur takhingga, dan teori umum relativitas klasik gagal. Dengan perkataan lain, pada titik waktu = nol, ukuran kosmos lenyap. Para ilmuwan memasuki sebuah kawasan teoretis tempat tak satupun hukum fisika—sejauh yang dikenal—bekerja, dan tak satu teori pun mampu memberi penjelasan.

Model seperti itu, sekali lagi, menggembirakan para teolog. Bersama radiasi latar-belakang gelombang renik, model kosmos yang berawal di sebuah kondisi tak terdefinisi, merupakan dukungan kuat bagi 'Penciptaan' menurut pengertian tradisional agama-agama. Sayangnya, perkembangan Kosmologi sepanjang tiga dasa warsa terakhir ini menuntut kita belajar bahwa jalan menuju Tuhan belum selicin itu.

<sup>26</sup> Penyelidikan tahap awal terhadap singularitas dilaksanakan oleh Penrose, Hawking, Ellis dan Geroch (lihat antara lain Robert Geroch, "What is Singularity in General Relativity?" *Annals of Physics* (1968), 48: 526-540; Roger Penrose, "Gravitational Collaps and Space-time Singularities," *Physical Review Letters* (1965), 14: 57-59; Hawking and Penrose, "The Singularities of Gravitational Collapse and Cosmology," *Proc. Royal. Soc. Lond* (1970), A314: 529-548; Hawking and Ellis, *The Large Scale Structure of Space-time* (Cambridge: Cambridge University Press, 1973), ch. 10.

Semakin kosmolog mendorong cakrawala pemahaman mendekati permulaan sejarah ruang-waktu, semakin bergairah orang bertanya. Mampukah Kosmologi menghaturkan penjelasan asal mula segala sesuatu? Bagaimanakah kita akan menafsirkan ungkapan 'permulaan' dan 'Penciptaan'?

Seperti disebut di atas, para penganut episdtemologi anti-realis, termasuk banyak kosmolog, memandang kondisi energi, rapatan dan temperatur takhingga yang menyebabkan teori-teori Fisika runtuh di sekitarnya, lebih merupakan batas konseptual, daripada deskripsi ontologis situasi dini kosmos. Hal ini karena dari sudut pandang geometri, singularitas adalah ketaklengkapan ruang-waktu; sebuah perbatasan ruang-waktu sebagaimana dipaparkan oleh teori relativitas umum klasik nonkuantum. Sampai saat ini singularitas merepresentasikan batas terjauh mengenai segala sesuatu yang dapat kita ketahui mengenai kosmos.

Seberapa menggangukah titik itu bagi penyelidikan Kosmologi?

Kosmologi memaparkan evolusi seluruh kosmos dengan menggunakan hukum-hukum dasar Fisika. Bersama dengan hukum-hukum tersebut, kita perlu mengetahui aturan yang ada pada permulaan waktu, yang telah memungkinkan kosmos memuai dan melahirkan seluruh isinya, termasuk kehidupan. Aturan itu, atau syarat awal (syarat batas) kosmik, menentukan lingkungan khusus tempat hukum-hukum Fisika diterapkan. Pengetahuan mengenai syarat awal itu belum ada. Bahkan konsep tentang bagaimana syarat awal akan dipaparkan pun masih kosong.

Padahal, tanpa syarat batas, pertanyaan "mengapa kosmos seperti ini?" hanya dapat dijawab dengan sekadar mengatakan, "memang demikianlah adanya" (sederhananya, "Demikianlah jika Tuhan menghendaki"). Bahkan "teori segalanya" masih belum cukup untuk memberikan pemahaman yang lengkap mengenai kosmos teramati. Teori itu pun perlu didukung oleh pengetahuan mengenai bagaimana kosmos tertala pada masa yang amat belia.

*Semakin kosmolog  
mendorong  
cakrawala  
pemahaman  
mendekati  
permulaan sejarah  
ruang-waktu,  
semakin bergairah  
orang bertanya.  
Mampukah  
Kosmologi  
menghaturkan  
penjelasan asal  
mula segala  
sesuatu?  
Bagaimanakah kita  
akan menafsirkan  
ungkapan  
'permulaan' dan  
'Penciptaan'?*

Dua gagasan yang sudah disebut di atas—Hawking dan Guth—tak lain merupakan dua pendekatan berbeda untuk mengatasi syarat awal. Model inflasi Guth menawarkan cara yang amat anggun untuk menunjukkan bahwa kondisi kosmos masa kini tidak lagi memiliki kepekaan terhadap syarat awal. Sementara pendekatan kosmologi kuantum yang diajukan oleh Hartle dan Hawking, menghapus kejadian di titik awal, sehingga melenyapkan sama sekali masalah syarat awal. Dengan perkataan lain, syarat batas kosmos adalah: 'tak bersyarat' (Hartle dan Hawking 1982, 2960-2975).

Kedua pendekatan di atas mungkin akan memaksa para teolog mengubah pandangannya. Khususnya, mereka yang mau mendamparkan begitu saja 'Penciptaan' ke tepian ruang-waktu Kosmologi; yaitu mereka yang mau langsung saja menunjuk (*to assign*) *the moment of genesis* sebagai *the locus of Creation*. Ketika kosmos mencukupi dirinya sendiri, dan dijelaskan oleh teori ilmiah serta proses acak kuantum, kosmos pun memulai sendiri sejarahnya. Artinya, kosmos tak memerlukan apapun di luarnya untuk meng-ada-kannya. Kosmos 'ada', begitu saja.

Pendekatan lain yang tidak kalah menarik disodorkan oleh Alexander Vilenkin (Vilenkin 1982, 25-58).<sup>27</sup> Ia mengasumsikan sebuah *pre-existed universe* berupa geometri hampa yang stabil. Melalui mekanisme kuantum yang sepenuhnya terlarang dalam fisika klasik—*barrier penetration*—lahirlah kosmos yang sekarang kita huni. Ini berarti kosmos semata buah peristiwa kebolehhadiah kuantum, serupa misalnya peluruhan unsur radioaktif.

Bukanlah gagasan bahwa kosmos berasal dari kehampaan, yang sungguh menantang secara filosofis, melainkan ide bahwa 'penciptaan' merupakan konsekuensi tak terhindarkan dari hukum-hukum fisika.

Sungguh, Tuhan menjadi sekadar pengisi retakan ketidaktahuan manusia. Ia diabaikan lagi saat sains menawarkan kemungkinan jawaban.

### **Kosmologi: Sangkan Paraning Dumadi?**

Tema asal mula kosmos, yang pada awalnya merupakan urusan para teolog dan filsuf, sekarang ini sudah menjadi bab penting dalam Kosmologi. Sepanjang tiga dasa warsa terakhir, berbagai gagasan baru serta perkembangan luar biasa dalam teknik observasi dan piranti pendukungnya—termasuk laboratorium—telah memicu Kosmologi maju dengan laju yang membuat takjub. Laboratorium Fisika

<sup>27</sup> Lihat juga Vilenkin, "Quantum Creation of the Universe", *Physica Review* ('983), D30: 509-511.

Zarah bahkan mampu menyediakan ruang-waktu mirip masa belia kosmos. Sementara teori-teori Fisika kontemporer menyediakan tetapan-tetapan dasar<sup>28</sup> yang memungkinkan berbagai gejala dan tampilan kosmos pada skala yang berbeda-beda dimengerti. Pengujian empiris bagi beragam model Kosmologi menjadi semakin mungkin; banyak hipotesis terkokohkan atau tergugurkan dengan landasan empiris.

<sup>28</sup> Tetapan dasar adalah entitas yang setiap waktu, jika dikombinasikan dengan teori yang sesuai, akan menjelaskan sifat dan perilaku beragam sistem fisika; baik sistem skala makroskopik maupun mikroskopik {K.F. Smith, "The Measurement of the Fundamental Constants" dalam *The Constants of Physics*, ed. W.H. McCrea dan M.J. Rees, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* (1983), A 310: 209-303}. Tetapan-tetapan dasar juga menentukan kekuatan interaksi fisika yang bertanggung jawab atas semua proses dan struktur di dalam kosmos.

Tetapan dasar merupakan ciri pembeda Fisika Klasik Newtonian dari Fisika kontemporer abad ke-20. Dalam teori-teori fisika kontemporer, persamaan matematika yang terlibat senantiasa harus dirumuskan begitu rupa, sehingga memunculkan peran tetapan dasar. Sejak ditemukan, jumlah tetapan dasar terus bertambah dengan kian meragamnya eksperimen dan teori Fisika, khususnya Fisika Zarah. Dalam banyak kasus, eksperimen Fisika Zarah menuntut pelibatan tetapan dasar baru.

Menariknya, para ilmuwan dapat menerapkan rumusan fisika yang mengandung tetapan dasar demi kepentingan prediksi, tanpa perlu mengetahui asal usul harganya. Tetapan dasar diterima harganya, begitu saja, sebagai hasil eksperimen. Dengan perkataan lain, sebagai sesuatu yang 'terberi' {dalam hal ini, Max Planck berpendapat bahwa keberadaan tetapan dasar merupakan ciri induktif Fisika. Dengan perkataan lain, bagi Planck, teori Fisika tak mungkin dapat secara lengkap menjelaskan tetapan dasar (Max Planck, "Über irreversible Strahlungsvorgänge" dalam *Sitzungsberichte der Preussisch-Akademie der Wissenschaften* (1899), 5:479, seperti dikutip oleh John Barrow, "The Mysterious Lore of Large Numbers" dalam Bertotti, et. al. (1990), op. cit., 71). Sebaliknya, Einstein justru percaya bahwa Fisika yang *reasonable* tak akan mengandung entitas yang sepenuhnya bergantung pada eksperimen tanpa dapat dideduksi dari teori; untuk komentar Einstein lihat Ilse Rosenthal-Schneider, *Reality and Scientific Truth: Discussions with Einstein, von Laue and Planck* (Detroit: Wayne State Press, 1980), 37-38}.

Hal yang tak kalah menariknya, tetapan dasar (dan semua struktur terukur) dapat dinyatakan dengan sistem satuan yang tak bergantung ke pemilihan eksperimen buatan manusia (misal Satuan Internasional SI: cgs: centimeter, gram, second atau mks: meter, kilogram, second). Sistem satuan *non-antropomorfik* ini merujuk ke entitas subatomik yang harganya sama kapan pun di mana pun dalam kosmos. Dalam satuan *non-antropomorfik* itulah tetapan dasar memunculkan beragam 'kebetulan' yang memicu kelahiran prinsip antropik (lihat pembahasan selanjutnya dalam makalah ini).

Tuhan menjadi  
sekadar pengisi  
retakan  
ketidaktahuan  
manusia. Ia  
diabaikan lagi saat  
sains menawarkan  
kemungkinan  
jawaban.

Pemahaman mengenai ruang-waktu yang kita miliki sekarang ini, tentu tak terbayangkan saat Kosmologi masih terperangkap dalam persoalan metodologis yang berlangsung antara 1930 dan 1940-an. Ketika itu, ahli astrofisika Herbert Dingle mengkritik dengan tajam sekelompok kosmolog yang ia nilai berdosa, karena sudah mengkhianati kesejatan sains. Bagi Dingle, telaah terhadap alam harus berangkat dari observasi. Setiap prinsip umum adalah hasil generalisasi empiris. Ia menolak pandangan bahwa beberapa prinsip bisa saja dibangun tanpa mengacu lebih dahulu ke pengalaman.

Kemarahan Dingle diarahkan ke 'prinsip kosmologi.' Dengan kasar ia mengatakan bahwa prinsip itu merupakan contoh penalaran yang dengan seenaknya memanfaatkan hipotesis 'karangan', buah-buah imajinasi tanpa didasari logika induktif (Dingle 1937, 784-786).

'Prinsip kosmologi' adalah sebuah pernyataan mengenai kosmos yang bersifat homogen dan isotropik dalam skala besar. Dalam kalimat Einstein, "semua tempat di dalam kosmos sama". Sekalipun pada awalnya merupakan asumsi, prinsip kosmologi terbukti konsisten dengan muatan kosmos dan sifat radiasi gelombang-renik yang berintensitas sama di segala arah.

Prinsip itu memendekkan rentang kemungkinan model kosmologi. Tanpa prinsip kosmologi, solusi bagi persamaan medan Einstein terlalu lebar. Dengan mengasumsikan kosmos secara meruang bersifat serba sama, maka semua posisi tidak berbeda dan semua obyek di dalam kosmos berevolusi menurut hukum yang sama. Dengan asumsi isotropik, maka ke arah manapun kita memandang, kosmos tampak serupa.

Prinsip kosmologi menjamin hasil amatan tidak hanya berlaku lokal di sekitar wilayah pengamatan, akibat tampilan khas wilayah itu. Dengan demikian, hasil observasi terhadap sebuah wilayah dapat dirampatkan ke seluruh kosmos teramati.

Edward Milne (Harrison 1981, 89)<sup>29</sup> menyebut prinsip kosmologi sebagai *Einstein's cosmological principle*. Einstein-lah (Februari 1917) yang pertama kali mengasumsikan agihan homogen materi bersifat dalam kosmos skala besar, dalam model kosmos relativistik pertama. Kosmos itu juga mengandung konsep pelengkungan ruang-waktu oleh massa. Asumsi itu merupakan buah bimbingan intuisi. Bagi Einstein, kosmos skala besar yang tidak homogen dan tidak isotropik

<sup>29</sup> Untuk karya lain lihat Edward Milne, *Relativity, Gravitation and World Structure* (Oxford: Oxford University Press, 1993 [1935]). Untuk pembahasan mengenai prinsip kosmologi lihat juga P.J.E. Peebles, *Principles of Physical Cosmology* (Princeton: Princeton University Press, 1993), 10-16 dan 199.

amat *absurd*.<sup>30</sup> Padahal, bagi astronomi yang masih berkuat dengan *Great Debate* (lihat catatan kaki 24 dan 25), kosmos hanya sebatas tata galaksi kita saja (Milky Way).

Setelah Immanuel Kant menolak Kosmologi (sebagai bagian dari sistem pengetahuan),<sup>31</sup> sampai pergantian abad ke-19 langkah Kosmologi sebagai sains memang tertatih-tatih. Kosmologi terus terbentur pada penolakan dan penafikan filosofis. Pada masa ketika verifikasi fakta merupakan satu-satunya kriteria bagi kebenaran ilmiah, paradigma astronomi memang sebatas mekanika benda langit dalam tata surya.

Astronomi positif bukan hanya menolak interpretasi kosmologis atas *nebulae*, tetapi juga telaah bintang. Padahal upaya kosmologis yang cukup penting, betapapun spekulatif, sudah berjalan sejak seabad sebelumnya.

Pada akhir abad ke-19 misalnya, ahli fisika Carl Neumann dan astronom Hugo von Seeliger memodifikasi fungsi potensial Newton agar dalam kosmos tersedia gaya tarik kosmik yang mampu menandingi gravitas. Sekalipun astronom Swedia Charlier membuang lagi gaya itu (permulaan abad ke-20), lalu menggantinya dengan model hierarki kerapatan materi demi menjaga keseimbangan kosmos Newton, ketiga orang ini sebetulnya sedang menegaskan dua dari tiga kaki penunjang stabilitas Kosmologi modern. Kaki pertama adalah hukum alam, kaki kedua adalah asumsi agihan materi skala besar serta daya

Dengan mengasumsikan kosmos secara meruang bersifat serba sama, maka semua posisi tidak berbeda dan semua obyek di dalam kosmos berevolusi menurut hukum yang sama.

<sup>30</sup> Peebles (1993), 16.

<sup>31</sup> Dalam *Critique of Pure Reason* {versi Inggris diterjemahkan Norman Kemp Smith (New York: St. Martin's Press, 1965), B 391-392, A 334-335}, Kant menyatakan bahwa ide-ide kosmologis merupakan salah satu dari tiga ide transedental (keabadian jiwa, kosmos sebagai kesatuan gejala yang saling berhubungan secara kausal, dan Tuhan sebagai kesempurnaan absolut) adalah buah rasio murni yang tidak menambah isi pengetahuan, namun penting sebagai ide regulatif. Ide-ide transedental membentuk landasan bagi filsafat *seakan-akan*. Maksudnya, ide-ide itu bermanfaat bagi penyelidikan ilmiah untuk mengandaikan seakan-akan alam merupakan kesatuan gejala yang berhubungan secara kausal sampai ke masa lampau.

uji asumsi tersebut, dan kaki ketiga adalah observasi atas materi pada skala kosmik yang berlainan.<sup>32</sup>

Kosmologi menjadi mungkin hanya karena keteguhan Einstein, dan de Sitter, untuk tidak terjebak sepenuhnya dalam skeptisisme positivistik yang masih amat dominan pada permulaan abad ke-20. Keduanya mengembangkan model matematika bagi kosmos dengan asumsi yang tak lain *a priori*. Mereka tak menunggu hasil Kosmologi empiris yang saat itu baru melengkapi tahap embrio-nya.

Kata 'kosmologi' sendiri berasal dari kata Yunani, *kosmos*, yang dipakai oleh Pythagoras (580-500 SM) untuk menggambarkan keteraturan dan keselarasan benda-benda langit. Istilah ini dipakai lagi oleh Christian Wolff abad ke-18 ketika membagi wilayah kajian filsafat. Dalam pengertian Wolff, Kosmologi adalah telaah tentang sistem kosmik, yang diselidiki menurut inti dan hakikatnya yang mutlak, baik menurut segi material maupun menurut maknanya. Hal ini berarti bahwa obyek-obyek Kosmologi tidak secara *a priori* dibatasi pada benda fisika-kimia ataupun biotik, melainkan juga manusia dan kosmos sejauh dialami oleh manusia. Inilah spekulasi filosofis mengenai kosmos.

Dalam penggunaan modern oleh para ilmuwan, Kosmologi berkembang dan diterima sebagai sebuah sintesis besar berbagai cabang sains—khususnya ilmu pengetahuan alam.

Kosmologi adalah telaah mengenai ruang-waktu, penyelidikan terhadap asal usul materi kosmos, termasuk asal usul kosmos itu sendiri dan kehidupan di dalamnya. Kosmologi berupaya memperoleh pemahaman menyeluruh mengenai struktur spasio-temporal dan komposisi kosmos skala besar. Tujuannya adalah mempersatukan tampilan dan sifat kosmos sejauh teramati, ke dalam suatu hipotesis swa-ajek yang akan mendefinisikan struktur dan evolusinya.

Bagaimanapun, sisi paling menakutkan dari kosmologi modern bukanlah semata ciri ilmiahnya, yang khas dan mampu menghadapi tuntutan ketat kriteria

<sup>32</sup> Gaya yang diperkenalkan von Neumann dan Seeliger, sekalipun berbeda, tetapi bekerja sebagaimana konstanta kosmologi  $\ddot{E}$  yang diajukan oleh Einstein untuk membangun kosmos statik menggunakan teori relativitas umum

Fungsi  $\ddot{E}$ , bila berharga positif, memberi efek tarikan pada persamaan itu. Alasan Einstein menambahkan  $\ddot{E}$  karena model kosmos yang dihasilkan dari persamaan tanpa  $\ddot{E}$  menghasilkan sifat dinamik yang, pada masa itu (1917), belum terbayangkan. Para kosmolog waktu itu berpegang pada model statik Einstein. Pengamatan atas gerak menjauh galaksi-galaksi menghasilkan tafsiran bahwa kosmos memang dinamik. Einstein pun mengakui bahwa penambahan  $\ddot{E}$  adalah suatu kesalahan terbesar dalam hidupnya.

Sekalipun demikian, sampai saat ini perdebatan mengenai peran  $\ddot{E}$  masih berlanjut; ada kosmolog yang mempertahankan dan ada yang mengabaikan  $\ddot{E}$ . Kosmos Lemaitre yang menjadi dasar untuk model baku Ledakan Dahsyat, memanfaatkan  $\ddot{E}$ , tetapi dengan harga berbeda dari yang dipakai Einstein sehingga tetap menghasilkan kosmos yang dinamik.

empiris. Isu-isu kosmologi membangkitkan kerinduan yang melantun diam-diam sepanjang ribuan tahun. Kadang kita bersedia mendengar gema pencarian tertua manusia untuk menjelaskan dunia, melalui, misalnya Epik Bugis terpanjang, *I La Galigo. I La Galigo*: kisah asal penciptaan dan kediaman para dewa serta keturunannya di bumi. Kadang kita mengabaikannya, karena menemukan jawab dalam keimanan. Atau, menoleh ke spekulasi mistik Jawa: *sangkan paraning dumadi; sebuah upaya menjawab* "Darimana kita datang dan kemana kita semua akan pergi?"

Hampir dalam semua kebudayaan yang pernah tercatat oleh sejarah, kita dapat menemukan upaya, betapapun sederhana, untuk memahami misteri eksistensi.

Sejak abad ke-16, sains pun sudah memberi perhatian pada kerinduan itu. Hanya saja, hasrat intelektual yang dipandu ketat oleh langkah obyektif dan impersonal, yang lalu tumbuh menjadi 'positivisme', pada akhirnya menghardarkan sebuah kosmos yang mengandaikan bahwa bahwa pertanyaan macam itu tidak bermakna. Bahkan teori ilmiah mengalami perubahan status. Daripada kesulitan mendefinisikan bagaimana teori akan berhubungan dengan dunia, maka teori pun diandaikan sebagai sekadar alat. Sekumpulan aturan—yang tidak mempunyai implikasi ontologis sedikit pun—untuk memprediksi hasil pengamatan berikut atas dasar pengalaman sebelumnya.<sup>33</sup>

Manusia modern menyerahkan pergulatan untuk memahami misteri keberadaannya sendiri ke para ahli,

*Hampir dalam semua kebudayaan yang pernah tercatat oleh sejarah, kita dapat menemukan upaya, betapapun sederhana, untuk memahami misteri eksistensi.*

<sup>33</sup> Adalah Ernst Mach (1883) yang pertama kali mengembangkan gagasan mengenai teori sebagai ekonomi pemikiran saja. Teori adalah ringkasan nyaman pengalaman yang bertujuan menghemat waktu dan mengurangi kesulitan perekaman data. Duhem pun mempunyai keyakinan yang serupa. Bagi Duhem teori sekadar metode pengklasifikasian gejala fisika sehingga mencegah kita tenggelam dalam kerumitannya (Pierre Duhem, *The Aim and Structure of Physical Theory*, terj. Philip Wiener, (Princeton: Princeton University Press, 1991 [1954])). Positivisme logis menekankan bahwa teori tidak perlu dibebani dengan kewajiban menerangkan realitas yang ada di belakang gejala. Kalau orang melakukan upaya itu, ia bukan sedang menjalankan ilmu pengetahuan melainkan metafisika—sebuah kata yang dipakai sebagai eufimisme *nonsense*.



hanya untuk menemukan bahwa kerinduan mereka yang menggetarkan berujung di kumpulan definisi, obyek mental, yang disediakan oleh para ilmuwan.

Bersanding dengan cara pandang yang sangat dingin mengenai sains tersebut, Kosmologi modern dirasa jauh lebih memuaskan. Terlebih lagi, banyak teori atau modelnya yang memaksa orang merenung dan mempertanyakan dengan sungguh-sungguh implikasi filosofisnya.

Dalam pengantar untuk edisi bahasa Inggris *The Logic of Scientific Discovery*, Popper mengatakan bahwa salah satu persoalan filosofis yang diminati oleh kebanyakan orang yang melakukan perenungan adalah problem kosmologi—yaitu persoalan memahami dunia termasuk memahami diri kita sendiri dan pengetahuan kita (Popper 1992, 15).

Di belakang pernyataan Popper terkandung persoalan epistemologi menyangkut peran teori dalam hubungannya dengan realitas, selain persoalan metodologi sehubungan dengan teori, khususnya, dalam memperlihatkan bagaimana penalaran empiris bekerja dalam situasi uji yang sukar. Namun, bagi kebanyakan orang awam, ada sebuah pertanyaan yang lebih memikat: mampukah Kosmologi memenuhi kerinduan spiritual manusia dengan memberikan *ultimate explanation* mengenai Kosmos? Di manakah sesungguhnya letak makna eksistensi yang asal usul pencariannya sudah terselubungi kabut waktu?

### **Cosmology: A Peculiar Science**

Kosmologi mungkin merupakan cabang sains yang paling memungkinkan ilmuwan menyebut Tuhan tanpa sungkan. Einstein misalnya, pernah mengatakan kepada Erns Strauss bahwa yang menarik bagi dirinya adalah pertanyaan, “apakah Tuhan mempunyai pilihan saat menciptakan kosmos?” Sedangkan Hawking menyebut hukum alam sebagai *The Mind of God*. Fred Hoyle, sekalipun tak langsung menyebut “Tuhan”, kelihatannya menunjuk ke kesadaran transenden ketika menyebut *Intelligent Mind*. Tentu saja, Tuhan tak pernah diperbincangkan dengan sengaja dalam kepustakaan kosmologi yang bersifat akademik. Ungkapan itu hanya muncul dalam kosmologi populer, atau dalam kajian teologis terhadap Kosmologi.<sup>34</sup>

Tentu bukan itu alasan Bretotti menyebut Kosmologi, *a Peculiar Science* (Bertotti, Balbinot, Bergia, Messina, 1990). Sekalipun merupakan anak cabang

<sup>34</sup> Lihat antara lain: M. Corey, *God and the New Cosmology: The Anthropic Design Argument* (Maryland: Prewman and Littlefield Pub.Inc, 1993) dan S. Toulmin, *The Return to Cosmology: Postmodern Science and the Theology of Nature* (Berkeley: University of California Press, 1982).

pohon sains empiris, telaah Kosmologi berbeda dengan telaah bidang sains lainnya. Kita hanya punya satu kosmos. Berbeda dengan teori Fisika maupun teori dari bidang lain yang hampir selalu dapat diuji untuk banyak gejala serupa, hipotesis kosmologis hanya dapat diterapkan ke Kosmos itu sendiri. Dengan alasan ini, para kosmolog memperkenalkan 'hipotesis' dengan arti berbeda.

Dalam Kosmologi, 'model' lebih sering dipergunakan daripada 'hipotesis' atau 'teori'. Keuntungannya, kata 'model' menunjukkan bahwa teori-teori kosmologi—kalaupun ada—tidak pernah merupakan jawaban akhir. 'Teori' dalam Kosmologi hampir senantiasa terbentur dengan teka-teki yang jawabannya mengambang dalam satu-satunya ruang-waktu yang kita ketahui.

Hal serupa tentu saja juga berlangsung dalam ilmu-ilmu lainnya. Hanya saja, dalam Kosmologi pertanyaan terbuka jauh lebih banyak (Milne, 1991). Sebuah model kosmologi bukan semata hipotesis hasil perampatan empiris data amatan dari kawasan tertentu ruang-waktu, melainkan buah interaksi antara unsur observasional dan unsur konseptual matematika serta fisika. Sementara itu, Kosmos sebagai sebuah kesatuan tetap merupakan keseluruhan absolut yang unik dan tak sepenuhnya dapat tertuang menjadi data amatan.

Langkah untuk memberlakukan Kosmologi sebagai cabang sains empiris menyebabkan implikasi observasional dari sebuah model, amat penting. Setidaknya, kosmolog perlu menunjukkan bahwa secara prinsip, beragam model yang mereka buat mempunyai peluang untuk diuji.<sup>35</sup>

Setelah keberhasilan Lemaître dan Robertson menghubungkan gejala ingutan merah dengan prediksi yang muncul dari model relativistik,<sup>36</sup> Hubble memulai langkah

teori-teori  
kosmologi—  
kalaupun ada—  
tidak pernah  
merupakan  
jawaban akhir.

<sup>35</sup> Syarat ini mengacu ke kriteria Popper untuk sebuah sistem empiris {Popper (1992), *op. cit.*, 92 dan Bab VI}

<sup>36</sup> Lihat sub-bagian "Memanggil-manggil Kembali Tuhan" dalam makalah ini.

Lihat Heller, *Theoretical Foundations of Cosmology* (Singapore: World Scientific, 1992), 76. Sejarah perkembangan Kosmologi teoretis

pertama Kosmologi observasional. Ia mengarahkan penyelidikan astronomi begitu rupa, sehingga dapat juga memaparkan 'kosmos teramat' (Heller, 1992). Apabila proses amatan berhasil menyediakan cuplikan alam semesta yang dinilai cukup memadai, kosmolog bisa membuat ekstrapolasi sederhana untuk mendapatkan model kosmos yang memuaskan.

Metode Hubble menjadi tidak lagi memadai dan kurang realistik ketika wilayah amatan kosmologi menjadi terlalu luas, akibat perbaikan teknik dan metode observasi. Para kosmolog ternyata tidak mungkin menafsirkan data yang tersedia, tanpa terlebih dulu mengasumsikan model tertentu yang berlaku untuk wilayah amatan tersebut.

Uji empiris bagi bermacam model kosmologi biasanya berjalan menurut langkah-langkah berikut: kosmolog (i) mengasumsikan sebuah model kosmologi atau sebuah kelas-model yang berlaku; model ini menyandarkan diri ke postulat tertentu, atau merujuk ke sekumpulan hasil amatan yang ketepatannya dapat diandalkan (misalnya, agihan setangkup materi dalam kosmos); (ii) kemudian mendeduksikan hubungan di antara berbagai entitas kosmologis yang sekiranya mungkin untuk diamati; (iii) lalu menguji hubungan teoretik tersebut dengan hasil amatan (Heller, 1992).

Sejak 1979 Ellis (Ellis dan Perry 1979, 357-370) sudah membuat analisis yang cukup sistematis bagi pengembangan Kosmologi empiris. Dari hasil observasi ideal atas obyek-obyek astronomis, Ellis mencoba sebisa mungkin untuk membangun sebuah kosmologi (Ellis dan Perry 1979, 357-370). Pengamatan ideal maksudnya ialah pengamatan yang tidak didahului oleh konstruksi teoretis apapun. Namun, sebagaimana sudah pernah disampaikan oleh Duhem setelah penelusurannya terhadap kerja ilmu-ilmu alam, hasil penelaahan Ellis bagi Kosmologi pun menunjukkan bahwa langkah induksi tak pernah cukup untuk membangun sebuah geometri ruang-waktu (Duhem, 1981).

Telaah Ellis memang menarik karena menjadi bukti bahwa data masa silam yang masih mungkin untuk diamati sekarang, selalu meninggalkan sejumlah ketaktentuan. Ketaktentuan itu mengakibatkan kosmolog bisa saja membangun beberapa model dengan parameter yang berbeda-beda, tetapi ternyata semuanya konsisten dengan data amatan.

Telaah Ellis seperti memastikan bahwa para kosmolog memang akan menemui kesulitan untuk bisa menunjuk ke sebuah model yang paling betul.

---

dan observasional mengacu juga ke Bertotti, *et al.* (1990), dan Joseph Silk, *The Big Bang: The Creation and Evolution of the Universe* (New York: Freeman, 1990), 21-60.

Dari begitu banyak persediaan yang dibangun para kosmolog, ternyata semuanya setara secara empiris. Semuanya memenuhi kriteria yang dituntut sains: memadai secara (*empirically adequate*).<sup>37</sup>

Duhem membahas masalah ini pertama kali dalam kajiannya terhadap masalah ketidakmampuan data memberi dukungan penentu bagi sebuah teori (*underdetermination of theory by data*). Sampai saat ini, kajian Duhem tetap merupakan salah satu argumen paling kuat bagi para pendukung tesis empirisisme untuk menolak paham realisme ilmiah. Para realis berkeyakinan bahwa teori ibarat bayangan cermin realitas; sedikitnya, teori merupakan pernyataan tentang pendekatan terhadap kebenaran.

Ketaktentuan teori oleh data muncul akibat ketak-  
gayutan semantik bahasa teoretis dari bahasa observasional.<sup>38</sup> Terpilahnya aras tempat teori (bermaksud) memaparkan realitas dari aras yang masih mungkin dijangkau oleh pengamatan, menghasilkan keterputusan bahasa antara pernyataan universal teoretis dan pernyataan singular observasional yang melandasinya. Keterputusan bahasa ini adalah gambaran tentang jurang yang dengan tajam memisahkan pernyataan teoretis mengenai kawasan amat luas yang tak lagi terjangkau oleh pengamatan, dan pernyataan dalam wilayah lebih kecil tempat bukti yang diperoleh masih dapat terbahasakan oleh pengamat.

<sup>37</sup> Secara umum, tesis empirisme menyatakan bahwa suatu teori akan terkukuhkan jika salah satu prakiraan observasionalnya terbukti. Ini berarti jika Teori *T* terkukuhkan, maka semua teori yang setara secara empiris dengan *T* (*T*, *T*<sub>1</sub>, *T*<sub>2</sub>, *T*<sub>3</sub>, ....) akan terkukuhkan oleh bukti observasional yang sama. Kemungkinan ini akan selalu terjadi untuk semua bukti yang mungkin. Pertanyaannya adalah, manakah di antara teori-teori yang saling tak bersesuaian itu yang paling benar untuk menjelaskan gejala yang tidak langsung teramati? Jika semua prakiraan observasional dari teori-teori yang saling tak berkesesuaian itu sama, maka tak ada eksperimen yang dapat menentukan teori yang paling benar. Para ilmuwan berhadapan dengan ketaktentuan: selalu saja mereka berhadapan dengan teori-teori yang secara empiris setara, seberapapun banyak bukti yang diperoleh.

<sup>38</sup> Bandingkan dengan kajian Duhem dalam konteks berbeda dalam Helen Longino, *Knowledge, Bodies and Values*, *Technology and The Politics of Knowledge*, ed. Feenberg & Hannay (Bloomington: Indiana University Press, 1995).

*Telaah Ellis seperti memastikan bahwa para kosmolog memang akan menemui kesulitan untuk bisa menunjuk ke sebuah model yang paling betul. Dari begitu banyak persediaan yang dibangun para kosmolog, ternyata semuanya setara secara empiris.*

Khusus untuk Kosmologi, jurang itu misalnya terbentuk antara pernyataan teoretis yang mau menjelaskan *quasar* (*quasi-stellar radio source*: obyek mirip-bintang yang memancarkan gelombang radio) dan pernyataan observasional hasil amatan teleskop radio; atau antara pernyataan teoretis mengenai lubang hitam (*black hole*) dan pernyataan observasional hasil teleskop sinar-X.

Sekalipun demikian, gejala itu tak dapat diartikan sebagai dikhotomi ungkapan teoretis dan observasional. Dalam kenyataannya tak ada observasi yang murni bebas dari pengaruh teori. Setiap pembicaraan keilmuan serta cara ilmuwan menjawab beragam pertanyaan mendasar yang berkaitan dengan pengkajian bukti eksperimental, senantiasa bergantung pada komitmen teoretisnya. Dalam Kosmologi, misalnya, ada pemahaman bahwa tiap struktur terobservasi terletak pada dan di dalam kerucut masa lampau titik ruang-waktu. Pemahaman ini sesungguhnya merupakan sebuah asumsi di dalam teori umum relativitas. Namun asumsi itu memaksa kita untuk selalu meletakkan pengamat di dalam ruang-waktu. Asumsi itu juga membatasi informasi yang dapat mencapai pengamat.

Ketidakmampuan data untuk sepenuhnya memberi dukungan penentu bagi teori, mencirikan limit pemaparan empiris. Teori, tak mungkin tak bersisa ketika dialihbahasakan ke kumpulan pernyataan yang semata memerikan pengetahuan empiris (Fraassen 1980, 59). Maka, gambaran-dunia ideal yang dibangun sepenuhnya dari serpih-serpih data, menjadi tidak realistis.

Bagi Kosmologi, situasi mengecewakan ini sedikit banyak dapat diperbaiki. Asumsikanlah bahwa ada sebuah struktur matematik yang bisa melukiskan dinamika kosmos. Misalnya, persamaan medan Einstein. Dengan bantuan persamaan medan tersebut, masalahnya beralih menjadi masalah penentuan *data Cauchy*. Inilah informasi paling rinci yang masih mungkin kita peroleh dari pengamatan. *Data Cauchy* membangun sebuah himpunan data maksimal yang terdiri dari data ideal pengamatan astronomi.<sup>39</sup>

Sebuah model kosmologi disebut sebagai 'ruang-waktu observasional' yang berasosiasi dengan *data Cauchy* tertentu, apabila semua data observasional yang diprediksinya merupakan elemen-elemen dari *data Cauchy*. Masalah ketakten-

<sup>39</sup> *Data Cauchy* bisa terdiri dari ingatan-merah yang teramati pada spektra galaksi, jarak antar-galaksi, cacah galaksi dan *quasar* atau erotan citra beragam benda langit sejauh 'bentuk asli' obyek tersebut diketahui. Radiasi latar-belakang bergelombang-renik bukan merupakan elemen *data Cauchy*. Radiasi tersebut tidak mengangkut informasi mengenai kawasan khusus ruang-waktu tetapi menerapkan syarat global bagi struktur ruang-waktu, yang harus dipenuhi oleh setiap model kosmologi.

tuan muncul kalau ada lebih dari satu 'ruang-waktu observasional' yang berasosiasi dengan data yang sama. Selain merupakan akibat dari metode ekstrapolasi yang dipergunakan dalam penelitian Kosmologi, ketaktentuan juga merupakan konsekuensi teori umum relativitas. Teori tersebut membuka peluang takhingga bagi beragam model sejarah kosmos. Ketika jelaslah bahwa tak mungkin ada lebih dari satu model yang betul, nampak bahwa teori itu terlalu luas.

Kosmolog bisa saja menerima ketaktentuan di dalam Kosmologi sebagai elemen niscaya dari gambar-dunia kita. Atau, menetralisirnya dengan bantuan berbagai postulat (misalnya prinsip kosmologi) serta asumsi filosofis semisal 'hukum fisika sama di mana pun'. Jika jalan kedua yang dipilih, kelihatannya para kosmolog perlu mengakui bahwa Kosmologi bukan semata pengetahuan tentang struktur dan evolusi kosmos, melainkan juga pengetahuan mengenai asumsi yang perlu dibuat agar Kosmologi sebagai sains memang mungkin.

### **Big Bang dan Beberapa Pertanyaan Tersisa**

Model *big bang* yang berhasil mendudukkan diri sebagai paradigma Kosmologi modern, berdiri kokoh di atas data empiris. Namun seperti dipaparkan di atas, model ini pun hanya mungkin lahir karena ada tiga asumsi dasar yang menyangganya, yakni:

- (i) ruang-waktu dapat dinyatakan oleh solusi Friedman;<sup>40</sup> dalam model seperti ini kosmos memuai dan mendingin;
- (ii) hukum-hukum dasar fisika tidak berubah sepanjang waktu;
- (iii) efek gravitasi dapat dengan tepat diberikan oleh teori umum relativitas, dengan syarat bahwa fisika lokal sama di manapun (ditentukan berdasarkan eksperimentasi laboratorium dan simpulan amatan dari beragam lokasi yang berada dalam kondisi ekstrim).

Dengan tiga andaian ini model *big bang* memanfaatkan langkah ekstrapolasi terhadap Fisika yang sudah berhasil menjawab masalah-masalah lokal. Ekstrapolasi berlangsung sampai ke suatu wilayah yang memaksanya berhenti, seperti singularitas.

Model *big bang* menunjuk ke tiga prakiraan yang dapat diuji, yaitu:

---

<sup>40</sup> Model kosmos Alexander Friedman yang dikembangkan tahun 1922 adalah model kosmos serbasama. Ada tiga model Friedman, (i) model dengan tetapan kelengkungan  $k = 0$  yang menandakan kosmos datar dan terbuka; (ii) model dengan tetapan  $k = 1$  untuk kosmos sferik tertutup; (iii) model dengan tetapan  $k = -1$  untuk kosmos hiperbolik terbuka.

- (i) gerak memuai mengakibatkan galaksi-galaksi bergerak saling menjauh; laju menjauh itu berbanding linier dengan jarak galaksi;
- (ii) sisa radiasi awal yang sudah dingin tetap ada dan membanjiri seluruh kosmos; radiasi ini diperkirakan dapat terlaak pada temperatur yang sangat rendah, yaitu antara  $-268^{\circ}\text{C}$  sampai  $-223^{\circ}\text{C}$ ;
- (iii) berlangsung pembentukan inti atom ringan gabungan proton dan netron selama satu menit pertama setelah ledakan.

Ketika Hubble menemukan hukum-nya, itulah yang kemudian (ternyata) jawaban bagi prakiraan (i). Namun pada masa itu, belum jelas mekanisme yang menyebabkan galaksi-galaksi saling menjauh. Model *big bang* menjelaskan hubungan Hubble, sekaligus teruji oleh hubungan itu. Sedangkan temuan Penzias dan Wilson mengukuhkan prakiraan (ii); prakiraan (iii) mengenai kejerahan spesifik dari unsur-unsur hidrogen, helium dan litium yang muncul dalam model, juga sesuai dengan hasil amatan.<sup>41</sup>

*Big bang* berhasil mengaitkan semua fakta observasional tersebut. Sekalipun demikian sejumlah pertanyaan mendasar masih belum terjawab, terutama berkaitan dengan suatu periode amat pendek, antara 'titik nol' dan (kurang dari) 1 detik berikutnya. Tiga persoalan utama yang dapat disebutkan di sini adalah:

- (i) Problem horison, yaitu kesulitan memahami sifat homogen dan isotropik kosmos dalam skala besar. *Big bang* menawarkan kerangka evolusi yang terlalu cepat untuk menyeragamkan kosmos lewat proses keseimbangan termal biasa. Sumber radiasi gelombang-renik dalam kosmos *big bang* berasal dari kawasan berlainan. Masalahnya, tiap kawasan saling berjauhan, begitu rupa, sehingga jarak satu ke yang lain lebih besar daripada 'jarak cakrawala'-nya (jarak maksimum yang masih terjangkau oleh cahaya, yang merambat sejak saat kosmos terbentuk). Dengan perkataan lain, tak ada komunikasi di antara kawasan yang berbeda itu. Bagaimana semua kawasan kosmos teramati bisa dibanjiri radiasi bersuhu sama, ketika mereka tak saling berhubungan? (kecuali kalau dari permulaan, temperatur semua kawasan 'kebetulan' sama). Dalam kosmologi masalah ini dikenal sebagai *the smoothness problem*.<sup>42</sup>

<sup>41</sup> Bandingkan dengan J. Audouze, 1982, *Astrophysical Cosmology*, ed. H.A. Brück (Specola Vaticana, 1982).

<sup>42</sup> Persoalan ini dibahas pertama kali oleh Dicke (Dicke and Peebles, "The Big Bang Cosmology—Enigmas and Nostrum", *An Einstein Centenary Survey: General Relativity*, ed. Hawking & Israel (Cambridge: Cambridge University Press, 1979), Ch. 9. Lihat juga Michael Heller (1992), dan C.W. Misner, K.S. Thorne, J.A. Wheeler, *Gravitation* (San Fransisco: W.H. Freeman & Company, San Fransisco, 1973), 740-750; 815-816.

(ii) Sekalipun kosmos skala besar serbasama, namun ada ketakberaturan lokal dalam skala yang lebih kecil berupa gugus galaksi, sebaran bintang dan sistem planet. Pengelompokan ini diduga berasal dari selisih rapatan materi yang ada pada tiap-tiap kawasan. Pertanyaannya, darimanakah asal-usul fluktuasi rapatan?<sup>43</sup>

(iii) Problem kedataran, yaitu hasil observasi yang menunjukkan bahwa laju muaian amat mendekati laju 'kritis'. Laju kritis itu begitu 'tepat'nya sehingga kosmos tidak runtuh kembali menuju singularitas awal, atau memuai selekas-lekasnya sebelum struktur materialnya terbentuk. *Big bang* harus mengandaikan kedataran kosmos sebagai sebuah kondisi terberi.

Karena informasi tentang situasi fisika masa dini amat tidak memadai, maka ke dalam kerangka kerja *big bang* perlu ditambah beberapa asumsi lagi, yaitu:

- (i) sifat serbasama dan isotropik diterima sebagai syarat awal;
- (ii) laju muaian sama di seluruh kosmos;
- (iii) setiap perubahan yang terjadi pada kondisi fisika radiasi dan materi tidak mempengaruhi sejarah termodinamika kosmos.

Padahal, Kosmologi yang memuaskan mestinya dapat menjelaskan semua fakta fisika yang ada sejak titik mula waktu tanpa perlu mengandaikan bahwa syarat awal merupakan sesuatu yang terberi.

Kosmologi memang sudah bisa menembus lapis sejarah kosmos sampai ke masa yang teramat lampau, akan tetapi model teoretis untuk mengkaji kondisi fisika menjelang saat yang teramat dekat dengan '*the moment of*

*Big bang* berhasil mengaitkan semua fakta observasional tersebut. Sekalipun demikian sejumlah pertanyaan mendasar masih belum terjawab.

<sup>43</sup> Bandingkan Dallaporta, 1981, "Inaugural Lecture" dalam *The Origin and Evolution of Galaxies*, NATO Advanced Study Institute Series (penyunting: Jones dan Jones), h. 1-7; lihat juga Rees, 1985, "Large Numbers in Astrophysics" dalam McCrea dan Rees (penyunting), *op. cit.*, 318; Padmanabhan, 1995, *Observational Constraints on Cosmological Models* dalam ASP Conference Series (penyunting: Chapman, dkk.), 84: 470-477.



genesis' masih amat jauh dari lengkap. Gagasan yang diajukan Hawking, Guth, Vilenkin dan lainnya lebih merupakan pendekatan saja terhadap masalah syarat batas. Di antara itu, gagasan inflasi kelihatannya merupakan usulan yang paling diterima<sup>44</sup>

### **Lagi-lagi Tuhan**

Tampaklah bahwa bukan hanya pendekatan induktif yang sukar memberi dukungan penentu bagi model kosmologi. Kesulitan yang dihadapi pendekatan deduktif pun tak kalah besar. Penerapan pola yang mau menunjukkan bahwa struktur teramati kosmos merupakan konsekuensi dari hukum-hukum umum dan syarat awal yang bekerja pada permulaan waktu, terbentur pada kekosongan pengetahuan mengenai syarat awal itu sendiri, serta ketidakpastian jenis hukum yang berperan pada periode teramat pendek itu.

Tak ada jalan lain bagi beberapa kosmolog untuk mengambil langkah pragmatis. Langkah yang pada akhirnya melahirkan tafsiran amat luas, bahkan sewenang-wenang, berasal dari Brandon Carter (1973). Carter memanfaatkan hubungan logis antara ketertalaan kosmos dan keniscayaan keberadaan kehidupan. Untuk itu ia mengajukan prinsip *antropik*.

Ketika prinsip antropik terangkat ke khazanah ilmiah populer tahun 80-an, banyak orang lega karena menemukan cara baru menggapai Tuhan.

Sukar untuk dibantah, 'Penciptaan' merupakan gagasan paling penting di dalam agama-agama monoteis. Agama-agama tersebut memandang kosmos tidak hadir tanpa sebab, tanpa tujuan, dan merupakan pertanda utama kekuasaan Tuhan. Begitu gagasan ini mempunyai kemungkinan untuk tersingkirkan, maka perlu ada cara baru menarik makna dari temuan-temuan sains yang kiranya akan mengembalikan Tuhan sang Pencipta ke dalam dunia sehari-hari.

"Lihatlah, sains menunjukkan kosmos terancang demi kelahiran manusia," begitu kira-kira pesan yang diyakini mau disampaikan oleh prinsip antropik. Prinsip itu mencoba menjelaskan banyak 'kebetulan' mempesona hasil jalinan

---

<sup>44</sup> Secara garis besar model inflasi menyatakan bahwa pada masa yang amat dini, laju muaihan di beberapa kawasan tiba-tiba meningkat hebat hingga ukurannya mengalami inflasi besar-besaran. Menjelang akhir masa inflasi, ada sebuah periode peralihan yang membawa kosmos muda memasuki tahap seperti yang dimodelkan oleh *big bang*. Sifat kosmos teramati berasal dari akhir masa alihan. Itu sebabnya, apapun syarat awal yang ada, kita tak perlu terlalu pusing. Kosmos kini tak lag ibergantung pada syarat awal. Sementara, kawasan-kawasan yang berbeda pun sudah saling berkomunikasi sebelum berlangsung inflasi, sehingga sifatnya sudah terseragamkan.

berbagai tetapan dasar (kecepatan cahaya, muatan elektron, tetapan gravitasi, dan lain-lain), baik di aras kosmologis maupun subatom.

Brandon Carter yang melahirkan prinsip antropik memang jenaka. Tanpa keterangan, ia memainkan diktum filsafat René Descartes *cogito ergo sum* (saya berpikir, maka saya ada), menjadi *cogito ergo mundus tali est* (saya berpikir, maka kosmos seperti ini). Interpretasi teleologis (*telos* = tujuan) dan teologis segera mengganduli prinsip itu.

Perhatian Carter terhadap masalah ini muncul setelah Bondi mengatakan bahwa 'kebetulan' menakjubkan tersebut merupakan bukti bahwa teori-teori takbaku seperti teori penyimpangan hukum kekekalan ataupun teori ketetapan *G* (pada teori baku, *G* adalah suatu tetapan), memang diperlukan (Bondi, 1960). Carter tidak sependapat dengan Bondi; bagi Carter kebetulan-kebetulan itu justru merupakan pengukuhan bagi Fisika dan Kosmologi standar. Teori-teori yang ada secara prinsip dapat mempraktikkan banyak kebetulan kosmologis, hanya saja, diperlukan suatu prinsip baru, ialah *prinsip antropik* tersebut. Carter merumuskannya sebagai berikut:

Ketika prinsip antropik terangkat ke khazanah ilmiah populer tahun 80-an, banyak orang lega karena menemukan cara baru menggapai Tuhan.

"...may be termed the anthropic principle to the effect that what we can expect to observe must be restricted by the conditions necessary for our presence as observers." (although our situation is not necessarily central, it is inevitably privileged to some extent) (Carter 1974, 291).

Carter membedakan *prinsip antropik* menjadi *prinsip antropik lemah*<sup>45</sup> dan *prinsip antropik kuat*.<sup>46</sup> Pengheboh utama adalah versi kuat prinsip antropik: kosmos harus begitu rupa sehingga memungkinkan para pengamat hadir pada suatu tahap evolusinya.

<sup>45</sup> "...weak' anthropic principle to the effect that we must be prepared to take account of the fact that our location in the universe is necessarily privileged to the extent of being compatible with our existence as observers." (Ibid., 293)

<sup>46</sup> "...strong' anthropic principle stating that the Universe (and hence the fundamental parameters on which it depends) must be as such to admit the creation of observers within it at some stage." (Ibid., 294).

Sebetulnya, sejak 1961 Dicke berupaya memperlihatkan bahwa kebetulan kosmologis merupakan gejala yang konsisten. Maksudnya, bagi Dicke, 'kebetulan' itu bukanlah kebetulan, melainkan prasyarat bagi hadir dan berevolusi-nya kehidupan sampai ke tahap pengamat sadar (Dicke 1961, 440).<sup>47</sup> Namun gagasan yang bermaksud menghubungkan kondisi faktual kosmos dengan unsur biologis itu, tidak mendapat perhatian sampai muncul kembali dalam tulisan Collins dan Hawking. Keduanya menyimpulkan bahwa sifat isotropik kosmos berhubungan dengan eksistensi kita sebagai pengamat (Collins dan Hawking 1973, 317).

Collins dan Hawking sebetulnya merujuk ke tulisan Carter yang tak diterbitkan (Carter, 1970). Carter mengatakan bahwa apabila kita menyetujui gagasan Dicke, yaitu bahwa (a) kehidupan menuntut prasyarat tertentu supaya dapat hadir, (b) kosmos berevolusi, dan (c) kosmos tidak serbasama pada skala lokal,<sup>48</sup> maka kita perlu menolak ketundukan berlebihan kepada *prinsip Copernicus* (Carter 1974, 291). Tunduk berlebihan karena ada kecenderungan kosmolog untuk memperluas *prinsip copernicus* menjadi sebuah dogma. Seakan, situasi kita sama sekali tak punya keistimewaan dalam kosmos.<sup>49</sup>

Carter tidak memberi penafsiran lebih lanjut, kecuali mengatakan bahwa ia berupaya memprakirakan dan *menjelaskan* hubungan antara umur kosmos dan beberapa tetapan dasar alam, serta hubungan antara keduanya dan eksistensi pengamat.

Tanpa penjelasan, kedua versi *prinsip antropik* pun ditafsirkan secara bebas, meluas<sup>50</sup> serta kemudian menerima banyak tanggapan, baik menerima ataupun menolak. Kebanyakan tafsiran bersifat *teleologis* dan *antroposentris*. Secara umum orang mau cepat-cepat menyimpulkan bahwa prinsip antropik merupakan pernyataan tentang keharusan eksistensi kosmos demi eksistensi makhluk sadar.

<sup>47</sup> Gagasan ini sudah muncul dalam makalah Dicke sebelumnya, yaitu: *Reviews of Modern Physics* (1957), 29: 355, 363

<sup>48</sup> Ketakserbasamaan skala lokal ini ditemukan dalam bentuk galaksi-galaksi, bintang-bintang dan planet-planetnya.

<sup>49</sup> Dalam bentuk yang paling ekstrim 'dogma' ini melahirkan 'prinsip kosmologis sempurna' yang melandasi Teori Keadaan Tetap. Perbedaannya dengan prinsip copernicus, prinsip kosmologis sempurna menambahkan unsur waktu, sehingga bukan hanya semua tempat dalam ruang sama, tetapi juga sepanjang waktu. Ini berarti bahwa tampilan kosmos dari waktu ke waktu tidak berubah; kosmos dalam keadaan tetap. Teori ini gugur setelah penemuan Penzias dan Wilson, serta pemahaman mengenai evolusi galaksi. (Bdk. Peebles (1993), *op. cit.*, 199 - 206; untuk uraian historis mengenai perdebatan teori-teori kosmologi lihat juga Bertotti, *et al.* (ed., 1990).

<sup>50</sup> Tanggapan mula-mula muncul dari kalangan astrofisikawan dan kosmolog, kemudian beberapa filsuf. Dalam Simposium yang sama, prinsip ini ditanggapi (secara positif) oleh Hawking (1974, *IAU Symposium No. 63*), *op. cit.*, 283 - 286.

Dalam perkembangannya pula muncul berbagai versi prinsip antropik,<sup>51</sup> yang semakin mau memaksakan sifat teleologis prinsip antropik.

Tentulah mengecewakan banyak orang yang memeluk harapan seperti itu, ketika melalui kajian metodologis yang ketat, terlihat bahwa fungsi prinsip antropik sama sekali berbeda. Prinsip itu juga tak mengangkut pesan teologis, teleologis; tidak juga prinsip itu mengandung beban metafisika. Fungsi prinsip antropik antara lain mengintegrasikan historisitas pengamat ke dalam penyelidikan kosmologi. Pengamat (sebut saja, kita) menaruh efek seleksi bagi model-model kosmologi. Kita misalnya, tak mungkin ada dalam kosmos Dirac yang sedikit lebih tua daripada tata surya.

Prinsip antropik mau mengatakan, "untuk memahami kosmos, kembalilah ke faktisitas mahluk-mahluk berkesadaran yang mempertanyakan keberadaannya sendiri." Syarat apa yang diperlukan? Model kosmos bagaimana yang menampung persyaratan itu? Ketika informasi rinci bagi langkah deduktif amat terbatas sehingga hampir tak mungkin diterapkan dalam kosmologi, prinsip antropik menyediakan sarana pragmatik yang menunjuk ke harga-harga *a priori* tetapan dasar yang merujuk ke kenyataan bahwa kita ada. Kosmologi dapat bekerja lebih efisien.<sup>52</sup>

Sayangnya, maksud Carter belum terlalu jelas pada awalnya. Baru pada karya berikutnya Carter menyebut bahwa ia mengajukan prinsip antropik lebih sebagai peringatan kepada para teoritis astrofisika dan kosmologi, akan risiko galat (*error*) saat menafsirkan informasi kosmologis (Carter 1983, 348). Risiko itu dapat dikurangi jika sejak awal kosmolog mau memperhitungkan kendala

Tentulah mengecewakan banyak orang yang memeluk harapan seperti itu, ketika melalui kajian metodologis yang ketat, terlihat bahwa fungsi prinsip antropik sama sekali berbeda. Prinsip itu juga tak mengangkut pesan teologis, teleologis; tidak juga prinsip itu mengandung beban metafisika.

<sup>51</sup> Lihat misalnya J.D. Barrow dan F.J. Tipler, *"The Anthropic Cosmological Principle"* (Oxford: Oxford University Press, 1983), Bab 1, 1.2.; lihat juga J.A. Wheeler, *Foundational Problems in the Special Sciences*, ed. Butts dan Hintikka (Dordrecht: Reidel, 1977).

<sup>52</sup> Untuk uraian lebih rinci lihat Karlina Supelli, "Kosmologi: Sebuah Langkah Menuju Perenungan Eksistensial," dalam *Prosiding: Seminar Sehari 65 Tahun Jorga Ibrahim*, ed. T. Hidayat dan P.W. Premadi (Bandung: Penerbit ITB, 2001), 75-100.

biologis yang ikut berperan ketika mereka menyaring informasi (Carter 183, 347). Sebaliknya, para teoritis biologi juga akan menghadapi risiko galat serupa ketika menafsirkan rekaman proses evolusi, kecuali mereka mau mengindahkan kendala astrofisika yang bekerja pada proses evolusi.

Prinsip antropik tidak memberi jawaban ontologis bagi pertanyaan, "mengapa kosmos seperti ini?" Apalagi menunjuk tujuan dan rancangan yang mengagungkan antroposentrisme.

Carter memang sempat menyebut bahwa ia memaksudkan *prinsip antropik lemah* sebagai suatu klaim faktual yang benar secara informatif. Artinya, bukan saja kemampuan prediktif pernyataan antropik dapat diuji, tetapi juga kemampuannya memberi *penjelasan* fisika lengkap (Carter 1974, 295). Sayang, klaim itu juga tidak terpenuhi apabila ia mengartikan *penjelasan* sebagai penyingkapan mekanisme (dalam bentuk hukum-hukum umum) yang memungkinkan kita mengerti secara ontik, mengapa kosmos seperti ini.

Pengacuan ke prinsip *antropik* hanya memberi jawaban bagi pertanyaan epistemologis, "mengapa (kita mengamati) kosmos (parameter dasarnya) demikian rupa sehingga ada begitu banyak tampilan kebetulan?" Misalnya, mengapa tetapan dasar struktur halus berharga  $10^{-39}$ ? Jawabannya adalah karena itulah harga yang sesuai dengan syarat keberadaan kita (artinya, tak mungkin kita ada dalam kosmos yang mempunyai harga tetapan struktur halus yang berbeda).

Carter mengangkat fakta yang tak mungkin dibantah, yaitu bahwa pengamat berkesadaran sudah ada dalam kosmos.

Ketika melalui *prinsip antropik kuat* Carter mengatakan bahwa kosmos harus menyediakan kondisi yang memungkinkan kehadiran pengamat di dalamnya, Carter menjadikan fakta kepengamatan sebagai titik berangkat yang gamblang untuk memprakirakan harga *a priori* tetapan-tetapan dasar alam. Dalam pernyataan yang disampaikan Carter, kata *harus* menghubungkan secara niscaya keberadaan pengamat dengan (tetapan-tetapan dasar) kosmos. Tak ada pengertian pengamat merupakan penyebab dari harga tetapan dasar.

Dengan perkataan lain, penjelasan yang mengacu ke prinsip *antropik* sebetulnya lebih merupakan jawaban atas kebutuhan epistemik mengisi kekosongan informasi. Memadai atau tidaknya jawaban itu bergantung pada situasi pengetahuan yang tersedia. Suatu penjelasan dinilai memadai jika berhasil menjembatani jurang pengetahuan dalam konteks pertanyaan diajukan, tanpa perlu melibatkan pernyataan menyangkut struktur atau mekanisme yang lebih mendasar. Inilah konsep penjelasan pragmatik.

Kesan *teleologis* yang banyak diangkat selama ini muncul terutama karena prinsip yang berfungsi epistemologis ini, mau dimaknakan secara ontik. Lalu terjadilah pemaksaan struktur kausal tanpa menyertakan pemahaman mengenai konteks dan pengetahuan latar belakang yang terkait dengan pengajuan prinsip tersebut.

Fungsi utama prinsip *antropik* adalah sebagai prinsip *heuristik* yang memaksimalkan landasan rasional kosmologi ketika memilih model kosmologis, sekaligus memperpendek langkah penyelidikan lanjutannya. Peran itu dijalankan bukan hanya dengan menunjuk ke model yang memadai secara empiris, tetapi juga yang sesuai dengan kondisi faktual keberadaan pengamat. Dengan demikian, jika prinsip ini diterapkan bersama teori-teori fisika yang relevan, maka hasil penyelidikan Kosmologi pun tak akan melampaui fakta kondisional sebagaimana disyaratkan oleh keberadaan pengamat.

Itu sebabnya, tak ada pula keperluan metodologis untuk menerima atau menolak prinsip ini. Kosmologi dapat berjalan tanpa prinsip *antropik*. Hanya saja, penyelidikan tanpa pelibatan prinsip *antropik* mengandung risiko perampatan yang melampaui fakta paling sukar dibantah: dalam kosmos sudah dan sedang berlangsung kepengamatan oleh makhluk berkesadaran, sebagian di antaranya adalah makhluk cerdas.

Sayang sekali.

Tuhan yang kita panggil demi kenyamanan psikologis yang koyak akibat tahta kosmik manusia berkali-kali direnggut oleh sains, sebetulnya belum diperlukan.

### **Kawasan Tak Bertuan**

---

Sains masa kini memuaskan bukan saja karena temuan-temuannya kian teruji secara empiris, tetapi juga karena banyak pertanyaan yang selama dua abad terpinggirkan akibat beban metafisika, kini dapat dirumuskan ulang.

*Prinsip antropik tidak memberi jawaban ontologis bagi pertanyaan, "mengapa kosmos seperti ini?" Apalagi menunjuk tujuan dan rancangan yang mengagungkan antroposentrisme.*

Dari manakah kita datang? Kemanakah kita akan pergi? Mengapa semua ini demikian? Mengapa sintesis inti karbon di pusat bintang berlangsung di aras energi talunan hingga prosesnya amat efisien? Sementara pada tahap berikutnya aras itu tiada, sehingga karbon yang terbentuk terselamatkan dari pengubahan menjadi oksigen.

Sains menjawab pertanyaan yang dulu terpagar dalam wilayah teologi. Rambu metodologis ketat, bagaimanapun, sering menimbulkan kekecewaan bagi kehausan arkaik dalam diri kita. Saat mengetahui bahwa karbon adalah unsur dasar kehidupan, dan tanpa dua 'kebetulan' di atas kejorahan karbon dalam kosmos mungkin tak cukup untuk mendasari kehidupan, banyak orang tergoda menoleh lagi ke Tuhan.

Kebutuhan menghangati keterpukauan dengan spiritualitas, membuat orang membiarkan saja ketertalaan kosmos yang merupakan konsekuensi interaksi amat halus, tepat, namun rentan dari berbagai tetapan dasar, tinggal dalam kategori 'kebetulan.' Betapapun penting bagi iman, dengan segala hormat, langkah itu tidak mencerahkan bahkan memberi agama landasan yang goyah.

Kedalaman emosi yang muncul saat mempelajari kosmos, hanya terasakan, kata Einstein, oleh mereka yang mengerti tuntutan kejam sains terhadap para ilmuwan: pengabdian total demi sebuah kosmos yang dapat dipahami oleh manusia. Pun setelah melewati pergulatan keraguan-kepastian-keraguan yang menyakitkan, tetaplah kosmos terpahami bukan jaminan bagi terjangkaunya struktur yang ada dan mendahului kepemahaman itu sendiri. Yang saya maksud, kosmos dalam pengertian ontik yaitu Kosmos (K kapital).

Kosmos terpahami terikat ke konsep manusia. Refleksi epistemologis, misal bagi konsep singularitas di atas, menyentak karena menghentikan ketergesaan langkah suka cita yang mau menariknya ke realitas transenden. Benturan pada cakrawala epistemologi memang sudah lama menjadi pangkal tolak bagi pencarian pengalaman kerohanian. Namun, mereka yang tak tahan dengan kerja pedih meletihkan, segera saja mau menaruh Tuhan di tempat yang mudah diraih,<sup>53</sup> padahal Tuhan justru semakin lolos dari genggamannya.

Ketika cakrawala adalah ketegangan antara keberhinggaan daya pengetahuan manusia dan kehendak untuk melampauinya, tidak jarang orang terbawa oleh kegundahan mengenai yang takberhingga. Bagi banyak ilmuwan, lewat perspektif bidangnya, inilah kawasan "tak bertuan." Ketika kakinya masih menapak di tanah keilmuan, ia seperti memasuki ruang-ruang pengalaman tak tertuturkan.

Apakah seperti ujaran para sufi, bahwa memasuki samudera spiritual, kata-kata hanya menjangkau pantainya saja?

### **Bercanda dengan Tuhan**

---

Dalam sebuah wawancara, Weinberg mengatakan bahwa sains kian membawa orang ke sebuah kemahaluasan yang membuatnya menggigil dingin; untunglah manusia adalah pemain drama yang menghangatkan panggung kosmik tak berbelas kasih itu.

Weinberg mungkin lupa bahwa *setting* panggung berperan besar dalam keberhasilan sebuah drama. Sains bisa mengantar orang—meminjam kata-kata Franz Magnis Suseno pada peringatan 50 tahun astronomi di Indonesia—ke tepian dunia bermakna, tetapi tidak untuk masuk.

Mungkin itu yang coba saya tangkap ketika membaca kalimat astrofisikawan Freeman Dyson, "*I do not feel like and alien in this universe*" (Dyson, 1979). Sebuah drama memerlukan kesalingan antara para pemain dan panggungnya. Sains, khususnya kosmologi dengan penalaran antropiknya, membawa kita ke sebuah kosmos yang berevolusi dan mengevolusikan dunia kehidupan, namun yang tak mungkin menjelma andai semua unsumnya tidak berorkestrasi indah. Jika satu saja tetapan dasar sedikit berbeda harganya, kita tak hadir di sini sekarang.

Selanjutnya, kosmos dan seluruh kepemahaman di dalamnya adalah *antropometrik*. Memanusia, melekat pada keberhinggaan manusia.

Sains, filsafat, maupun bidang kehidupan lainnya menyodorkan pesonanya sendiri-sendiri yang dapat merangsang orang meneruskan upaya memperluas cakrawala pembatas masing-masing bidang. Hanya saja, kejatuhan yang terlalu mudah pada glorifikasi temuan-temuan sementara yang berubah cepat karena kemajuan

*Weinberg mungkin lupa bahwa setting panggung berperan besar dalam keberhasilan sebuah drama. Sains bisa mengantar orang ke tepian dunia bermakna, tetapi tidak untuk masuk.*

---

<sup>33</sup> Kata teman yang tahu saya sedang mengerjakan makalah ini, sementara UU Sisdiknas 2003 yang kontroversial baru saja disetujui DPR, "Tuhan diletakkan di UU Sisdiknas."



pemikiran manusia sendiri, membuat saya dengan sedih dan gulana, memberi judul tulisan ini seperti di atas.

Akhirnya, kita hanya mampu bercanda dengan pemahaman manusiawi kita tentang Tuhan. Ia kita panggil, Ia kita singkirkan, Ia kita panggil, dan mengira kita sudah masuk ke spiritualitas sejati, tanpa pernah sungguh-sungguh menggosok cermin jiwa untuk memahami spiritualitas dalam pengertiannya yang paling sederhana, hidup ini kita hayati untuk apa?

## Epilog

Tiba-tiba saya teringat sutradara kenamaan Stanley Kubrik dengan filmnya yang perih menawan, 2001: *Space Odyssey*. Film yang dibuat tahun 1966 ini (diperbarui tahun 1970-an) membawa nama besar lain, ahli antariksa Arthur Clark, yang menuliskan skenarionya.<sup>54</sup> Berbeda dengan novelnya yang berakhir gamblang, Kubrick mengembangkan 2001 dalam teka-teki penuh. Simpul-simpul membuka sampai akhir film. Seluruhnya adalah tanda tanya besar, sehingga sia-sialah upaya mencari motivasi logis yang mendasari tiap-tiap kejadian.

Film ini membawa saya berenang menempuh kemahaluasan kosmos dalam keasingan yang luar biasa. Keasingan yang hampir-hampir mistis sifatnya. Film non-verbal ini menyuguhkan gambar-gambar dalam monoton yang sepertinya tiada hendak berakhir; namun yang tiba-tiba memunculkan warna-warni kosmik menakjubkan sekaligus terasa berat membingungkan. Inilah kosmos, yang menampilkan ke hadapan wajah dingin dalam keheningan yang begitu keji menggurat-gurat perasaan manusiawi?

Lewat *Space Odyssey* kosmos adalah sebuah keasingan yang terasa begitu perih karena begitu tidak terpahami. Yang tinggal hanya sebuah kidung sunyi,

<sup>54</sup> Seluruh film yang berpusat di sebuah wahana antariksa masa depan itu, bergerak dalam kelambanan yang dahsyat. Kelambanan yang tidak memanusi, bahkan dengan penanggalan sengaja terhadap karakter-karakter manusia. Apakah beda tiga astronaut yang dihibernasikan (ditidurkan jangka panjang sehingga memakai cadangan energi semimum mungkin) dengan hewan berdarah dingin? Apakah beda komputer pengendali, HAL, dengan manusia, ketika ia adalah penguasa yang marah namun bisa takut oleh ketidakberdayaan mengatasi akhirnya sendiri? Apakah beda manusia dengan benda, ketika ia berakhir dalam dan oleh ciptaannya? Ketika kemudian pun HAL bisa "dibunuh" oleh satu-satunya astronaut yang masih hidup, itu hanya berarti kegagalan seluruh misi.

Tinggallah sang astronaut sendirian dalam ruang-waktu yang tidak lagi beracuan, tetapi ia yang justru menemukan diri dan ruang-waktunya. Diri yang menua dalam waktu yang berbalik ke sebuah ruang abad lampau, tetapi dalam waktu yang kenyataannya tidak pernah mungkin kembali; bak gelas yang pecah berantakan dari tangan sang astronaut tak pernah bisa kembali utuh. Sang astronaut menua dalam waktu, namun yang dalam ruang mewujud menjadi janin.

bak nyanyian komputer pengendali yang kian sumbang menjelang kematiannya. Kubrick seperti terus bertanya, apakah yang dapat dimengerti oleh manusia yang lahir dari rahim kosmos?

Melalui interpretasi Kubrick atas *2001*, saya menangkap bukan hanya pergulatan manusia mengembarai kosmos dalam pencarian akan masa depan, tetapi juga pencarian akan Kosmos itu sendiri.

Belum pernah saya bertemu dengan kosmologi yang sejujur kosmologi Kubrick. Sebuah kosmologi berupa bangunan samar yang tak pernah pasti isi maupun batas-batasnya. Namun, dapatkah kosmolog, betapapun didukung oleh perangkat keilmuan yang luar biasa canggihnya, memperoleh lebih dari kesamaran itu?

Apakah kosmos?

Setiap orang berhak untuk mempunyai kosmosnya sendiri; seperti juga setiap orang berhak merancang masa depannya sendiri, tetapi yang dalam jangka panjang tidak pernah mampu diprakirakan secara numerik. Siapakah para perancang HAL—sang komputer pengendali wahana 2001—yang menanamkan ke dalam otak komputer itu keyakinan akan *incapability of error*, namun harus menyaksikan bahwa semua prakiraan kuantitatif yang semula begitu pasti, ternyata tidak berbicara apa pun?

Ibarat seorang perupa, kosmolog bermaksud melukis wajah kosmos. Dengan segala daya pemikiran, imajinasi, intuisi, dan piranti penglukis yang ada di tangan, ia pun mencobanya. Ia tahu wajah itu indah, karena ia mempunyai data mengenai hidung, alis, dan mata si wajah. Akan tetapi, seberapakah mancung hidungnya? Seberapakah tebal alisnya? Seberapakah cemerlang matanya? Semua tetap rekaan yang tidak pernah dapat ia ujikan.

Kosmos yang tampil ke hadapannya selalu saja berupa sebuah ketakselesaian; seraut Wajah tak dikenal di antara begitu banyak wajah kosmos yang kita konstruksikan untuknya. □

*There are more things in heaven and on earth,  
Horatio, Than are dreamt of in your philosophy  
("Hamlet", Shakespeare)*

## Daftar Pustaka

- Weinberg, Steven, *Dreams of A Final Theory* (London: Vintage, 1993), 203-204.
- Ptolemeus, Claudius, *The Almagest I – XIII*, diterjemahkan oleh R. Catesby Taliaferro [1938], *Great Books of the Western World*, ed. Mortimer J. Adler., (Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1996), Vol. 15
- Toulmin, Stephen dan June Goodfield, *The Fabric of the Heavens* (Chicago: The University of Chicago Press, 1999 [1966]), 144-145.
- Aquinas, Thomas, "Summa Theologica," diterjemahkan oleh Fr. Laurence Shapcote, perbaikan oleh Daniel J. Sullivan, dalam *Great Books of the Western World* Vol. 17; sedangkan Dante Alighieri, "The Divine Comedy" terdapat dalam *Great Books of the Western World* Vol. 19: 1-176.
- Harrison, Edward R., *Cosmology The Science of the Universe* (Cambridge: Cambridge University Press, 1981), 79-80}.
- Kuhn, Thomas, *The Copernican Revolution* (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1995)
- Sobel, Dava, *Galileo's Daughter: A Historical memoir of Science, Faith and Love*, Harmondsworth: Penguin Books, 2000
- Finocchiaro, Maurice, *Galileo and the Art of reasoning, Rhetorical Foundations of Logic and Scientific Method* (Dordrecht: D.Reidel Publishing Company, 1980)
- Great Books of the Western World*, ed. Mortimer J. Adler., (Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1996), Vol. 15: 505-838.
- Tamas, Richard, *The Passion of the Western Mind* (New York: Ballantine Books, 1993).
- Feynman, Richard, "What is Science?" dalam *The Pleasure of Finding Things Out*, 2000, Massachusetts: Helix Books.
- Kuhn, Thomas, *Planetary Astronomy in the Development of Western Thought*, (Massachusetts: Harvard University Press, 1995).
- Shapley, "The Scale of the Universe Part I", *Bulletin of the National research Council* (1921), 2: 171
- Curtis, "The Scale of the universe Part II", *Bulletin of the National research Council* (1921), 2: 194}.
- Penzias, Arno dan Robert Wilson, "A Measurement of Excess Antenna Temperature at 4080 Mc/s", *Astrophysical Journal* (1965) 142: 419.
- Dicke, Roll dan Taylor, *Astrophysical Journal* (Letters; 1965)

- Eddington, "On the Instability of Einstein's Spherical World", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (1930), 90, 668-678;
- Jastrow, Robert, *God and the Astronomers* (New York: Warner Books, 1980)
- Latour, Bruno, "Pasteur and Pouchet: The Heterogenesis of the History of Science", *A History of Scientific Thought: Elements of A History of Science*, ed. Michel Serres, (London: Blackwell, 1995), 455-482.
- Guth, Alan, "Inflationary Universe: A Possible Solution to the Horizon and Flatness Problems", *Physical Review*, 1981
- Barrow dan Turner, "The Inflationary Universe: Birth, Death and Transfiguration," *Nature* (1982).
- Geroch, Robert, "What is Singularity in General Relativity?" *Annals of Physics* (1968)
- Penrose, Roger, "Gravitational Collaps and Space-time Singularities," *Physical Review Letters* (1965)
- Hawking dan Penrose, "The Singularities of Gravitational Collapse and Cosmology," *Proc. Royal. Soc. Lond* (1970)
- Hawking dan Ellis, *The Large Scale Strycture of Space-time* (Cambridge: Cambridge University Press, 1973)
- Hartle, J.B. dan S. W. Hawking, "Wave Function of the Universe", *Physical Review* (1983)
- Vilenkin, Alexander, "Creation of the Universe from Nothing", *Physics Letters* (1982)
- Smith, K.F., "The Measurement of the Fundamental Constants" dalam *The Constants of Physics*, ed. W.H. McCrea dan M.J. Rees, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* (1983)
- Planck, Max, "Über irreversible Strahlungsvorgänge" dalam *Sitzungsberichte der Preussisch-Akademie der Wissenschaften* (1899)
- Barrow, John, "The Mysterious Lore of Large Numbers" dalam Bertotti, et. al. (1990)
- Rosenthal-Schneider, Ilse, *Reality and Scientific Truth: Discussions with Einstein, von Laue and Planck* (Detroit: Wayne State Press, 1980.
- Milne, Edward, "World Structure and The Expansion of the Universe," *Zeitschrift für Astrophysik* (1933)
- Milne, Edward, *Relativity, Gravitation and World Structure* (Oxford: Oxford University Press, 1993 [1935].
- Peebles, P.J.E., *Principles of Physical Cosmology* (Princeton: Princeton University Press, (1993)

- Smith, Norman Kemp, *Critique of Pure Reason*, (New York: St. Martin's Press, 1965)
- Duhem, Pierre, *The Aim and Structure of Physical Theory*, terj. Philip Weiner, (Princeton: Princeton University Press, 1991 [1954]).
- Popper Karl R., *The Logic of Scientific Discovery*, (London: Routledge, 1992).
- Corey, M., *God and the New Cosmology: The Anthropic Design Argument* (Maryland: Prewman and Littlefield Pub.Inc, (1993)
- Toulmin, S., *The Return to Cosmology: Postmodern Science and the Teology of Nature* (Berkeley: University of California Press, 1982).
- Heller, *Theoretical Foundations of Cosmology* (Singapore: World Scientific, (1992)
- Ellis, G.F.R. & J.J. Perry, "Toward a "Correctionless Observational Cosmology", *Monthly Notices of Royal Astronomical Society* (1979)
- Duhem, Pierre, *The Aim and Structure of Physical Theory*, terj. Philip Weiner (Princeton: Princeton University Press, 1981 [1954]).
- Longino, Helen, "Knowledge, Bodies and Values", *Technology and The Politics of Knowledge*, ed. Feenberg & Hannay (Bloomington: Indiana University Press, 1995).
- Fraassen, Baas van, *The Scientific Image* (Oxford: Oxford University Press, 1980)
- Audouze, J., 1982, *Astrophysical Cosmology*, ed. H.A. Brück (Specola Vaticana, 1982).
- Dicke and Peebles, "The Big Bang Cosmology—Enigmas and Nostrum", *An Einstein Centenary Survey: General Relativit*, ed. Hawking & Israel (Cambridge: Cambridge University Press, 1979)
- Heller, Michael, dan C.W. Misner, K.S. Thorne, J.A. Wheeler, *Gravitation* (San Fransisco: W.H. Freeman & Company, San Fransisco, 1973)
- Dallaporta, "Inaugural Lecture" dalam *The Origin and Evolution of Galaxies*, NATO *Advanced Study Institute Series* (penyunting: Jones dan Jones, 1981)
- Bondi, Hermann, *Cosmology* (Cambridge: Cambridge University Press, 1960).
- Carter, Brandon, "The Large Number Coincidences and the Anthropic Principles", *IAU Symposium No. 63: Confrontation of Cosmological Theories and Observational Data*, ed. Longair (Dordrecht: Reidel, 1974).
- Dicke, R.H., "Dirac's Cosmology and Mach's Principle", *Nature* (1961)
- Collins, C.B. dan S.W. Hawking, *ApJ* (1973)
- Carter, Brandon, *The Significance of Large Numbers in Cosmology*, makalah untuk pertemuan Clifford Memorial di Princeton (1970, tidak diterbitkan)

- Hawking (1974, *IAU Symposium No. 63*)
- Barrow, J.D. dan F.J. Tipler, "*The Anthropic Cosmological Principle*" (Oxford: Oxford University Press, 1983)
- Wheeler, J.A., *Foundational Problems in the Special Sciences*, ed. Butts dan Hintikka (Dordrecht: Reidel, 1977).
- Supelli, Karlina, "Kosmologi: Sebuah Langkah Menuju Perenungan Eksistensial," dalam *Prosiding: Seminar Sehari 65 Tahun Jorga Ibrahim*, ed. T. Hidayat dan P.W. Premadi (Bandung: Penerbit ITB, 2001)
- Carter, "The Anthropic Principles and its Implications for Biological Evolution," *Proceedings of A Royal Society Discussion Meeting* (1983, 25 & 26 May), Freeman Dyson, *Disturbing the Universe* (London: Pan Books, 1979).
- Bertotti, *et al.* (1990), dan Joseph Silk, *The Big Bang: The Creation and Evolution of the Universe* (New York: Freeman, 1990)
- Harrison, Edward (1981), Steven Weinberg, *The First Three Minutes* (1980)
- Klinkhamer, *Physics of the Early Universe (Proefschrift)* (Leiden: Rijksuniversiteit te Leiden, 1980).
- Dingle, Herbert, "Science and the Unobservable," *Nature* (1938)
- Dingle, Herbert, *Nature* (1937)
- Bondi, Hermann, "The Cosmological Scene 1945-1952", dalam *Modern Cosmology in Retrospect*, ed. Bertotti, Balbinot, Bergia, Messina (Cambridge: Cambridge University Press, 1990)
- Vilenkin, "Quantum Creation of the Universe", *Physial Review* (1983)
- Symposium International Astronomical Union No. 63: *Confrontation of Cosmological Theories with Observational Data*, ed. M.S. Longair (Dordrecht-Holland: D. Reidel Publishing Company, 1974).
- Polanyi, Michael, *Personal Knowledge*, 1964, New York: Harper & Row, 140. *Discover*, April 2002 (Massachusetts: Harvard University Press, 1995).
- Shapley, "The Scale of the Universe Part I", *Bulletin of the National research Council* (1921), 2: 171
- Curtis, "The Scale of the universe Part II", *Bulletin of the National research Council* (1921), 2: 194}.
- Penzias, Arno dan Robert Wilson, "A Measurement of Excess Antenna Temperature at 4080 Mc/s", *Astrophysical Journal* (1965) 142: 419.

- Dicke, Roll dan Taylor; penyelidikan teoretis mereka atas sumber radiasi latar itu dipublikasikan dalam *Astrophysical Journal* (Letters; 1965) 190: L13-L16}.
- Harrison, Edward (1981), Steven Weinberg, *The First Three Minutes* (1980); uraian lebih teknis dapat ditemukan dalam Peebles (1980) dan Klinkhamer, *Physics of the Early Universe* (Proefschrift) (Leiden: Rijksuniversiteit te Leiden, 1980).
- Bondi, Hermann, "The Cosmological Scene 1945-1952", dalam *Modern Cosmology in Retrospect*, ed. Bertotti, Balbinot, Bergia, Messina (Cambridge: Cambridge University Press, 1990
- Eddington, "On the Instability of Einstein's Spherical World", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (1930), 90, 668-678;
- Jastrow, Robert, *God and the Astronomers* (New York: Warner Books, 1980
- Latour, Bruno, "Pasteur and Pouchet: The Heterogenesis of the History of Science", *A History of Scientific Thought: Elements of A History of Science*, ed. Michel Serres, (London: Blackwell, 1995), 455-482.
- Guth, Alan, "Inflationary Universe: A Possible Solution to the Horizon and Flatness Problems", *Physical Review*, 1981
- Discover*, April 2002
- Barrow dan Turner, "The Inflationary Universe: Birth, Death and Transfiguration," *Nature* (1982).
- Geroch, Robert, "What is Singularity in General Relativity?" *Annals of Physics* (1968)
- Penrose, Roger, "Gravitational Collaps and Space-time Singularities," *Physical Review Letters* (1965)
- Hawking dan Penrose, "The Singularities of Gravitational Collapse and Cosmology," *Proc. Royal. Soc. Lond* (1970)
- Hawking dan Ellis, *The Large Scale Stryucture of Space-time* (Cambridge: Cambridge University Press, 1973)
- Hartle, J.B. dan S. W. Hawking, "Wave Function of the Universe", *Physical Review* (1983)
- Vilenkin, Alexander, "Creation of the Universe from Nothing", *Physics Letters* (1982)
- Vilenkin, "Quantum Creation of the Universe", *Physisal Review* (1983)
- Smith, K.F., "The Measurement of the Fundamental Constants" dalam *The Constants of Physics*, ed. W.H. McCrea dan M.J. Rees, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* (1983)

- Planck, Max, "Über irreversible Strahlungsvorgänge" dalam *Sitzungsberichte der Preussisch-Akademie der Wissenschaften* (1899)
- Barrow, John, "The Mysterious Lore of Large Numbers" dalam Bertotti, et. al. (1990)
- Rosenthal-Schneider, Ilse, *Reality and Scientific Truth: Discussions with Einstein, von Laue and Planck* (Detroit: Wayne State Press, 1980).
- Dingle, Herbert, "Science and the Unobservable," *Nature* (1938)
- Dingle, Herbert, *Nature* (1937)
- Milne, Edward, "World Structure and The Expansion of the Universe," *Zeitschrift für Astrophysik* (1933)
- Milne, Edward, *Relativity, Gravitation and World Structure* (Oxford: Oxford University Press, 1993 [1935]).
- Peebles, P.J.E., *Principles of Physical Cosmology* (Princeton: Princeton University Press, (1993)
- Smith, Norman Kemp, *Critique of Pure Reason*, (New York: St. Martin's Press, 1965)
- Duhem, Pierre, *The Aim and Structure of Physical Theory*, terj. Philip Weiner, (Princeton: Princeton University Press, 1991 [1954]).
- Popper Karl R., *The Logic of Scientific Discovery*, (London: Routledge, 1992).
- Corey, M., *God and the New Cosmology: The Anthropic Design Argument* (Maryland: Prewman and Littlefield Pub.Inc, (1993)
- Toulmin, S., *The Return to Cosmology: Postmodern Science and the Theology of Nature* (Berkeley: University of California Press, 1982).
- Heller, *Theoretical Foundations of Cosmology* (Singapore: World Scientific, (1992)
- Bertotti, et al. (1990), dan Joseph Silk, *The Big Bang: The Creation and Evolution of the Universe* (New York: Freeman, 1990)
- Hubble, Edwin, *The Observational Approach to Cosmology* seperti dikutip dalam Heller (1992)
- Symposium International Astronomical Union No. 63: *Confrontation of Cosmological Theories with Observational Data*, ed. M.S. Longair (Dordrecht-Holland: D. Reidel Publishing Company, 1974).
- Ellis, G.F.R. & J.J. Perry, "Toward a "Correctionless Observational Cosmology", *Monthly Notices of Royal Astronomical Society* (1979)
- Ellis, et.al., *Physics Report* (1985)
- Duhem, Pierre, *The Aim and Structure of Physical Theory*, terj. Philip Weiner (Princeton: princeton University Press, 1981 [1954]).



- Longino, Helen, "Knowledge, Bodies and Values", *Technology and The Politics of Knowledge*, ed. Feenberg & Hannay (Bloomington: Indiana University Press, 1995).
- Fraassen, Baas van, *The Scientific Image* (Oxford: Oxford University Press, 1980)
- Audouze, J., 1982, *Astrophysical Cosmology*, ed. H.A. Brück (Specola Vaticana, 1982).
- Dicke and Peebles, "The Big Bang Cosmology—Enigmas and Nostrum", *An Einstein Centenary Survey: General Relativity*, ed. Hawking & Israel (Cambridge: Cambridge University Press, 1979)
- Heller, Michael, dan C.W. Misner, K.S. Thorne, J.A. Wheeler, *Gravitation* (San Francisco: W.H. Freeman & Company, San Francisco, 1973)
- Dallaporta, "Inaugural Lecture" dalam *The Origin and Evolution of Galaxies*, NATO Advanced Study Institute Series (penyunting: Jones dan Jones, 1981)
- Bondi, Hermann, *Cosmology* (Cambridge: Cambridge University Press, 1960).
- Carter, Brandon, "The Large Number Coincidences and the Anthropic Principles", IAU Symposiu No. 63: *Confrontation of Cosmological Theories and Observational Data*, ed. Longair (Dordrecht: Reidel, 1974).
- Dicke, R.H., "Dirac's Cosmology and Mach's Principle", *Nature* (1961)
- Collins, C.B. dan S.W. Hawking, *ApJ* (1973)
- Carter, Brandon, *The Significance of Large Numbers in Cosmology*, makalah untuk pertemuan Clifford Memorial di Princeton (1970, tidak diterbitkan)
- Hawking (1974, IAU Symposium No. 63)
- Barrow, J.D. dan F.J. Tipler, "The Anthropic Cosmological Principle" (Oxford: Oxford University Press, 1983)
- Wheeler, J.A., *Foundational Problems in the Special Sciences*, ed. Butts dan Hintikka (Dordrecht: Reidel, 1977).
- Supelli, Karlina, "Kosmologi: Sebuah Langkah Menuju Perenungan Eksistensial," dalam *Prosiding: Seminar Sehari 65 Tahun Jorga Ibrahim*, ed. T. Hidayat dan P.W. Premadi (Bandung: Penerbit ITB, 2001)
- Carter, "The Anthropic Principles and its Implications for Biological Evolution," *Proceedings of A Royal Society Discussion Meeting* (1983, 25 & 26 May), Freeman Dyson, *Disturbing the Universe* (London: Pan Books, 1979).