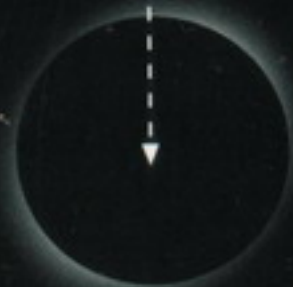




S T E P H E N  
**HAWKING**

DAN  
LUBANG HITAM  
(*BLACK HOLES*)



PAUL  
STRATHERN

STEPHEN HAWKING DAN  
**LUBANG HITAM (*BLACK HOLES*)**

eBook oleh Nurul Huda Kariem MR.

S T E P H E N  
**HAWKING**

DAN

LUBANG HITAM  
( *B L A C K   H O L E S* )

**PAUL  
STRATHERN**



*Perpustakaan Nasional RI: Katalog Dalam Terbitan (KDT)*

Strathern, Paul

Stephen Hawking dan lubang hitam (black holes)/Paul  
Strathern. — Surabaya: Ikon Teralitera, 2004.

v + 83 him.; 20 cm.

ISBN979-3016-37-X

Termasuk Daftar Bacaan Lain

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1. Hawking, Stephen W—Biografi<br>(Astronomi) | 2. Lubang Hitam<br>I. Judul |
|---|-----------------------------|

## DAFTAR ISI

Pendahuluan

1

Kehidupan dan Karyanya:  
*A Brief History of Hawking*

5

Peristiwa-peristiwa Besar dalam  
Sejarah Semesta

79

Daftar Bacaan Lain

83

*STEPHEN HAWKING DAN LUBANG HITAM (BLACKHOLES)*

Diterjemahkan dari:

*Hawking and Black Holes (The Big Idea Series)*

by Paul Strathern

First Anchor Books Edition: August 1998

Copyright © 1997 by Paul Strathern

Edisi Resmi Indonesia © 2004 pada *Ikon Teralitera*

Penerjemah: Basuki Heri Winarno

Penyunting: Maghastria A.

Desain & ilustrasi S ampul: *Tim Ikon Teralitera*

Cetakan Pertama: Juni 2004

IKON TERALITERA

Jl. Ikan Mungsing XIII/2

Telp./Fax: 031-3529800

Surabaya 60177 - Indonesia

e-mail: [info@ikonteralitera.com](mailto:info@ikonteralitera.com)

## PENDAHULUAN

**S**TEPHEN HAWKING sering disamakan dengan Dr. Strangelove, tokoh menyeramkan dalam film klasik Kubrick. Dan memang ada lebih dari sekadar beberapa kemiripan luar. Hawking tentu saja bukan seorang Nazi. Namun semua orang yang pernah bekerja bersamanya bicara tentang adanya energi intelektual yang tertekan. Dr. Strangelove adalah parodi atas suatu kehendak yang kuat — namun dari varietas yang cukup kompleks, berwawasan jauh, dan sangat berkaitan dengan kemampuan otak. Namun dia juga seorang manusia, yang memiliki perasaan dan kelemahan-kelemahan — dan cacat yang dialaminya sama sekali tidak berpengaruh. Hawking selalu bersikeras bahwa dia juga harus dianggap sebagai manusia normal, dan tindakan-tindakannya sepenuhnya membenarkan pandangan ini.

Dalam film di atas, kita tidak pernah melihat kantor Dr. Strangelove. Dan apabila kantor tersebut perlu

ditunjukkan, mungkin kantor Dr. Hawking di Cambridge merupakan pilihan yang ideal — dengan suasana yang sunyi dan hanya terdengar suara saklar-saklar kecil yang digerakkan oleh seorang yang duduk di atas kursi roda. Di sekelilingnya terdapat beberapa layar komputer, cermin, dan sebuah poster Marilyn Monroe berukuran besar di dinding.

Pikirannya berkelana jauh ke kedalaman semesta. Dan pikiran ini jugalah yang telah menciptakan sejumlah gagasan kosmologis paling menarik sepanjang masa. Seluruh pandangan kita tentang kosmos mengalami perubahan drastis selama era Hawking. Gambaran yang diciptakan Hawking dan rekan-rekannya memiliki tingkat imajinatif dan keindahan yang setara dengan sebuah karya seni agung. Namun juga tidak masuk akal seperti layaknya mimpi, serta rumit dan berada jauh di luar pemahaman sehari-hari. Hawking menciptakan gagasan-gagasan baru dan sensasional tentang *Black Holes* (Lubang Hitam), dan "teori tentang segala sesuatu", serta asal-usul semesta.

Namun semua ini dipertanyakan oleh beberapa pihak. Kosmologi adalah ilmu tentang semesta — namun apakah kosmologi benar-benar merupakan ilmu pengetahuan? Dengan semua perhitungan matematika yang sangat rumit dan sebagian besar tidak bisa dibuktikan. Apakah kosmologi memang benar-benar berarti atau bermanfaat? Atau mungkin seperti dongeng-

dongeng, seperti layaknya dongeng tentang dewa-dewa Yunani kuno? Prestasi Hawking bisa dilihat sebagai tambahan penting bagi pemahaman kita atas hidup ini, atau sebagai usaha intelektual yang penuh dengan hingar-bingar namun tidak menandakan apa-apa. Silakan baca terus, dan tentukan sendiri.

**STEPHEN HAWKING DAN  
LUBANG HITAM (*BLACK HOLES*)**

## KEHIDUPAN DAN KARYANYA: *A BRIEF HISTORY OF HAWKING*

**S**TEPHEN HAWKING lahir saat Perang Dunia II tengah seru-serunya. Orangtuanya tinggal di Highgate, London utara. Suasana malam hanya diisi oleh suara burung hantu, sirine serangan udara, kerlip-kerlip lampu sorot, dan suara gemuruh bom-bom Jerman.

Untuk memastikan keselamatan kelahiran anak pertama mereka, Frank dan Isobel Hawking memutuskan untuk sementara pindah ke Oxford beberapa hari sebelum Hawking lahir. Tentara Jerman setuju untuk tidak membom Oxford dan Cambridge, karena kedua tempat tersebut memiliki kekayaan arsitektur yang tak ternilai; sebagai gantinya, pasukan Sekutu setuju untuk tidak membom kota-kota historis Jerman: Heidelberg dan Gottingen. Seperti kata Isobel Hawking: "Sayang sekali, persetujuan yang beradab seperti ini tidak



diperluas ke tempat-tempat lain." Dia melahirkan anak laki-laki di Oxford tanggal 8 Januari 1942, yang bertepatan dengan peringatan hari kematian Galileo, yang terjadi tepat tiga ratus tahun sebelumnya, yaitu tahun 1642. Kebetulan yang lainnya, Newton juga dilahirkan pada tahun tersebut. Pertanda astrologis semacam ini bagi seorang astronom dianggap sangat baik — jika kita mempertimbangkan fakta bahwa kedua bidang tersebut sama-sama eksklusif.

Frank dan Isobel Hawking pernah belajar di Oxford. Frank adalah seorang dokter yang terlibat dalam penelitian medis, dan sering ke luar negeri. Sementara di lain pihak, karier Isobel secara perlahan surut karena tidak adanya kesempatan — dimulai dari pekerjaan sebagai petugas pajak, lalu menjadi sekretaris di sejumlah tempat. Beberapa tahun kemudian Maggie Thatcher mengambil alih Oxford University Conservative Association. Selama perang, kaum wanita dipekerjakan dalam urusan pemerintah. Yang lain melarikan diri dan bekerja di perkebunan, atau merasakan "kebebasan" dengan bekerja di pabrik-pabrik dan melakukan pekerjaan kaum pria.

Saat bertemu Frank Hawking yang baru saja pulang dari tugas penelitian medis di Afrika, Isobel bekerja sebagai sekretaris. Mereka lalu menikah, dan selanjutnya memiliki empat anak. Isobel masih tetap seperti

dulu, dan tujuan dalam hidupnya adalah untuk memberikan pengaruh formatif pada anak-anaknya.

Namun demikian, kehidupan Isobel masih belum terpenuhi. Dia menemukan salah satu penyaluran dalam idealisme. Dia pada awalnya adalah orang yang percaya pada komunisme, namun kemudian memperlunak pendiriannya, tapi tetap berkomitmen pada pandangan sosialis. Selanjutnya, dia ikut serta dalam kampanye perlucutan senjata nuklir dengan melakukan *long march* dari Aldermaston sampai London, di mana saat itu usaha untuk menyelamatkan manusia dari bencana nuklir dianggap merupakan suatu kegiatan yang sangat antisosial.

Tahun 1950 keluarga Hawking pindah ke St. Albans, tiga puluh mil utara London, sebuah kota katedral yang menyenangkan (atau mungkin juga bisa dianggap sebuah kota terpencil yang menyeramkan). Di kota itu, Frank menjadi kepala divisi parasitologi di National Institute for Medical Research. Keluarga Hawking terus mempertahankan kehidupan intelektual ortodoks, yang selanjutnya oleh orang-orang lain dianggap sangat eksentrik. Rumah mereka penuh dengan buku; perabotan rumah tangga dipilih yang benar-benar nyaman digunakan, bukan digunakan untuk menunjukkan status; gorden tidak pernah dicuci dan kadang bahkan tidak ditutup saat malam hari. Dan beberapa orang tetangga mereka memperhatikan bahwa keluarga

tersebut mendengarkan Third Programme (acara drama dan musik klasik yang disiarkan khusus bagi kaum awam di pembuangan). Di waktu senggang, Frank bahkan menulis beberapa novel (yang tidak pernah dipublikasikan, dan diejek oleh istrinya sebagai hasil bualan belaka). Dan tokoh idola Stephen muda adalah Bertrand Russell dan Gandhi, bukan bintang olah raga atau bintang film.

Di musim panas, keluarga Hawking berlibur dengan mengendarai mobil (bekas taksi London) sambil membawa trailer mereka. Trailer ini biasanya diparkir di lapangan Osmington di Dorset, dekat Ringstead Bay. (Tidak perlu dikatakan bahwa trailer mereka juga bukan trailer biasa: sebuah trailer Gypsy kuno, dengan cat ala Gypsy yang mencolok). Keluarga Hawking bukan termasuk keluarga kaya, tapi juga tidak miskin. Demikian juga, mereka terlihat tidak lebih bahagia atau lebih sengsara dibandingkan sebagian besar keluarga kelas menengah di masa itu.

Dari keluarga "rata-rata" ini, terlahir seorang anak yang juga "rata-rata". Saat berumur sepuluh tahun, Stephen disekolahkan di sekolah terbaik: St. Albans School, dengan SPP sebesar lebih dari lima puluh pound per semester, atau sekitar seratus lima puluh dollar. Stephen adalah seorang siswa bertubuh kecil, kikuk, dan secara fisik tak terkoordinasi: jenis siswa

yang sangat mudah dikenali di antara berbagai siswa lain di sekolah tersebut.

Selanjutnya Stephen mulai tertarik dengan kegiatan laboratorium, dan bahkan memiliki laboratorium sendiri di rumahnya. Kamarnya penuh dengan tabung uji, sisa-sisa berbagai macam eksperimen, serta berbagai petunjuk sederhana cara membuat bubuk mesiu, racun sianida, dan gas air mata.

Secara bertahap mulai terlihat jelas bahwa Stephen cukup cerdas, namun apa yang dimilikinya tidak didukung oleh standar-standar akademik di sekolahnya yang terbilang cukup bergengsi. Dia tidak pernah belajar secara serius namun tetap memperoleh nilai yang baik di sekolah, meskipun tidak pernah menjadi juara. Otaknya tajam, namun bicaranya terlalu cepat untuk bisa dipahami. Di rumah, saat berada di "sarangnya" bersama beberapa teman sekolahnya, dia menciptakan beberapa permainan. Namun permainan-permainan ini jarang ada yang bisa diselesaikan dalam waktu lima jam, dan bahkan kadang memerlukan waktu selama seminggu penuh. Dan tidaklah mengejutkan bila teman-temannya cepat bosan dan akhirnya dia bermain sendirian, melawan dirinya sendiri. Baik teman-temannya ataupun keluarganya tercengang oleh kemampuannya dalam memikirkan sejumlah permasalahan yang sangat rumit, yang kadang berlangsung selama berjam-jam, sampai akhirnya dia mampu

memecahkannya. Menurut sang ibu: "Permainan itu hampir menjadi pengganti hidupnya."

Stephen terlihat menikmati hidup dalam dunia yang tertata secara teoretis, dan selalu berusaha menantang struktur dunia tersebut sampai batasnya. Dia mungkin tidak terlihat seperti seorang anak yang tidak bahagia, namun yang pasti dia bukan anak biasa. Fokus mentalnya sangat abstrak, dan kelihatannya didorong oleh sesuatu yang lebih kuat dari sekadar kecenderungan alami.

Juara kelas di sekolah Stephen, temannya bernama Michael, menganggapnya sebagai seorang "jenius kecil yang aneh". Suatu hari, saat berada di laboratorium Stephen, mereka mulai berbicara tentang "hidup dan filsafat".

Michael mengatakan bahwa Stephen sangat tertarik dengan filsafat, namun saat percakapan mereka berlangsung, dia menyadari bahwa Stephen secara sengaja mendorongnya untuk mempermainkan dirinya sendiri. Itu merupakan saat-saat yang sangat membingungkan bagi Michael, yang tiba-tiba merasa dirinya tengah dilihat oleh seorang pengamat. "Saat itu aku menyadari untuk yang pertama kalinya bahwa dia tidak hanya cerdas, tidak hanya pintar, namun luar biasa." Dia juga menyadari tentang "adanya semacam arogansi, jika bisa dikatakan demikian, semacam gagasan tentang apa yang

disebut sebagai dunia." Jenius kecil yang aneh itu tampaknya telah menghabiskan waktu cukup lama untuk memikirkan segala sesuatu: berusaha mencari arti tentang dunia.

\* \* \*

Itulah tugas yang sesungguhnya dari filsafat: kosmologi. Kata Yunani kuno untuk semesta adalah *kosmos*, yang juga berarti "tatanan". Kata "kosmetik" juga berasal dari akar kata yang sama. Bagi orang-orang Yunani kuno, tatanan dunia merupakan sesuatu yang dianggap indah. Namun sekarang, kosmologi melepaskan aspek-aspek filsafat tersebut, dan membatasi diri pada usaha untuk mempelajari struktur semesta. Tapi penemuan tatanan dalam semesta yang maha luas ini masih mampu menciptakan suatu kekaguman akan keindahan dan filsafat. Hal ini bisa terjadi khususnya pada pikiran para remaja yang sering merenung dan tertarik pada masalah abstraksi serta ingin memikirkan segala sesuatu sampai ke akarnya.

Bakat tersembunyi Hawking memerlukan sebuah "pemicu" untuk bisa berkembang. Ini terjadi saat dia berumur enam belas tahun, saat dia belajar untuk menghadapi ujian masuk sekolah lanjutan. Tahun 1958, ayah Stephen memperoleh tugas penelitian di India. Keluarga tersebut memutuskan untuk melakukan

petualangan dengan mengendarai mobil ke India (sebuah pengalaman yang cukup berani untuk masa itu). Namun tidak seluruh anggota keluarga ikut. Stephen hams tinggal karena hams mempersiapkan diri menghadapi ujian masuk sekolah lanjutan, dan dititipkan ke tetangga mereka, keluarga Humphrey.

Sikap yang ditunjukkan Ny Hawking sangat khas "Inggris". "Dia senang tinggal dengan keluarga Humphrey dan kami juga senang sekali di India." Dan memang begitulah kelihatannya. Meskipun ada beberapa orang yang menceritakan tentang Stephen yang dianggap agak aneh. Misalnya cerita tentang saat keluarga Humphrey kehilangan kereta dorong yang berisi barang-barang tembikar. Ny. Humphrey mengatakan: "Semua orang tertawa, namun setelah beberapa saat, Stephen tertawa paling keras."

Apa pun pengaruh lain dari peristiwa ditinggalkan keluarga, namun peristiwa tersebut sudah cukup untuk "menghidupkan" bakat intelektual Hawking. Ayahnya sebetulnya ingin dia belajar biologi, dengan tujuan agar dia bisa menjadi dokter seperti dirinya. Namun Stephen lebih tertarik dengan matematika, dan memang dia yang terbaik dalam matematika — walaupun ayahnya menganggap matematika sebagai jalan buntu, di mana tidak ada pekerjaan lain bagi ahli matematika selain menjadi gum. Akhirnya mereka berkompromi: Stephen

belajar matematika, fisika, serta kimia di sekolah lanjutan, dan selanjutnya memperoleh kesempatan untuk mengikuti ujian masuk Oxford di tahun berikutnya. Yang mengejutkan, Stephen mampu mengerjakan ujian tersebut dengan sangat baik dan langsung memperoleh beasiswa.

Pada usia tujuh belas tahun, Stephen Hawking masuk University College, Oxford, fakultas ilmu pengetahuan alam, jurusan fisika. Namun dia sama sekali tidak melupakan matematika. Sebaliknya, dia menganggap bahwa matematika adalah satu-satunya kunci dalam memahami semesta. Dan kosmos masih tetap menjadi perhatian utamanya.

Sebagian besar mahasiswa bam seangkatan Stephen usianya rata-rata satu setengah tahun di atas Stephen, sementara yang lainnya ada yang sampai tiga tahun lebih tua, setelah menyelesaikan wajib militer selama dua tahun. Mahasiswa kurus berkacamata ini merasa canggung dan tidak punya tempat. Dia menghabiskan sebagian besar masa kuliah tahun pertama di kamarnya — bukan belajar tapi hanya merasa bosan dan bertanya-tanya bagaimana caranya agar bisa diterima oleh mahasiswa lain. Dia bahkan masih terlalu muda untuk diizinkan pergi ke pub. Di malam hari dia suka minum bir sambil membaca berbagai buku fiksi ilmiah. Kegiatan ini memperkenalkannya pada berbagai pandangan

yang imajinatif, lucu, dan bahkan membingungkan tentang semesta, namun jarang ada yang mampu menstimulasi minat akademiknya. Sudan terbilang bagus jika dia menghabiskan waktu selama satu jam dalam sehari untuk belajar.

Minat Hawking terfokus pada dunia yang lebih luas di sekitarnya, dan ini dipelajarinya dengan tekun, di mana hampir tiap malam dia melakukan observasi. Dia tidak mampu menghindari rasa ingin tahunya akan sifat-sifat dunia tersebut, serta cara kerja dan berbagai kemungkinan yang menakjubkan. Menjelang awal tahun kuliah kedua, dia telah siap memasuki dunia ini. Rambutnya dibiarkan tumbuh sangat panjang (untuk ukuran tahun 1950-an), berusaha lebih lucu, dan tampil lebih gaya. Si "bebekburuk rupa" ini mulai memasuki dunianya, tampil dalam berbagai pesta, dengan keyakinan diri yang tinggi. Dia bahkan ikut klub dayung dan menjadi pengemudi sekoci.

Saat Hawking memutuskan untuk melakukan sesuatu, dia akan melakukannya dengan sungguh-sungguh. Sekali lagi, dia tampaknya menunjukkan "semacam arogansi... semacam perasaan yang sangat kuat tentang apa yang dianggap sebagai dunia" — seperti yang dirasakan Michael, yang dalam hal ini menunjukkan ada sesuatu yang luar biasa dalam karakternya. Namun itu bukanlah "arogansi yang berlebihan", tapi lebih

merupakan keyakinan diri yang dibentuk oleh suatu kehendak yang kuat.

Namun fokus dari kehendak ini masih sempit. I lawking tidak banyak memperoleh perkembangan dari kuliahnya, dan masih tetap belajar maksimal satu jam dalam satu hari. Namun demikian, dosen fisiknya, Dr. Robert Berman pernah mengatakan: "Dia adalah mahasiswa paling cerdas yang pernah saya temui." Serta menambahkan: "Saya tidak merasa cukup sombong untuk berpikir bahwa saya pernah mengajarnya sesuatu." Komentar-komentar semacam ini mungkin pernah ada sebelumnya. Namun hampir tidak ada keraguan bahwa Hawking dianggap sebagai mahasiswa yang luar biasa, hanya karena dia muncul dan menentang hukum kekekalan energi (jumlah yang anda peroleh tidak bisa lebih besar dari jumlah daya yang anda berikan).

Hawking memang penuh percaya diri—baik secara sosial ataupun intelektual. Dia menganggap tidak ada gunanya menyembunyikan kemampuan mentalnya yang luar biasa: Arogansi semacam ini hanya menambah pujian pada dirinya. Meskipun dia malas-malasan kuliah, namun dia tetap memutuskan untuk melanjutkan studi, dan memilih program pasca-sarjana bidang kosmologi. Lalu dia mendaftar di Cambridge untuk "berguru" pada Hoyle, pakar kosmologi terkemuka

saat itu, dan diterima dengan syarat dia lulus peringkat pertama. Gampang, tidak masalah.

Hanya pada saat-saat terakhir keyakinan-diri Hawking mengecewakannya. Dia tidak tidur pada malam menjelang ujian akhir, dan saat ujian ada beberapa pertanyaan yang tidak dijawabnya dengan benar. Nilai akhir yang diperolehnya berada di batas antara peringkat pertama dan kedua. Dan seperti biasa, dalam kasus semacam ini, dia dipanggil wawancara untuk menentukan nasibnya. Namun saat itu keyakinan-dirinya telah kembali. Saat dia ditanya tentang rencananya, dia menjawab: "Jika saya memperoleh peringkat pertama, saya akan ke Cambridge, jika kedua, saya akan tetap di Oxford. Namun saya berharap anda akan memberi saya peringkat pertama." Menurut Dr. Berman: "Mereka cukup cerdas untuk menyadari bahwa mereka tengah berbicara dengan seseorang yang jauh lebih cerdas dari mereka." Hawking memperoleh peringkat pertama, dan pada musim semi 1962, pada usia dua puluh tahun, dia tiba di Trinity Hall, Cambridge.

\* \* \*

Kedatangannya di Oxford dianggap sebagai peristiwa buruk; tapi di Cambridge bahkan lebih buruk lagi. Sebagai awalnya, dia mendapati bahwa Hoyle tidak mempedulikannya sama sekali. Asisten Hoyle ditugas-

kan sebagai pengawasnya. Kebanggaan-diri Hawking hancur: ini adalah penghinaan yang tidak akan pernah dilupakannya. Di Cambridge, Hawking tidak lagi menjadi bintang. Cambridge memiliki bintang-bintang *sejati* lain, dan sudah biasa menjadi tempat dilangsungkannya peristiwa-peristiwa ilmiah besar. Crick dan Watson menemukan struktur DNA di Cavendish Laboratory di Cambridge, dan mereka memperoleh hadiah Nobel dalam waktu beberapa minggu setelah kedatangan Hawking. Pada saat yang sama, Kendrew dan Perutz, juga dari Cavendish (dan masih di sana), memperoleh Nobel untuk bidang kimia. Bahkan di Fakultas Matematika Terapan dan Fisika Teoretis (Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics/DAMTP), Hawking mulai merasa bahwa segala sesuatunya sangat sulit. Satu jam belajar setiap hari terbukti tidak cukup, dan kurangnya pemahaman matematika yang dimilikinya semakin jelas.

Namun ini hanya satu bagian kecil dari sebuah bencana besar. Saat masih di Oxford, selama tahun terakhirnya, Hawking pernah terjatuh dari tangga dan kepalanya membentur lantai. Akibatnya dia mengalami kehilangan ingatan sementara. Teman-temannya ada yang mengatakan bahwa peristiwa itu terjadi karena dia mabuk. Namun itu tidak hanya terjadi satu kali. Dan kadang-kadang Hawking kesulitan memasang tali sepatu. Dia berusaha berhati-hati saat berjalan di tangga,

namun dia kadang tetap merasa kesulitan memasang tali sepatu.

Suatu hari saat pulang ke rumah dari Cambridge, di akhir semester pertama, ayahnya memutuskan untuk mengajaknya ke rumah sakit untuk diperiksa. Hasilnya sungguh di luar dugaan semua orang. Dia didiagnosa menderita *amyotrophic lateral sclerosis* (ALS), atau yang lebih dikenal sebagai penyakit Lou Gehrig.

ALS adalah sebuah penyakit degeneratif progresif pada sel syaraf di tulang belakang dan otak. Sel-sel ini mengendalikan aktivitas otot, dan saat penyakit ini semakin berkembang, otot-otot tubuh mengecil sehingga menyebabkan seseorang tidak bisa bergerak, bahkan berbicara. Tubuh menjadi berada dalam keadaan vegetatif, namun otak masih tetap jelas dan berfungsi sepenuhnya. Dan proses komunikasi sama sekali tidak bisa dilakukan. Penyakit ini biasanya berakhir dengan kematian dalam beberapa tahun. Pada tahap-tahap akhir, pasien diberi morfin untuk menetralkan pengaruh depresi kronis dan teror.

Reaksi Hawking persis dengan karakter dan lingkup perkembangannya. "Fakta bahwa aku menderita penyakit yang tidak bisa disembuhkan dan kemungkinan besar aku akan mati dalam beberapa tahun memang cukup mengejutkan. Bagaimana mungkin ini bisa terjadi?" Reaksi ibunya kurang begitu menerima. Dia

ingin menemui spesialis terkemuka di London Clinic. Namun Hawking dengan tenang mengatakan padanya: "Sebenarnya tidak ada yang bisa kita lakukan. Kurang lebihnya begitu."

Meskipun kata-katanya cukup berani, namun sesungguhnya dia sangat terpengaruh. Seorang gadis yang ditemuinya di pesta Tahun Baru, beberapa waktu sebelum dia masuk rumah sakit, tampaknya sangat kagum pada sikapnya yang tegas. Saat dia bertemu Hawking beberapa waktu kemudian, "Keadaannya benar-benar menyedihkan. Menurutku dia sudah kehilangan keinginan untuk hidup." Hawking kembali ke Cambridge, dan terjebak dalam depresi akut. Selama beberapa bulan dia tidak keluar rumah. Hanya suara keras rekaman karya-karya Wagner dan botol-botol vodka kosong yang keluar dari kamarnya.

Namun secara bertahap depresi tragis tersebut mulai hilang. Gadis yang ditemuinya di pesta malam Tahun Baru datang untuk mengunjunginya di Cambridge. Saat itu gadis tersebut baru berusia delapan belas tahun, namanya Jane Wilde. Dia sekolah di St. Albans High School, dan berencana melanjutkan pendidikan ke London University di tahun berikutnya.

Jane adalah seorang pemalu. Saat Hawking pertama kali memberitahunya bahwa dia mengambil jurusan kosmologi, Jane perlu mencari kamus terlebih dulu

untuk mengetahui artinya. (Orang jenius memang tidak *menjelaskan* hal-hal semacam ini.) Jane adalah seorang yang optimistik dan percaya pada Tuhan. Segala sesuatu pasti ada tujuannya; dan seburuk apa pun yang kita alami, pasti akan ada hikmahnya. Hawking sudah lama "meninggalkan" kepercayaannya pada Tuhan, namun sikap Jane membuatnya menyadari sesuatu. Dia memiliki kemauan yang kuat, dari dulu sudah begitu: Dan itulah rahasia keberhasilannya. Mengapa pula harus diubah sekarang?

"Sebelum didiagnosa, aku merasa sangat bosan dalam hidup ini," katanya. "Tampaknya tidak ada sesuatu pun yang layak dilakukan." Tapi sekarang semuanya berbeda. "Aku bermimpi akan dieksekusi," katanya, "lalu tiba-tiba aku sadar bahwa banyak sekali hal yang bisa aku lakukan, jika saja hukuman itu ditangguhkan." Dalam hal ini dia secara mental mengalami "penyembuhan". Namun secara fisik, kondisinya tidak begitu baik.

ALS tidak berkembang dalam cara yang biasa. Setiap gejala kenaikan biasanya diikuti dengan penurunan, semacam proses stabilisasi yang bisa berlangsung dalam jangka waktu cukup lama. Sejumlah dokter mengatakan pada Hawking bahwa penyakitnya tengah memasuki salah satu periode "datar" ini, namun ternyata perkiraan mereka meleset. Penyakit tersebut terus berkembang, dan setelah beberapa bulan, Hawking terpaksa harus

menggunakan tongkat untuk berjalan. Para dokter selanjutnya memperkirakan bahwa harapan hidupnya tinggal dua tahun. Saat itu, Hawking merasa tidak ada gunanya mulai menulis tesis untuk gelar Ph.D., jika dia harus mati sebelum sempat menyelesaikannya.

Hawking terus bertemu dengan Jane, namun berusaha agar segala sesuatu yang sentimental tidak masuk ke dalam hubungan mereka. Dia tidak suka dikasihani, dan berusaha untuk tetap mandiri semampu mungkin. Dia merasa seperti manusia normal, dan dia ingin diperlakukan sebagai manusia normal. Dia menganggap Jane sebagai "gadis yang sangat baik", dan Jane sendiri diam-diam mengagumi keberaniannya. Dari perasaan saling-kagum ini, bukan sentimental, dalam diri mereka muncul pemahaman bahwa yang tidak mungkin adalah mungkin. Seperti kata Jane, mereka mulai menyadari "bahwa kami bisa melakukan sesuatu yang berguna dalam hidup ini."

Akhirnya mereka bertunangan. Bagi Hawking, inilah "yang paling penting". Dia sekarang memiliki sesuatu yang layak diperjuangkan. Namun jika dia mau menikah, dia tentu butuh pekerjaan, dan untuk memperoleh pekerjaan dia butuh gelar Ph.D.

Keyakinan-diri Hawking kembali, dan dia mulai berpikir tentang permasalahan yang tepat untuk tesis Ph.D.-nya. Dia merasa beruntung. Kosmologi tidak



memerlukan apa-apa selain teleskop, dan tidak perlu eksperimen yang mengharuskan keahlian fisik atau manipulatif. Satu-satunya yang *jelas* diperlukan adalah otak, dan otaknya adalah salah satu bagian yang tidak terpengaruh oleh penyakit yang dideritanya.

Tahun 1965, saat berusia dua puluh tiga, Hawking mulai mengawali tesis Ph.D., dan bulan Juli dia menikahi Jane. Pada musim semi tahun tersebut, Jane pindah ke London untuk menyelesaikan kuliahnya di universitas, dan setiap akhir pekan pulang ke Cambridge. Hawking pindah ke rumah kecil berteras yang jaraknya hanya seratus yard dari Fakultas Matematika Terapan dan Fisika Teoretis, serta membeli mobil kecil roda tiga yang digunakan untuk pergi ke observatorium yang berada di luar kota.

Hawking semakin termotivasi, dan pikirannya terfokus, tanpa banyak hambatan yang berarti. Dan itu memang perlu. Karena persoalan-persoalan yang akan dia pecahkan termasuk di antara persoalan paling kompleks dan ambisius dalam kosmologi.

\* \* \*

Selama bertahun-tahun kosmologi dianggap sebagai ilmu-semu, dan secara otomatis juga banyak menarik minat para ilmuwan-semu. Gagasan-gagasan besar

tentang semesta yang didukung dengan berbagai perhitungan rumit telah berhasil menarik perhatian publik (dan juga membingungkan mereka). Gagasan-gagasan semacam ini layaknya dinosaurus ilmu pengetahuan modern: besar, sederhana, dan hampir punah. Beberapa pertanyaan tajam diajukan. Para ilmuwan lain lebih menyukai ilmu pengetahuan murni, yang bisa dibuktikan melalui eksperimen. Orang-orang hanya diharapkan menerima dengan penuh kekaguman berita-berita terkini tentang alam semesta. Tidak ada keberatan yang perlu diajukan.

Menjelang awal tahun 1960-an, semuanya mulai berubah. Penemuan-penemuan besar di awal abad ke-20 —teori relativitas dan kuantum— telah mengubah pandangan kita tentang dunia subatom dan semesta raya. Relativitas berarti bahwa ruang adalah melengkung (kurva) dan semesta memiliki batas. Namun hanya belakangan ini saja teori relativitas dan kuantum banyak diterapkan dalam berbagai detail tentang semesta, baik dalam skala subatom atau galaksi. Apa saja pengaruh gagasan-gagasan ini pada berbagai eksperimen yang *membentuk* semesta? Jawabannya lebih gila dibandingkan dengan imajinasi fiksi-ilmiah paling gila. Siapa yang bisa memahami tentang adanya lubang hitam, sebuah lubang yang tak terlihat di mana ruang dan waktu tidak ada?

Hawking mencatat bahwa relativitas tidak sejalan dengan fisika pada tingkat mekanika kuantum, jadi otomatis tidak cukup untuk menjelaskan tentang lubang hitam. Penyelidikannya atas hal ini selanjutnya memberikan hasil-hasil yang sensasional.

Yang mengejutkan, keberadaan lubang hitam (meskipun dulu tidak disebut sebagai lubang hitam) telah diprediksi jauh sebelumnya, yakni tahun 1783, oleh seorang Inggris bernama John Michell, yang kebetulan juga pemikir dan astronom terkemuka saat itu. (Selain lubang hitam, dia juga menyatakan tentang keberadaan bintang ganda, dan memberikan sejumlah prediksi yang mengagumkan tentang jarak antar bintang.)

Michell mengatakan bahwa jika sebuah bintang memiliki ukuran dan kepadatan yang cukup besar, maka tidak ada sinar yang bisa memancar dari permukaan bintang tersebut. Pengamatan yang dilakukannya mendorongnya berteori bahwa semesta memiliki bintang-bintang semacam ini dalam jumlah yang cukup banyak, yang keberadaannya hanya bisa dideteksi dari pengaruh gravitasi pada bintang atau planet-planet lain yang terlihat di dekatnya.

Gagasan ini diperbaharui pada tahun-tahun pertama abad ke-20 oleh astronom Jerman, Karl Schwarzschild. Selama menjalani tugas militer di Rusia tahun 1916,

dia mulai memikirkan tentang implikasi-implikasi teori relativitas Einstein yang baru saja diterbitkan saat itu. teori tersebut menyatakan bahwa cahaya bisa dibelokkan oleh gaya tarik gravitasi. (Kehidupan di medan perang di Rusia bisa dipastikan sama berbahayanya dengan dalam perang-perang lain [di Eropa Barat], namun kemungkinan pada saat itu ada sesuatu yang secara intelektual menstimulasikan pikiran orang-orang: Pada saat yang bersamaan, di Austria, Ludwig Wittgenstein memikirkan tentang gagasan-gagasan yang selanjutnya mengubah filsafat abad ke-20.)

Schwarzschild menunjukkan bahwa ada hal-hal tertentu yang terjadi saat sebuah bintang runtuh oleh gaya gravitasinya sendiri. Menurut teori Einstein tentang pengaruh gaya gravitasi pada cahaya, setelah melewati titik tertentu pengaruh gaya gravitasi akan sedemikian besar sehingga tidak ada sesuatu pun, bahkan cahaya yang bisa lolos dari medan gravitasi tersebut. Titik ini tercapai saat bintang runtuh sampai radius tertentu, bergantung pada massanya. Radius ini adalah titik di mana bintang yang runtuh berubah menjadi lubang hitam. Matahari kita, yang radiusnya saat ini adalah 700.000 km, akan menjadi lubang hitam saat radiusnya menyusut menjadi 3 km. [Di USA, satuan ukuran panjang biasa menggunakan *mil*, 8 km = 5 *mil*, *peny.*] Schwarzschild dengan menggunakan

relativitas telah berhasil membuktikan apa yang diperkirakan oleh Michell.

Yang agak mengejutkan, Einstein menolak menerima hasil-hasil temuan Schwarzschild — meskipun temuan-temuan itu didasarkan pada teorinya. Namun sampai saat ini kita mengenali radius kritis di mana sebuah bintang menjadi lubang hitam sebagai radius Schwarzschild.

Satu tahun kemudian, Einstein mendapati bahwa gagasan-gagasan kosmologisnya sekali lagi ditentang kali ini dari astronom Rusia, Aleksandr Friedmann, yang bekerja di St. Petersburg, yang selanjutnya disebut Petrograd. Meskipun saat itu tengah berlangsung Revolusi Rusia, Friedmann masih meluangkan waktu untuk memikirkan bahwa gambaran Einstein tentang semesta yang statis tidak benar. Dalam perhitungannya, Einstein memasukkan sebuah "konstanta kosmologis" yang disebutnya sebagai *lamda*. Hal ini memunculkan pertanyaan apakah semesta adalah statis. Friedmann menunjukkan bahwa tidak ada pembenaran yang bisa diberikan dalam membuat asumsi semacam itu.

Friedmann mengambil langkah berani dalam mengasumsikan bahwa semesta dipenuhi dengan awan materi tipis. (Hasil-hasil temuan modern menegaskan bahwa asumsi yang sembrono ini terbukti dalam berbagai perhitungan makrokosmos, meskipun tentu saja

ada yang tidak cocok.) Dari model ini, dan dari versi modifikasi dari perhitungan Einstein, Friedmann mampu menunjukkan bahwa semesta *meluas* atau memuai. Sekali lagi, Einstein memilih untuk tidak setuju.

Asumsi-asumsi teoretis Friedmann memperoleh penegasan dari pengamatan praktis tahun 1928 oleh astronom Amerika Edwin Hubble (yang kemudian namanya diabadikan sebagai nama teleskop ruang angkasa). Tanpa mengetahui tentang teori-teori Einstein ataupun Friedmann, Hubble mulai mempelajari *red shift* atau geseran merah atas lebih dari selusin galaksi yang berbeda, dengan menggunakan teleskop seratus inci di Mount Wilson. (*Red shift* adalah perubahan garis dalam spektrum cahaya yang menunjukkan kecepatan yang relatif terhadap pengamat.) Hubble menemukan bahwa kecepatan surut galaksi-galaksi tersebut semakin besar jika jaraknya semakin jauh dari bumi. Ini adalah bukti praktis pertama atas semesta yang meluas.

Perkembangan teoretis besar selanjutnya terjadi lima tahun kemudian, masih dari Rusia. Aksi pembersihan yang dilakukan Stalin dilaksanakan secara besar-besaran. Mungkin ilmuwan yang berdedikasi tinggi mampu mengabaikan Revolusi Rusia yang tengah berlangsung saat itu, namun teror Stalin adalah hal lain. Para tentara dengan mengenakan mantel panjang mengetuk pintu rumah-rumah dan memaksa masuk —

meskipun anda saat itu tengah super sibuk dengan perhitungan-perhitungan kosmologis. Setelah para jenderal dan pemimpin partai, para ilmuwan tengah dicari untuk menjadi saksi ahli dalam persidangan.

Fisikawan teoretis Lev Landau tahu bahwa dia berada dalam masalah besar: bukan hanya karena dia baru saja pulang dari luar negeri, namun karena dia juga seorang Yahudi. Landau memutuskan bahwa harapan satu-satunya adalah dengan menjadi terkenal di seluruh dunia sehingga perannya sebagai saksi terbukti akan memalukan bagi Utopia Soviet. Lalu dengan cepat dia menulis sejumlah gagasan kosmologis sensasional yang telah lama dipikirkannya, dan dikirim ke sahabatnya, fisikawan besar Niels Bohr di Kopenhagen. Dalam surat pengantarnya, Landau meminta bantuan Bohr. Jika Bohr merasa gagasan-gagasan tersebut cukup bermanfaat, dia meminta agar Bohr menggunakan "pengaruhnya" agar bisa terbit di *Nature*, jurnal ilmiah internasional terkemuka.

Beberapa waktu kemudian Bohr menerima telegram dari surat kabar resmi *Izvestia* yang bertanya apakah gagasan-gagasan Landau cukup bermanfaat. Bohr sendiri tidak punya waktu untuk mempelajarinya, namun dengan cepat dia memperoleh gambarannya. Dia mengirim pesan yang penuh pujian ke Moskow, dan memastikan bahwa paper Landau diterbitkan di *Nature*. (Landau ditangkap tahun 1938 — namun

dilepaskan kembali karena dianggap sebagai suatu "kesalahan".)

Landau selama beberapa tahun berspekulasi tentang bagaimana bintang-bintang menghasilkan energi yang cukup besar untuk memancarkan panas. Dalam paper yang diterbitkan *Nature*, dia mengajukan teori bahwa inti bintang terdiri dari sebuah bintang lain yang superpadat dan terbentuk dari partikel-partikel subnuklir tak bermuatan, yang disebut sebagai neutron. (Sebuah bintang seperti matahari diperkirakan memiliki bintang neutron yang berukuran sekitar sepersepuluh dari massanya, namun sangat padat dan hanya memiliki radius 1 km.) Energi panas yang luar biasa besar dari sebuah bintang dihasilkan oleh penyerapan gas oleh bintang neutron yang ada di dalamnya.

Paper Landau ditulis dengan terburu-buru, dan diterbitkan sebelum dia sempat memikirkannya kembali secara menyeluruh. Paper ini dibaca oleh pakar fisika kuantum Amerika, Robert Oppenheimer dan asistennya, Hartland Snyder, yang sebelumnya bekerja sebagai sopir truk di Utah.

Oppenheimer dan Snyder menemukan banyak kelemahan dalam paper Landau, namun menerima gagasan dasarnya. Menurut Oppenheimer dan Snyder, saat sebuah bintang berukuran besar kehabisan bahan bakar nuklirnya dan mati, bintang tersebut selanjutnya

menyusut dikarenakan gaya gravitasinya sendiri. Pada titik tertentu, bintang ini menyusut sampai pada radius kritis, di mana bahkan cahaya tidak mampu lolos dari permukaannya. Pada titik ini bintang tersebut menjadi terisolasi dari benda-benda langit lainnya, dan "horizon peristiwa satu-arah" terbentuk. Partikel dan radiasi bisa masuk, tapi tidak ada yang bisa keluar. Singularitas ruang-waktu terbentuk, di mana dimensi-dimensi ruang dan waktu lenyap. Tidak ada apa pun yang bisa dipakai untuk menjelaskan apa yang terjadi dalam horizon ini, dan Oppenheimer bahkan menolak untuk berspekulasi.

Oppenheimer dan Snyder mempublikasikan temuan-temuan mereka di *Physical Review* tanggal 1 September 1939, bertepatan dengan saat Hitler menginvasi Polandia, yang menjadi awal Perang Dunia II. Dalam terbitan *Physical Review* yang sama, Niels Bohr dan John Wheeler, fisikawan Amerika, menerbitkan sebuah artikel tentang fisi nuklir (yakni, mekanisme yang diperlukan untuk membuat bom atom). Kebetulan saat itu Oppenheimer menjadi pimpinan *Manhattan Project*, proyek pembuatan bom atom pertama. Bertepatan dengan hari pertama Perang Dunia II, metode penyelesaian pembuatan bom atom diterbitkan — beserta sebuah paper lain. Namun saat itu paper Oppenheimer tidak banyak mendapat perhatian: Dunia tengah menghadapi sesuatu yang lebih penting untuk dipikirkan.

Wheeler akhirnya mengalihkan perhatian pada pembuatan bom hidrogen, namun saat dia selesai mencari cara bagaimana menghancurkan bumi ini, dia sekali lagi mengalihkan perhatian pada alam semesta. Untungnya kosmologi lebih berhubungan dengan holisme dibandingkan dengan bencana pembasmian, meskipun Wheeler masih mengajukan beberapa pemikirannya dari bidang sebelumnya. Wheeler adalah seorang ekstremis sayap-kanan, seorang Amerika ortodoks di era anti-komunis McCarthyite tahun 1950-an. Sementara itu Oppenheimer pernah tidur dengan seorang komunis — yang berarti bahwa meskipun dia memenangkan perang karena membuat bom atom, namun dia tetap seorang mata-mata komunis. Wheeler juga tidak setuju dengan gagasan-gagasan kosmologis Oppenheimer, namun akhirnya terpaksa mengakui bahwa mungkin ada sesuatu dalam gagasannya tentang singularitas ruang-waktu yang terdapat dalam horizon peristiwa satu-arah. Dan dia melangkah lebih jauh dan menamakannya "objek yang runtuh sepenuhnya karena gaya gravitasinya sendiri": Dia bermaksud menamakannya "lubang hitam". Mungkin ini karena dia merasa tidak boleh setuju dengan semua yang dikatakan Oppenheimer. Wheeler menyatakan bahwa *ada* kemungkinan untuk menjelaskan apa yang terjadi dalam lubang hitam, yaitu perpaduan antara relativitas dengan fisika kuantum.

Namun di awal tahun 1960-an, banyak orang yang masih meragukan keberadaan lubang hitam itu sendiri. Dan memang, kecurigaan politik Wheeler terbukti saat sekelompok ilmuwan Soviet menyatakan telah berhasil membuktikan bahwa singularitas ruang-waktu (lubang hitam) sesungguhnya tidak mungkin ada. Menurut mereka, singularitas ruang-waktu semacam ini hanyalah dugaan teoretis yang salah dan muncul karena ada yang mengasumsikan bahwa bintang-bintang besar yang runtuh menyusut secara simetris. Hanya dengan cara inilah medan gravitasi akan terfokus pada satu titik, dan mengakibatkan singularitas ruang-waktu. Tanpa adanya penyusutan atau pengerutan simetris ini, tidak akan ada singularitas. Dan simsalabim: lubang hitam juga tidak ada.

Seperti yang bisa kita lihat, kosmologi di awal tahun 1960-an, saat Hawking masuk, tengah berada dalam keadaan yang sangat tidak tetap. Dan "ajaran" yang masih diyakini di Cambridge adalah teori tentang semesta yang dalam kondisi tetap, tidak berubah, yang diusulkan oleh Hoyle. Menurut teori ini, semesta tidak memiliki awal dan tidak memiliki akhir, tapi selalu ada — tingkat kepadatan rata-ratanya juga konstan (atau dengan kata lain, tetap atau statis). Dan Hoyle jugalah yang pada tahun 1950-an memelopori penolakan terhadap teori *big bang* [yakni, ledakan kosmik yang menandai asal muasal alam semesta, *peny.*], dan

mengejek gagasan tentang penciptaan semesta dan menyamakannya dengan "seorang gadis yang gemar pesta yang meloncat keluar dari kue."

Namun teori Hoyle juga bermasalah. Bagaimana dia bisa menjelaskan tentang semesta yang meluas, seperti yang diamati oleh Hubble? Untuk menjawab pertanyaan ini, Hoyle mengusulkan gagasan bahwa bintang dan galaksi secara terus-menerus tercipta di angkasa. Bagaimana? Menurut Hoyle, karena itu memang sudah menjadi properti semesta. (Dan untuk melengkapinya, dia menambahkan bahwa bintang dan galaksi secara terus-menerus juga menghilang ke dalam kegelapan jauh di sana.)

Hoyle adalah seorang yang ulet dan kadang terlalu terburu-buru dalam mengemukakan pendapatnya untuk mendukung teori statis. Dalam salah satu ceramah di Royal Society London, dia menyampaikannya tanpa terlebih dahulu melakukan perhitungan-perhitungan untuk mendukung pendapatnya. Tanpa sepengetahuan Hoyle, Hawking memperoleh informasi tentang perhitungan-perhitungan awal Hoyle dari asistennya, dan menemukan sejumlah keanehan. Hawking memutuskan untuk datang, dan melihat bahwa ceramah Hoyle disambut dengan antusias. Hoyle lalu bertanya apakah ada yang ingin mengajukan pertanyaan. Seorang mahasiswa kurus berkacamata dan menggunakan tongkat berdiri dengan susah payah. Ratusan peserta ceramah,

termasuk sejumlah ilmuwan terkemuka, berpaling untuk melihat si pendatang baru yang dengan sembrono berani bertanya kepada sang pakar.

"Jumlah yang anda kemukakan menyimpang," kata Hawking.

Semua orang berbicara sambil bergumam: Jika benar demikian, apa yang disampaikan Hoyle berarti hanya omong kosong.

"Tentu saja tidak menyimpang/" jawab Hoyle dengan nada mengejek.

"Tapi menyimpang," kata Hawking bersikeras.

"Bagaimana anda tahu?"

"Karena saya telah menghitungnya," kata Hawking dengan datar.

Beberapa orang tertawa kecil. Hoyle terbakar oleh rasa marah. Siapa anak kurang ajar ini?

Hawking mengumumkan kedatangannya ke panggung kosmologi dengan membawa misi balas dendam.

Namun masalah tentang apa yang terjadi dalam lubang hitam masih ada. Mereka yang memilih pandangan non-simetris tentang bintang yang runtuh, seperti para ilmuwan Soviet, mulai mengembangkan sebuah gambaran baru. Menurut gambaran ini, bintang-bintang menyusut secara tidak beraturan dan sangat kuat, sehingga "terbang" dan mengembang kembali.

Masalah ini ditangani oleh seorang matematikawan muda dari Inggris bernama Roger Penrose. Dia menerapkan metode-metode matematika baru pada masalah tentang runtuhnya bintang dan menyampaikan hasil-hasil yang menarik. Menurut teorema singularitasnya, sebuah bintang yang runtuh akan mengalami persis seperti yang diperkirakan Wheeler. Bintang tersebut akan membentuk sebuah singularitas di mana waktu dan hukum-hukum fisika tidak berlaku lagi. Dan sekalipun menyusut secara tidak beraturan, namun materi-materinya tidak terbang dan berkembang kembali. Sebuah bintang besar yang runtuh akan menyusut sampai pada radius horizon peristiwa dan menjadi lubang hitam. (Untuk bintang yang ukurannya sepuluh kali lebih besar dari matahari, radius horizon peristiwanya adalah 30 km.) Penrose juga menyatakan bahwa di luar titik ini, bintang tersebut akan *terus* menyusut. Ini sejalan dengan gambaran yang dibentuk oleh teori relativitas. Saat medan gravitasi semakin menguat, semua cahaya, materi, dan ruang-waktu akan tertarik ke dalamnya dengan intensitas yang semakin besar. Dan memang, bintang itu akan terus menyusut dengan intensitas yang semakin besar sehingga akhirnya memiliki volume nol dengan tingkat kepadatan tak berhingga. Dengan kata lain, bintang tersebut menentang hukum gravitasi dalam artian memiliki massa namun tidak memiliki dimensi. Demikian juga, ruang-

waktu dan cahaya tidak ditarik menuju ke sebuah lubang; namun berputar-putar selamanya sampai akhirnya hilang.

Semua ini terjadi *dalam* horizon peristiwa, dan tentu saja tidak bisa diamati. Namun horizon peristiwa tidak menyusut atau runtuh dalam cara apa pun: tapi tetap sama — pada titik di mana sebuah bintang berubah menjadi lubang hitam. (Sebagai contoh, horizon peristiwa untuk bintang dengan ukuran sepuluh kali lipat matahari, radius horizon peristiwanya tetap 30 km sementara bintang itu sendiri menyusut sampai tak berhingga.)

Hawking mulai mempelajari gagasan-gagasan Penrose secara lebih cermat, dan saat dia melakukannya, sebuah gagasan menakjubkan mulai terbentuk dalam pikirannya. Seperti halnya gagasan-gagasan besar lainnya, gagasan ini cukup sederhana (meskipun perhitungan matematis yang dipergunakan untuk mendukungnya tidak bisa dibuktikan). Hawking bertanya pada dirinya sendiri apa yang terjadi jika sebuah lubang hitam mampu membalikkan keadaannya. Dia selanjutnya menerapkan gagasan ini pada seluruh semesta. Mungkin semesta yang meluas ini tidak lebih dari sebuah bintang raksasa yang runtuh lalu *membalikkan keadaannya*. Waktu lenyap *dalam* lubang hitam: jika proses ini dibalik, maka waktu berarti diciptakan. Demikian juga dengan ruang. Materi berasal dari sebuah objek

dengan kepadatan yang tak berhingga namun tidak memiliki dimensi. Dan ini pasti adalah *big bang* — penciptaan pertama, tidak ada yang lain.

Teori relativitas berlaku dalam *kedua cara* tersebut. Saat medan gravitasi menguat, ruang-waktu, materi, radiasi, semuanya terkonsentrasi. Saat medan gravitasi meluas dan melemah, ruang-waktu menjadi terbentang, radiasi dan materi tersebar. Hawking berhasil menunjukkan bahwa pasti ada sebuah singularitas jauh di masa lalu yang menciptakan waktu. Dan jika semesta berhenti meluas dan mulai menyusut, pada akhirnya ia akan meledak dan *berakhir* menjadi singularitas — atau yang disebut *big crunch*. Tidak ada pertanyaan yang perlu diajukan tentang apa yang terjadi sebelum semesta berawal, atau apa yang terjadi setelah berakhir — karena dalam situasi semacam ini *tidak ada yang namanya waktu*. Ruang juga tidak ada, apalagi materi.

Hawking menjelaskan bagaimana semesta berawal. Dia menunjukkan bagaimana proses terjadinya *big bang*, bagaimana semua itu berasal dari sebuah lubang hitam yang membalik keadaannya. (Meskipun para ilmuwan Soviet tetap bersikeras bahwa lubang hitam tidak ada dan Hoyle terus mempertahankan teori statisnya.) Pembicaraan tentang teori Hawking yang menakjubkan mulai tersebar dan diterima secara luas kecuali oleh orang-orang Soviet dan orang-orang dari



semesta "dunia-datar". Hawking telah menunjukkan dirinya sebagai bintang utama di panggung kosmologi.

\* \* \*

Namun kosmologi tetap merupakan dunia yang kecil, dan kejayaan Hawking terbatas hanya pada hal-hal yang berkaitan dengan masalah semesta. Di dunia yang lebih besar di kampus Cambridge, dia hanyalah seorang jenius pinggiran (dan banyak yang seperti ini). Namun legenda terus berkembang. Para mahasiswa di DAMTP mulai terbiasa bertemu dengan seorang tokoh kurus berkacamata dengan tongkatnya, yang dengan kasar selalu menolak apabila ada yang menawarkan bantuan. Seringkali dia harus berhenti selama beberapa menit sambil bersandar di dinding ketika menaiki tangga. Saat itu sudah empat tahun berlalu semenjak dia divonis hidupnya hanya tinggal dua tahun, dan semakin banyak orang yang menyarankannya untuk memakai kruk. Namun dia menolak: Kruk tidak hanya membuatnya terlihat seperti cacat namun juga lebih susah menggunakannya.

Hawking masih sama dengan yang dulu, dan tubuhnya masih jauh dari tidakberdaya. Tahun 1967, anaknya, Robert, lahir; dan meskipun saat itu sudah menggunakan kruk namun dia masih meluangkan waktu berjam-jam pada pekerjaannya. Dia merasa sangat antusias dengan apayang dilakukannya. Ironis-

nya, dia merasa lebih bahagia dibandingkan sebelum sakit, begitulah kira-kira menurutnya.

Namun semua itu tidak mungkin terjadi tanpa adanya dukungan penuh dari istrinya, Jane. Hidup dengan seorang yang "kurang-lebih jenius", yang memiliki keistimewaan tertentu, memang tidak mudah. Saling marah sudah menjadi hal biasa, dan Hawking tetap lebih dari sekadar mampu dalam mengekspresikan kepribadiannya. Meskipun dia jenius dan cacat, namun dia tetap bersikeras untuk diperlakukan sebagai manusia biasa. Dan meskipun mengalami berbagai kesulitan, dia masih mampu melakukannya. Perkawinannya tidak sepenuhnya terlepas dari apa yang dia lakukan. Jane bertugas mengetik papernya dari berbagai catatan serta dengan cara didikte, namun tidak berlangsung lama karena suaminya mulai mengalami kesulitan bicara.

Hawking sekarang semakin kuat melakukan perhitungan matematika secara mental (tanpa alat bantu), melatih diri untuk mencapai keterampilan otak yang luar biasa sehingga mampu mengakomodir [perhitungan-perhitungan rumit). Demikian juga, Hawking mulai terbiasa mengomunikasikan pemikiran-pemikiran intelektualnya hanya bila sudah dalam bentuk yang meyakinkan. Kekuatan daya ingat, konsentrasi dan kemampuan mental memang sangat diperlukan dalam pekerjaannya. Sebuah penjelasan dari kehendak yang kuat. Dan yang paling penting adalah kemampuan

kreatif dalam menciptakan pemikiran-pemikiran baru dalam tataran tertinggi. Dan dia terus melakukannya.

Saat ketenaran Hawking mulai tersebar, dia membentuk sebuah kelompok yang terdiri dari sejumlah peneliti berbakat dan mereka bekerja sama dalam melakukan penyelidikan atas lubang hitam. Pada tahun 1971, Hawking memperoleh gagasan bahwa setelah peristiwa *big bang*, sejumlah "lubang hitam berukuran mini" terbentuk. Lubang hitam ini sedemikian padat dengan massa satu milyar ton namun ukurannya tidak lebih besar dari sebuah photon, partikel elementer yang memancarkan cahaya. Hawking menunjukkan bahwa lubang hitam mini ini cukup unik — ia memiliki massa dan gaya berat yang sangat besar sehingga tunduk pada hukum relativitas, namun karena ukurannya yang sangat kecil maka ia juga tunduk pada hukum mekanika kuantum. Ini menunjukkan bahwa kedua hukum yang sering konflik ini "pada awalnya" adalah satu. Dalam hal ini ada kemungkinan bahwa di masa mendatang kita bisa mengembangkan sebuah teori terpadu yang mencakup hukum-hukum teori relativitas dan mekanika kuantum. Namun untuk saat ini, kemungkinan sensasional semacam ini bahkan masih cukup aneh untuk bisa diterima.

Dan memang, yang terjadi adalah sebaliknya. Sebuah singularitas yang diciptakan oleh runtuhnya gravitasi memiliki arti bahwa semua hukum fisika tidak berlaku.

Mengejutkan, menakutkan, gila! Namun karena peristiwa ini terjadi dalam lubang hitam, maka kita tidak bisa mengamati: kita tidak diizinkan mengamati peristiwa tersebut oleh semacam "badan sensor kosmik". Namun jika hukum fisika tidak berlaku, ini berarti kita tidak bisa memprediksi apa yang mungkin akan terjadi di masa mendatang. Dengan kata lain, ilmu pengetahuan memiliki lubang yang sangat besar di dalamnya.

Secara filosofis, ilmu pengetahuan saat ini tengah dihadapkan pada dua kemungkinan yang sensasional sekaligus saling berkonflik satu sama lain, dan keduanya bisa disebut sebagai "akhir dari ilmu pengetahuan". Lubang hitam mini mengisyaratkan bahwa suatu hari nanti kemungkinan akan ada sebuah teori yang mampu menjelaskan segala sesuatu. Pada saat yang sama, lubang hitam yang lebih "biasa" mengisyaratkan bahwa semesta mungkin tidak bisa dijelaskan secara ilmiah — dan mungkin memang tidak ilmiah sama sekali. Saat ini, ilmu pengetahuan telah mencapai tahap filosofis terakhir. Ia tengah hidup dalam ancaman besar — ada dua kemungkinan dari apa yang ada di hadapannya: menjadi sempurna atau hancur. Akhir dari ilmu pengetahuan telah berada di ambang pintu!

Namun ilmu pengetahuan "dengan bijaksana" cenderung mengabaikan dalih-dalih filsafat semacam ini. Apa pun yang terjadi, Hawking dan para kosmolog

lainnya tetap melaksanakan penelitian mereka. Mungkin kita memang tidak bisa melihat apa yang ada dalam lubang hitam, di mana hukum-hukum fisika tidak lagi berlaku, namun kita masih bisa *memperkirakan* apa yang terjadi di "wilayah terlarang" ini. Asal-usulnya telah dijelaskan — sekarang tinggal masalah menjelaskan kelanjutan eksistensinya.

Di seberang Atlantik, Wheeler tidak hanya "membaptis" lubang hitam, namun juga muncul dengan membawa sebuah perkiraan yang dikenal dengan sebutan "teorema tanpa-rambut". Menurut teorema ini, sebuah lubang hitam dengan cepat memasuki keadaan stasioner di mana hanya tiga parameter yang berlaku, yaitu: massa, pergerakan siku-siku, dan muatan listrik. Apa pun yang masuk ke dalam lubang hitam, hanya ketiga parameter tersebut yang masih tetap bertahan.

Pada tahun 1974, Hawking dan kelompoknya berhasil membuktikan "teorema tanpa-rambut". (Rambut maksudnya di sini adalah koordinat-koordinat dimensi yang menonjol keluar, yang "dicukur habis" saat memasuki lubang hitam — sehingga hanya bagian-bagian yang "gundul", massa bermuatan listrik dan selalu bergerak, yang ada di dalamnya.) Hawking menunjukkan bagaimana relativitas menjelaskan perkiraan Wheeler. Hukum fisika mungkin tidak berlaku dalam

lubang hitam, namun yang terjadi di dalamnya juga bukan keadaan yang kacau sama sekali.

Selama tahun akademik 1974 sampai 1975, Hawking menerima undangan untuk menghabiskan waktu selama satu tahun di Caltech. Ini adalah sebuah "pemukiman" ilmiah paling prestisius di West Coast — tempat para pakar, termasuk ahli kimia Linus Pauling, dan juga sekelompok pemenang hadiah Nobel. (Di antaranya adalah fisikawan yang juga pemain bongo Richard Feynman, dan Murray Gell-Mann yang bisa jadi mampu menciptakan penemuan baru cukup dengan membaca kutipan James Joyce atau teks agama Buddha.)

Hawking menyenangi California, karena berkesempatan menggunakan teleskop paling canggih di Mount Wilson, dan berhasil menolak ajakan orang-orang untuk pergi ke Disneyland — meskipun dia punya poster Marilyn Monroe berukuran besar yang dipajang di kantornya di Cambridge.

Saat itu penyakit ALS-nya mencapai "plateau" [yakni, periode di mana hanya sedikit atau tiada kemajuan sama sekali yang dicapai menuju kesembuhan, *peny.*] lainnya, dan dia terpaksa harus menggunakan kereta dorong. Suaranya juga mulai tidak bisa dibedakan dari erangan, sehingga hanya rekan-rekan dekatnya saja yang bisa memahami ucapannya.

Dalam keadaan seperti ini dia menjadi ayah untuk yang ketiga kalinya pada tahun 1979. Seperti yang dikatakan oleh salah seorang rekan dekatnya saat memperkenalkan Hawking di sebuah kuliah: "Dari fakta bahwa anak bungsunya, Timothy, berusia kurang dari separuh penyakitnya, maka jelas tidak semua bagian tubuh Stephen lumpuh!" Para mahasiswa yang mendengarnya tersipu malu dan Hawking tersenyum lebar.

Pada usia tiga puluh dua tahun, Hawking dipilih sebagai anggota Royal Society, salah satu anggota termuda dalam sejarah. Penghargaan lain mulai berdatangan. Kata Jane, penghargaan-penghargaan tersebut "seperti gula-gula yang membeku di atas kue." Dan hidup bersama Hawking tidak mudah baginya: "Sulit bagi saya untuk membayangkan hari-hari yang kami alami di rumah ini — dari kedalaman lubang hitam sampai semua penghargaan mewah ini."

' Dan sekitar saat-saat itulah Hawking mengalami "peristiwa eureka", yang mengarahkannya pada penemuan besarnya. Suatu malam, saat beranjak tidur, dia mulai memikirkan tentang permukaan lubang hitam. Keinginan Hawking yang kuat untuk melakukan sesuatu tanpa bantuan orang lain berarti bahwa tidur baginya adalah sebuah proses yang panjang dan menyusahkan — jadi dia memiliki waktu yang cukup lama untuk berpikir sebelum tidur.

Hawking mulai membayangkan apa yang terjadi pada cahaya yang berada di horizon peristiwa sebuah lubang hitam. Dia tahu bahwa cahaya yang membentuk horizon peristiwa (permukaan lubang hitam) tidak pernah saling mendekat — karena tertahan, tidak bisa terlepas dan tidak bisa terserap ke dalam lubang hitam. Tiba-tiba dia menyadari arti dari hal ini. *Permukaan lubang hitam tidak pernah berkurang atau menyusut.* Dengan kata lain, sekalipun ada dua lubang hitam yang berdekatan, keduanya tidak akan saling menelan satu sama lain. Sebaliknya, luas seluruh permukaan keduanya tetap sama atau bertambah, tapi tidak mungkin berkurang. Ini mungkin sulit dipahami — juga tidak terlalu menarik ataupun penting. Namun implikasi-implikasinya mampu mengubah pandangan kita tentang apa yang disebut sebagai lubang hitam. Hawking merasakan hal ini, dan dia memperoleh kegiatan baru sebelum tidur. Bahkan kadang tidak tidur semalaman.

Dia menyadari bahwa sifat permukaan lubang hitam memiliki kemiripan yang cukup aneh dengan hukum termodinamika kedua. Hukum ini menyatakan bahwa entropi (atau ketidakberaturan) dalam sistem terisolasi akan selalu sama atau bertambah; dan jika ada dua sistem semacam ini yang tergabung, maka jumlah entropi total lebih besar dibandingkan jumlah entropi sebelumnya. Pendeknya, ini berarti bahwa jika segala sesuatu dibiarkan begitu saja, maka ketidakberaturan

yang terjadi akan tetap sama atau meningkat, tidak mungkin berkurang. (Hawking sendiri memberi contoh sebuah rumah. Jika anda tidak rajin merawatnya, maka ketidakberaturan atau kekacauan dalam rumah anda bertambah. Untuk menciptakan keberaturan, atau mengatasi ketidakberaturan, diperlukan tambahan energi lain.)

Hukum ini menjelaskan mengapa ada proses-proses tertentu yang tidak bisa dibalik. Jika anda menjatuhkan sebuah gelas dan pecah, maka gelas itu tidak bisa menempel dan utuh kembali dengan sendirinya — karena itu berarti mengurangi entropi, jika kita melihat gelas tersebut sebagai satu sistem terpisah. Entropi menentukan arah dari proses yang tidak bisa dibalik. Dalam suatu cara, ia menunjukkan arah berjalannya waktu.

Jadi mengapa sifat lubang hitam mirip dengan hukum termodinamika kedua? Apakah itu berarti bahwa hukum ini berlaku di lubang hitam — yang sebelumnya dianggap sebagai suatu tempat di mana hukum-hukum semacam itu tidak berlaku?

Sampai sekarang, perhitungan-perhitungan tentang lubang hitam didasarkan pada relativitas, yang dalam hal ini memang ditujukan untuk menilai sifat dari objek-objek berukuran besar. Pengaruh-pengaruh pada tingkat subatom, yang dijelaskan dengan menggunakan

teori kuantum, tidak diperhitungkan. Pengaruh-pengaruh tingkat subatom dianggap sangat tidak tepat bila diterapkan pada objek-objek raksasa seperti bintang dan lubang hitam. Dan Hawking selanjutnya akan menunjukkan betapa salahnya asumsi ini. Mekanika kuantum memberikan petunjuk penting terhadap sifat lubang hitam yang sesungguhnya.

Pertama, kita perlu mengerti sedikit tentang mekanika kuantum. Salah satu gagasan paling mendasar dan paling menarik dalam fisika kuantum dikemukakan tahun 1927 oleh fisika wan Jerman, Werner Heisenberg, saat dia masih berusia 26 tahun namun sudah menjadi pakar teori kuantum. Penemuan terbesar Heisenberg adalah prinsip ketidakpastian, yang menyatakan bahwa kita tidak pernah bisa menentukan secara simultan posisi dan momentum yang tepat dari sebuah partikel.

Heisenberg menyatakan bahwa hal itu tidak bisa dilakukan, bahkan secara teoretis, karena gagasan tentang posisi dan kecepatan sesungguhnya tidak ada artinya di alam. (Pernyataan ini berlaku untuk *segala sesuatu* di alam, mulai dari partikel subatom sampai galaksi paling besar — namun pada tingkat atom dan di bawahnya, perbedaan-perbedaan yang ada menjadi penting.)

Satu ilustrasi sederhana adalah jika kita berusaha menentukan posisi yang tepat dari sebuah elektron.

Partikel ini sedemikian kecil sehingga hanya bisa dideteksi dengan sesuatu yang memiliki panjang gelombang yang cukup kecil, seperti sinar gamma. Namun saat sinar gamma ini menabrak elektron, ia juga mempengaruhi momentum dalam suatu cara yang tidak bisa diperkirakan. Jadi tidak mungkin kita bisa menentukan posisi sebuah elektron tanpa mengubah momentumnya. Dan apabila kita berusaha menentukannya dengan lebih tepat (dengan menggunakan gelombang-gelombang yang lebih pendek), maka semakin besar pula pengaruhnya pada momentum elektron tersebut. Demikian juga, bila momentum tersebut tidak banyak terpengaruh, maka penilaian kita atas posisi elektron itu juga kurang tepat.

Seperti halnya pada partikel, hal itu juga berlaku untuk bidang — yang bisa dianggap terdiri dari berbagai partikel. Prinsip ketidakpastian Heisenberg memberikan hasil-hasil yang menakjubkan bila diterapkan untuk ruang (angkasa).

— Ruang juga merupakan bidang.

Tapi bagaimana? Karena menurut definisinya ruang adalah kosong, hampa.

— Menurut prinsip ketidakpastian Heisenberg, ini tidak mungkin.

Mengapa tidak?

— Kita tahu bahwa tidak mungkin mengukur secara simultan nilai sebuah bidang, beserta tingkat perubahannya, dengan ketepatan yang mutlak. Ini berlaku untuk bidang, seperti halnya untuk partikel.

Jadi?

— Ini berarti bahwa tidak ada bidang yang nilainya persis nol. Karena nilai tersebut adalah ukuran *pasti* dari nilai bidang tersebut serta tingkat perubahannya. Tidak mungkin, menurut prinsip ketidakpastian. Namun jika kita benar-benar memiliki ruang kosong, maka bidang ini nilai persisnya adalah nol.

Jadi tidak ada yang namanya ruang kosong?

— Benar. (Atau mungkin hampir tepat!)

Jadi bagaimana?

— Menurut prinsip Heisenberg, bahkan di ruang (angkasa) akan selalu ada ketidakpastian, meskipun sangat-sangat kecil. Tapi apa artinya?

— Ketidakpastian ini bisa dibayangkan seperti pergerakan kecil, sedikit di atas dan di bawah nol — tapi tidak pernah *benar-benar* nol.

Dan bagaimana ini terjadi?

— Kita perlu memikirkannya dengan cara berikut. Tidak mungkin tidak ada apa-apa, jadi anggap saja

kita memiliki sepasang partikel virtual, yang bergerak di sekitar nilai nol.

Tapi apa partikel itu, dan mengapa bisa bergerak?

— Pasangan partikel ini terdiri dari partikel dan anti-partikel. Satu positif, satu negatif. Saat bergabung keduanya saling meniadakan, dan pasangan partikel virtual ini terus-menerus bergerak masuk dan keluar realita, saling membentuk dan meniadakan satu sama lain. Inilah yang mengakibatkan munculnya pergerakan sedikit di atas dan di bawah nol.

Lalu apa kaitannya dengan lubang hitam?

— Lubang hitam terdapat di ruang (angkasa), yang berarti bahwa proses ini terjadi di sekitarnya.

Hawking berspekulasi tentang apa yang terjadi di permukaan lubang hitam, di horizon peristiwa. Ruang di permukaan lubang hitam juga memiliki partikel-partikel virtual ini, yang muncul ke dalam realita. Namun sebelum saling meniadakan, keduanya terkena pengaruh lubang hitam. Partikel yang negatif ditarik dan yang positif ditolak lalu berubah menjadi radiasi. Jadi lubang hitam memancarkan radiasi thermal (yakni, panas). Karenanya memiliki suhu yang bisa diukur.

Demikian juga, partikel entropi-tinggi yang masuk ke dalam lubang hitam menyebabkan permukaannya bertambah. (Seperti yang telah kita lihat, permukaan

lubang hitam ini disebut sebagai radius Schwarzschild, yang bergantung pada massanya.) Peningkatan yang terjadi di permukaan lubang hitam, meskipun mungkin sangat kecil, menandai peningkatan entropi lubang hitam. Namun jika lubang hitam memiliki entropi maka otomatis juga memiliki suhu.

Suhu ini dalam realita mungkin hampir tidak berarti — sepersatu juta derajat di atas nol — tapi yang pasti ada. Hawking menunjukkan bahwa lubang hitam sebenarnya tidak "hitam". Ia memancarkan radiasi — panas, seakan-akan memang panas.

Implikasi dari hal ini mengubah sepenuhnya konsepsi kita tentang lubang hitam. Lubang hitam bukanlah sebuah lubang di angkasa, di mana materi, ruang-waktu, dan hukum-hukum fisika tidak ada dan tidak berlaku. Lubang hitam bisa dilihat sebagai objek yang ada *dalam* semesta. Ia tunduk pada hukum termodinamika kedua. Ia memiliki entropi. Ini berarti ia bahkan memiliki waktu. Ia tidak lagi tidak dapat dilihat — karena ia bisa "dilihat" oleh hukum-hukum fisika.

Tapi ini belum semua. Dalam menggabungkan gaya berat lubang hitam dengan perilaku atau sifat partikel virtual, Hawking berarti menggabungkan mekanika kuantum dan relativitas untuk yang pertama kalinya.

Setelah itu tersebar kabar bahwa Hawking telah berhasil menemukan sejumlah gagasan yang "mengubah

segala sesuatu". Dan pada bulan Februari 1974, dia diundang untuk memberikan ceramah dalam konferensi di Oxford dengan topik lubang hitam. Konferensi ini diadakan oleh matematikawan John Taylor, yang juga dianggap sebagai salah satu pakar lubang hitam. Setelah sejumlah pembicara lain selesai menyampaikan gagasan mereka, Hawking dengan kursi rodanya didorong menuju ke depan aula. Dia mulai berbicara dengan suara yang hampir tidak bisa dimengerti dan para peserta konferensi hampir tidak percaya dengan apa yang dikatakannya. Jika apa yang dikatakan Hawking benar maka berarti itu akan mengubah segala sesuatu. Lubang hitam memiliki waktu, memiliki entropi, dan entropi ini semakin bertambah seperti yang lainnya. Ini berarti bahwa pada akhirnya lubang hitam akan menguap menjadi radiasi. Dengan kata lain, pada akhirnya lubang hitam akan "meledak".

Para peserta konferensi menyambut pembicaraan Hawking dengan diam terpesona. Lalu Taylor berdiri dan mengatakan: "Maaf Stephen, tapi itu sama sekali tidak mungkin." Tanpa berkata apa-apa Hawking memutar kursi rodanya dan keluar ruangan.

Sebulan kemudian dia menulis sebuah paper yang menjelaskan tentang hasil-hasil temuannya dan diterbitkan dalam *Nature* dengan judul: "Black Hole Explosion?" Paper ini oleh mantan tutor sekaligus

kolaborator Hawking, David Sciama sebagai "salah satu yang terbaik dalam sejarah fisika" dan dianggap sebanding dengan paper relativitas Einstein, meskipun signifikansinya lebih kecil. Tapi sama-sama mampu menciptakan tanggapan antagonistik yang cukup besar dari orang-orang yang menolak memahaminya. Beberapa bulan kemudian Taylor menulis tanggapan dalam *Nature* yang isinya mengejek gagasan Hawking tentang lubang hitam yang meledak. Gagasan Taylor, seperti halnya teori statis Hoyle adalah bukan zamannya lagi. Dunia ilmu pengetahuan tidak pernah terlepas dari evolusi. Dan di sini berlaku prinsip yang kuat menang — sekalipun itu tidak selalu merupakan spesimen terbaik.

\* \* \*

Saat itu penyakit Hawking sudah mencapai tingkat yang mengkhawatirkan. Dia tidak bisa berjalan, sekalipun dibantu, dan terpaksa menggunakan kursi roda bermesin. Dia tidak bisa makan sendiri, dan saat kepalanya tertunduk ke depan, dia bahkan tidak bisa menegakkannya kembali. Ini adalah pukulan yang sangat berat bagi seseorang yang berkemauan keras dan mencintai kebebasan. Namun ada sejumlah perkembangan lain yang bahkan lebih tidak menyenangkan. Suara Hawking semakin parah — bahkan teman-teman



dekatnya kesulitan dalam berusaha mendengar apa yang dikatakannya. Pada saat yang sama dia juga mulai tidak bisa menulis. Dan saat itu pikirannya telah mencapai puncak — lalu bagaimana dia mengomunikasikan pikiran-pikiran tersebut?

Tapi apa yang bisa diharapkan? Saat itu sudah *lima betas tahun* semenjak Hawking divonis hanya hidup sampai dua tahun. Hidupnya memang ajaib — hampir sama ajaibnya dengan penemuan-penemuannya dalam bidang kosmologi. Hubungan antara keduanya memang tidak terlalu menguntungkan namun tetap menunjukkan adanya karakteristik pikiran dan kemauan yang luarbiasa.

Pada tahun 1979, saat berusia tiga puluh tujuh tahun, Hawking terpilih sebagai *Lucasian Professor of Mathematics* di Cambridge. Ini adalah jabatan paling prestisius — yang sebelumnya dipegang oleh Isaac Newton, dan selanjutnya oleh Babbage, bapak komputer. Hawking merasa sangat dihormati. Beberapa bulan kemudian, setelah dia sadar belum menandatangani daftar bersejarah para profesor Lucasian, dia dengan susah payah menandatangani, dan kemudian berkata: "Itu adalah terakhir kalinya aku menuliskan nama."

Meskipun mengalami berbagai kesulitan, Hawking tetap bersosialisasi di Cambridge. Dia dan Jane sering pergi ke restoran, ke pesta, dan sang profesor Lucasian

baru dengan cepat memperoleh reputasi sebagai tuan rumah yang ramah. Semua itu tidak akan pernah terjadi tanpa Jane, yang oleh salah seorang temannya dianggap sebagai "wanita yang menakjubkan. Jane melihat bahwa Hawking mampu melakukan segala sesuatu yang bisa dilakukan oleh manusia normal. Mereka pergi ke setiap tempat dan melakukan segala hal." Apa yang paling mengecewakan Hawking adalah dia tidak bisa menemani anak-anaknya saat bermain. Hawking juga mulai memanfaatkan ketenarannya untuk melakukan kampanye bagi orang-orang cacat. Sifatnya yang suka menentang memperoleh penyaluran yang tepat dalam surat-suratnya ke Dewan Kota Cambridge, tentang berbagai masalah seperti pemasangan pagar sampai pelebaran trotoar. Keberhasilannya dalam usaha ini membuatnya memperoleh penghargaan "man of the year" dari *Royal Association for Disability and Rehabilitation*.

Penyakit ALS Hawking mungkin telah mencapai plateau, namun banyak rekan-rekannya yang saat itu merasa bahwa dia tidak akan mampu bertahan lebih lama. Masa-masa terakhir telah tiba. Hawking dengan gayanya yang khas menjawab kekhawatiran teman-temannya dalam sambutan pelantikannya sebagai profesor Lucasian, dengan judul "Is the End in Sight for Theoretical Physics?" Banyak sekali yang datang, dan sambutannya dibacakan oleh salah seorang mahasiswanya.

Di sini Hawking menyampaikan sebuah topik yang selanjutnya menjadi pembicaraan hangat. Yaitu sebuah "teori tentang segala sesuatu". Teori ini akan memberikan sebuah deskripsi yang terpadu, konsisten, dan lengkap atas *segala sesuatu*. (Tentu saja segala sesuatu yang dimaksud di sini adalah semua partikel elementer dan semua interaksi fisik di semesta raya — yang semuanya dimasukkan dalam satu rangkaian persamaan.) Teori ini menandai "akhir" dari fisika teoretis. Hawking mengakui bahwa setelah ini memang masih "banyak yang harus dilakukan," tapi itu akan seperti "mendaki gunung setelah Everest."

"Penjelasan terakhir" seperti ini merupakan tanda dari imajinasi yang sangat kuat. Filsuf Yunani kuno pertama, Thales dari Miletus, yang hidup di abad ke-6 S.M., merasa yakin telah menemukannya (air). Dan selama berabad-abad sesudahnya, para filsuf dan ilmuwan terus merasa yakin bahwa mereka telah menemukannya, atau hampir menemukannya. Apa yang mereka anggap sebagai penjelasan terakhir termasuk: api, nafas, atom, aksioma geometri, monad, gravitasi, atom lagi, bahasa logis, dan masih banyak lagi. Saat menjabat sebagai profesor Lucasian, Hawking memperkirakan bahwa kemungkinan besar teori tentang segala sesuatu ini akan telah ditemukan pada akhir abad (abad ke-20). Dia bahkan memperkenalkan calon unggulannya yaitu  $N = 8$  (supergravitasi). Telah beberapa lama

diperkirakan bahwa kuncinya adalah sebuah gravitasi dalam bentuk tertentu, karena konstanta gravitasi ( $G$ ) terlihat sebagai penentu struktur semesta, dan mungkin proporsional terhadap usianya. Namun pada akhirnya teori ini terbukti lebih kompleks dibandingkan komprehensif.

Hawking sendiri merevisi gagasannya dan mengajukan teori superstring, yang menyatakan bahwa objek-objek dasar yang membentuk semesta adalah objek-objek satu-dimensi berbentuk string, bukan partikel-partikel kecil. Objek yang sangat tipis ini diperkirakan memiliki panjang  $10^{-35}$  meter, namun mampu menggabungkan semua partikel dan gaya yang diketahui. Dan Hawking memperkirakan bahwa teori superstring memerlukan waktu setidaknya dua puluh tahun untuk bisa dijelaskan. Dan setelah itu kita berarti telah berhasil menyelesaikan masalah terakhir — kita bisa mengetahui segala sesuatu.

Namun demikian, untuk saat ini mungkin kita perlu mengingat kembali kata-kata Wittgenstein saat dia beranggapan telah mencapai "solusi" terakhir atas persoalan-persoalan filsafat. Dan selanjutnya dia menyadari "betapa sedikit yang dicapainya saat dia berhasil menyelesaikan masalah-masalah tersebut." Tidak seperti ilmu pengetahuan, filsafat mencapai masa kedewasaannya di abad ke-20 dengan membawa sebuah

kesadaran, yaitu tidak ada yang bisa disebut sebagai kebenaran terakhir. Tidak ada dalam filsafat, dan juga tidak ada dalam ilmu pengetahuan. Ilmu pengetahuan dan filsafat hanyalah sistem yang kita temukan, dan *pandangan kita atas sistem-sistem tersebut terus berkembang*. Namun kedua sistem ini didasarkan pada pemikiran kita tentang kebenaran. Keduanya didasarkan pada apa yang berguna bagi kita, dan sesuai dengan bagaimana cara kita melihat dunia. Sebagai sebuah kebenaran, teori superstring kemungkinan juga tidak lebih dari api atau atom. (Atau, di lain pihak, teori ini akan terlihat benar hanya pada masanya.)

Meskipun sakit, Hawking tetap suka bepergian. Dia saat itu telah menjadi figur ilmuwan internasional, dan memutuskan untuk memainkan perannya dalam panggung ilmiah internasional. Dia berkunjung ke Switzerland, Jerman, dan Amerika. Kondisi fisiknya memaksa dirinya untuk lebih bergantung pada ingatannya. Dan dengan keuletannya, dia berhasil melatih ingatannya sampai pada taraf fenomenal. Dalam sebuah seminar di Caltech dia membuat kagum para mahasiswa karena mampu mengingat sebuah persamaan yang terdiri dari empat puluh bagian. Saat itu si jagoan kuantum Gell-Mann juga hadir, dan merasa perlu menyatakan bahwa jika ingatan Hawking benar maka dia berarti melupakan satu bagian. Selanjutnya terbukti

bahwa Gell-Mann benar. Di mana ada *supergravitasi* dan *superstring*, maka pasti juga ada *supermemory*.

Pada awal tahun 1980-an Hawking mulai mendiktekan sejumlah gagasan untuk ditulis dalam sebuah buku tentang kosmologi. Dia ingin memperoleh tambahan uang untuk biaya sekolah anak perempuannya. Pada tahun 1985 dia menyelesaikan draft pertama, dan memutuskan untuk membacanya sekali lagi selama liburan musim panas. Saat itu dia tengah berada di sebuah apartemen sewaan di Jenewa, dan dijaga oleh seorang perawat yang juga asistennya, sementara Jane berlibur di Jerman. Selama mengedit naskahnya, dia juga mengunjungi CERN, sebuah pusat penelitian nuklir Eropa yang kebetulan berada tidak jauh dari apartemennya. Di tempat tersebut sejumlah akselerator partikel berukuran besar (dengan panjang keliling sampai beberapa kilometer) memberikan sejumlah informasi praktis baginya tentang partikel-partikel subnuklir.

Suatu malam, saat perawatnya memeriksa keadaannya jam 3 pagi, dia melihat ada yang sama sekali tidak beres. Wajah Hawking berwarna ungu dan kesulitan bernapas. Ada suara mendeguk yang terdengar dari lehernya.

Hawking dilarikan ke rumah sakit, dan langsung dipasang alat bantu pernapasan. Para dokter mendapati

bahwa saluran pernapasannya tersumbat dan menderita pneumonia — sebuah gejala yang biasa terjadi pada penderita ALS tahap akhir. Selama beberapa saat terlihat seakan-akan dia tidak akan mampu bertahan sampai pagi. Beberapa orang langsung menghubungi nomor-nomor telepon yang ditinggalkan Jane, dan akhirnya Jane ditemukan berada di Bonn, yang jaraknya hampir empat ratus mil.

Saat Jane tiba di siang hari, Hawking sudah melewati masa kritis, meskipun masih dirawat secara intensif. Jane dihadapkan pada sebuah keputusan yang sangat sulit. Hawking memerlukan respirator untuk bernapas dan tidak mungkin dia bisa selamat kecuali jika dia menjalani tracheotomy — operasi bedah dengan membuka batang tenggorokan dan memasukkan alat yang memungkinkannya untuk bernapas. Operasi itu mampu menyelamatkannya namun juga berarti membuatnya tidak bisa bicara sama sekali. Apakah Jane bersedia "membungkam" salah seorang ilmuwan terbaik di zamannya? Jane memutuskan bahwa nyawa suaminya lebih penting dari apa yang mungkin akan dikatakannya, sekalipun hal itu sangat "mengguncang-semesta". Hawking dioperasi dan kehilangan kemampuan berbicara.

Saat kembali ke Cambridge, keluarga Hawking harus berbenah. Hawking memerlukan perawatan

penuh dengan biaya paling mahal, biaya yang tidak sanggup mereka bayar. (Dinas Pelayanan Kesehatan Nasional menyarankan agar Hawking dibawa ke rumah sakit khusus tempat para penderita penyakit yang tidak dapat disembuhkan.) Dan satu-satunya cara Hawking dalam berkomunikasi adalah melalui kedipan mata, dengan menunjuk huruf-huruf yang diletakkan di sebuah papan di depannya.

Jane menulis surat ke berbagai organisasi di seluruh dunia untuk meminta bantuan dana. Untungnya ada sebuah organisasi di Amerika yang bersedia membantunya. Berita tentang penderitaan Hawking tersebar ke seluruh komunitas ilmiah. Dan seorang pakar komputer dari California, Walt Woltoz mengirimkan sebuah program komputer yang baru saja ditulisnya. Program tersebut, yang bernama *Equalizer*, memungkinkan Hawking memilih salah satu kata dari sekitar tiga ribu kata dari menu di layar komputer. Program beserta perangkat komputernya disesuaikan dengan kursi roda Hawking oleh David Mason, yang istrinya juga menjadi salah satu perawat Hawking. Bagian sensor dari mesin kursi roda tersebut bisa digerakkan dengan melalui saklar kecil, yang hanya memerlukan sedikit gerakan jari tangan, karena memang hanya itu yang bisa dilakukan. Saat sebuah kalimat telah disusun, selanjutnya disuarakan dengan program synthesizer.

Semua ini perlu praktik. Namun setelah beberapa waktu, salah satu pemikir terbaik di zamannya ini mampu "menuliskan" sampai sepuluh kata dalam satu menit. (Dengan kata lain, kalimat di atas memerlukan waktu "penulisan" sekitar dua menit, dengan menggunakan *shortcut*.) "Sedikit lambat," kata Hawking, "tapi aku lalu berpikir pelan-pelan, dan tampaknya cukup cocok."

Namun pernyataan di atas tidaklah sepenuhnya benar. Kenyataannya, dia tidak suka dengan synthesizer itu. Dalam salah satu pernyataan penulis biografinya, Michael White dan John Gribben: "Sebenarnya tidak terlalu mirip suara robot." Dan menurut Jane: "Ada hari-hari di mana aku merasa menderita karena aku tidak tahu bagaimana menghadapinya."

\* \* \*

Sementara itu Hawking terus melanjutkan pencariannya atas "penjelasan terakhir". Dan untuk memperoleh penjelasan tersebut perlu dilakukan penggabungan atas empat gaya yang sejauh ini ditemukan di semesta.

Yaitu:

1. Gravitasi. Gaya ini mengendalikan struktur semesta, termasuk galaksi, bintang, dan planet-planet. (Gaya gravitasi ini pernah diajukan sebagai

salah satu judul karya Newton abad ke-17 — sebagai pengganti mesin jam, seperti yang diusulkan oleh sejumlah ilmuwan-filsuf Perancis dan Jerman dari generasi sebelumnya.)

2. Gaya elektromagnetik. Ini adalah "lem" yang mengikat semua atom. Sekaligus juga bertanggung jawab atas semua reaksi kimia.
3. Gaya nuklir kuat. Gaya ini mengikat neutron dan proton dalam inti atom, serta menjelaskan reaksi-reaksi seperti fisi dan fusi nuklir.
4. Gaya nuklir lemah. Gaya ini bertanggung jawab atas kerusakan radioaktif pada nukleus, saat partikel-partikel alpha dan beta secara spontan dipancarkan.

Keempat gaya ini saling terpisah dan menjadi entitas yang berbeda saat semesta berusia kurang dari satu nanodetik (Satu nanodetik sama dengan seperti satu milyar( $10^{-9}$ )detik.)

Seperti yang telah kita lihat, gagasan-gagasan seputar teori tentang segala sesuatu memiliki sejarah yang cukup panjang (hampir sama tuanya dengan ilmu pengetahuan itu sendiri). Namun demikian, teori ini memiliki bentuknya seperti sekarang baru pada abad ke-20 — saat teori kuantum dan relativitas mengubah pandangan kita atas semesta. Pada tahap tersebut orang-

orang memperkirakan bahwa hanya ada dua gaya terpisah di semesta: gaya gravitasi dan elektromagnet.

Padatahun 1920-an, elektromagnetisme Maxwell digabungkan dengan teori gravitasi dan menjadi elektrodinamika kuantum. Teori ini sebelumnya disebut QED (kepanjangan dari *quod erat demonstrandum* yang artinya "apa yang akan ditunjukkan", seperti yang terlihat pada bagian akhir bukti geometri). QED dimaksudkan untuk memberi penjelasan tentang segala sesuatu. Sedemikian besar harapan akan teori tersebut sehingga seorang profesor fisika di Gottingen yang sekaligus pakar teori Jerman, Max Born tahun 1928, mengatakan, "Fisika, seperti yang kita ketahui, akan berakhir dalam waktu enam bulan."

Tapi Born tidak perlu khawatir, dia tidak akan kehilangan pekerjaan. Saat QED memperoleh dasar-dasar teoretis yang memadai (sehingga benar-benar menjadi "apa yang akan ditunjukkan"), dua gaya baru ditemukan. Gaya nuklir kuat dan gaya nuklir lemah diketahui terdapat dalam tingkat nuklir.

Para ilmuwan dengan cepat memperhatikan adanya kemiripan antara gaya nuklir lemah dengan gaya elektromagnet. Menjelang tahun 1960-an, sebuah teori matematika muncul yang menjelaskan kedua gaya ini dalam satu rangkaian persamaan. Dan selanjutnya dikenal dengan nama teori elektro-lemah. Teori ini

memprediksikan keberadaan tiga partikel subnuklir yang belum diketahui ( $W^+$ ,  $W^-$ , dan  $Z^0$ ). Pada tahun 1983, ketiganya ditemukan dalam akselerator partikel di CERN, Jerman. Dua dari keempat gaya yang diketahui telah digabungkan, dan sekarang menjadi tiga.

QED saat itu menjadi pusat perhatian. Para pakar fisika berusaha mengembangkan sebuah teori serupa yang mampu memasukkan gaya nuklir kuat — yang mengikat neutron dan proton dalam inti atom.

Namun sayangnya, partikel-partikel nuklir dasar ini, proton dan neutron, sekarang berhasil dipecah lebih jauh. Di Caltech, Gell-Mann menemukan bahwa partikel-partikel dasar ini terdiri dari partikel-partikel yang lebih dasar lagi. Dan dia menamakannya sebagai "quark", yang diambil dari "Three quarks for Muster MarkI" (Frase tersebut terdapat dalam *Finnegans Wake* karya James Joyce — sebuah karya modernis besar yang sering dibaca Gell-Mann di waktu senggang, yang dalam hal ini bahkan lebih sulit dipahami dibandingkan semesta.)

Sekali lagi, pasir yang dianggap sudah berada di genggaman pada ahli teori mulai berjatuh. Quark memerlukan sebuah teori baru untuk menjelaskan bagaimana mereka berinteraksi, dan telah dibuat (yang disebut QCD). Para ahli teori dengan cepat menggabungkan QCD dengan teori elektro-lemah sebelum ada hal lain

yang bisa ditemukan. Serangkaian persamaan dibuat, dan dinamakan *Grand Unified Theory* (GUT). Namun GUT ini pada kenyataannya tidak benar-benar memadukan segala sesuatu dengan sangat baik, seperti namanya. Karena para ahli teori tersebut tampaknya melupakan sama sekali tentang gravitasi.

Hawking mengawali sebuah tugas berat dalam berusaha memperbaiki hal ini, dengan membuat serangkaian persamaan yang menghubungkan gravitasi dengan gaya-gaya dasar lainnya. Seperti yang dikatakannya: "Jika kita bisa menemukan jawabannya, maka itu berarti kemenangan terbesar nalar manusia — karena saat itu kita akan tahu pikiran Tuhan." (Pengetahuan tentang masalah seperti ini, dan bagaimana cara kerjanya, juga memiliki sejarah panjang. Pythagoras, di abad ke-5 S.M., adalah orang pertama yang menyatakan bahwa pikiran Tuhan *pastilah* sejalan dengan matematika.)

Perburuan terus dilanjutkan. Tapi bagaimana mengawalinya. Supergravitasi  $N = 8$  dikesampingkan karena terlalu sulit dipergunakan, sebab mengasumsikan adanya 154 jenis partikel elementer (dan hampir tiga lusin di antaranya masih perlu dicari). Diketahui bahwa bahkan perhitungan paling sederhana, dengan menggunakan komputer canggih, sedikitnya memerlukan waktu selama empat tahun.

Teori superstring maju ke depan sebagai tersangka utama. Namun sekali lagi para ilmuwan pusing karena banyaknya kompleksitas. Termasuk di antara penggunaan atas tidak kurang dari dua puluh satu dimensi. (Sebagai gambarnya, masing-masing ruang perlu dilihat sebagai suatu simpul ruang dua puluh satu dimensi yang melengkung dan sedemikian rapat sehingga hanya bisa terlihat di bawah  $10^{-13}$  [sepersepuluh triliun] sentimeter.) Selanjutnya teori *wormhole* muncul. Menurut teori ini, lubang hitam menghilang di semesta, dan muncul kembali sebagai lubang putih yang memuntahkan semua yang telah ditelannya. (Untungnya, teori ini berada jauh dari pembicaraan ilmiah saat ini. Lubang putih memang tampaknya terlalu jauh. Tapi teori *wormhole* terus menjadi bahan pemikiran yang cukup menantang.)

Sekalipun telah berusaha melakukan berbagai penyederhanaan, banyak yang menyerah mempertahankan teori superstring sebagai calon teori segala sesuatu. Dan memang, sejumlah ilmuwan mulai bertanya-tanya apakah usaha mereka selama ini sia-sia belaka — meskipun mereka belum menyatakan menyerah total seperti yang dilakukan oleh para filsuf?

Tabah atau bandel? Menurut para ilmuwan, GUT pasti akan ditemukan suatu hari nanti. Hanya tinggal satu hambatan. Yang dibutuhkan hanya sebuah ke-

ajaiban, meskipun mungkin hasilnya sedemikian rumit sehingga tidak bisa dipahami. (Yang dalam hal ini berarti kita kembali lagi ke awal.)

Tapi keajaiban memang terjadi. Tahun 1987 Hawking akhirnya menyelesaikan buku kosmologinya, dan diterima penerbit Bantam. Judul lengkap buku tersebut adalah *A Brief History of Time: From the Big Bang to Black Holes*, dan diterbitkan pada hari April mob tahun 1988. Bantam mungkin tidak berspesialisasi menerbitkan buku-buku ilmiah, namun saat itu minat terhadap bidang kosmologi semakin tinggi. Mereka "secara yakin berharap" bahwa buku Hawking mampu terjual beberapa puluh ribu kopi.

Sisanya tinggal sejarah. Mulai saat peluncuran pertamanya, buku *A Brief History of Time* adalah keberhasilan gemilang. Dalam waktu sepuluh tahun, buku tersebut diterjemahkan ke dalam tiga puluh bahasa dan terjual sebanyak enam juta kopi di seluruh dunia. Mengapa, tidak ada seorang pun yang tahu. Segala macam teori diajukan. Semua orang merasa mereka berhak tahu sedikit tentang ilmu pengetahuan, dan ini adalah kesempatan mereka untuk membeli (meskipun mungkin tidak dibaca) sebuah buku populer tentang topik yang ditulis oleh pemikir terbaik dalam bidangnya. Buku ini memang mampu menambahkan kesan intelektual pada pemiliknya saat diletakkan di

meja belajar. Bisa sebagai hadiah yang sangat menarik untuk ulang tahun/Natal/ucapan terima kasih pada kakek/nenek/cucu/keponakan/paman/dan juga orang-orang yang mungkin hanya tertarik pada komputer atau mendengarkan musik yang memekakkan telinga. Buku tersebut memang ramah-pemakai; dan ideal dipakai sebagai hadiah. Saat ini manusia tengah memimpikan Einstein baru. Kaum wanita memberikannya pada kaum pria. Kaum wanita membacanya (sekalipun yang pria tidak) ... Banyak teori yang muncul, dan para peneliti pasar saling berlomba menyelidikinya. (Mereka ingin mencari tahu bagaimana membuat buku seperti itu.)

Ada satu yang tampaknya disetujui semua orang: Mereka membeli buku itu, namun tidak benar-benar membacanya. Mereka terlalu sibuk, terlalu lelah, memiliki tugas-tugas yang lebih penting dilaksanakan, dan sebagainya. Namun itu semua tidak benar. Dari jutaan kopi yang terjual, setidaknya ada beberapa yang dibaca urut mulai dari halaman depan sampai belakang. Pengaruhnya, khususnya pada kaum muda yang membacanya sampai halaman 182, sangat menakjubkan. Tidak berlebihan bila dikatakan bahwa buku ini telah menciptakan generasi ilmuwan baru. Dan bukan tidak mungkin para pemenang hadiah Nobel di masa depan akan mengatakan: "Lalu suatu hari saya membacayl *Brief History of Time*, dan saya langsung tahu apa yang



ingin saya lakukan." Inilah bagaimana sebuah buku mampu mengubah dunia.

Lalu bagaimana dengan buku itu sendiri? Sebagai awalnya, buku tersebut sangat mudah dibaca. Dan sangat informatif. Konsep-konsepnya tentu saja sulit, dan sulit disederhanakan tanpa membuatnya menjadi simplistik. Hawking berhasil mengatasi hal ini. Dari contoh-contoh judulnya sudah terlihat jelas apa maksudnya: Semesta yang Meluas, Lubang Hitam, Asal-Usul dan Masa Depan Semesta, Perpaduan Fisika.

Buku tersebut ditutup dengan membahas sejumlah persoalan filsafat "yang dianggap tidak mampu menyaingi kemajuan teori-teori ilmiah." Kejeniusan Hawking mampu menghilangkan beberapa "lubang hitam" filsafat. Inilah bagaimana seorang ilmuwan modern yang terdepan dalam bidangnya *berpikir*. Beberapa asumsi filsafat yang dibuat oleh para ilmuwan modern mungkin diragukan atau salah — tapi tetap *dipergunakan*, dan *produktif*. Asumsi-asumsi ini berhasil menciptakan pemikiran terbaik di dunia. Jadi, apakah filsafat penting bagi semua ilmu pengetahuan? Hawking tampaknya berpikir demikian — pada akhirnya.

Dalam bagian kesimpulan *A Brief History of Time*, Hawking membahas masalah-masalah seperti sifat Tuhan dan teori-teori terpadu (teori segala sesuatu). Masalah tentang apakah kedua entitas problematis ini

ada tidak dipelajari, atau bahkan mungkin dianggap tidak relevan. (Hawking sendiri menganggap tidak relevan.) Namun demikian, dia mengajukan sebuah gagasan filsafat yang fundamental: "Pendekatan ke-ilmuan umum dalam membentuk sebuah model matematika tidak bisa menjawab pertanyaan tentang mengapa harus ada sebuah model semesta untuk digambarkan." (Wittgenstein, filsuf yang diejek Hawking, juga mengajukan pernyataan serupa sekitar tujuh puluh tahun lalu: "Yang aneh bukanlah *bagaimana* segala sesuatunya di dunia, tapi *bahwa* ia ada.")

Hawking bertanya: "Apakah teori terpadu semacam ini sedemikian menarik sehingga mampu menciptakan eksistensinya sendiri?" Sekali lagi, ini juga bukan gagasan baru. Para filsuf abad pertengahan menyatakan bahwa gagasan tentang kesempurnaan haruslah mencakup gagasan tentang eksistensi, dengan mengklaim hal ini sebagai bukti dari keberadaan Tuhan. Dalam semesta Hawking (atau semesta-semesta: bentuk jamak yang kelihatannya tidak mungkin tapi perlu) tidak ada banyak ruang bagi Tuhan. Meskipun Dia mempunyai pilihan dalam menciptakan semesta, sekalipun pilihan-pilihan tersebut akhirnya menjadi "tidak ada pilihan" — karena semesta *harus* diciptakan, dan harus diciptakan dalam cara seperti yang telah tercipta. Mengapa? "Mungkin hanya ada satu, atau beberapa teori terpadu yang lengkap, seperti teori string heterotik, yang konsisten

dan memungkinkan adanya eksistensi struktur-struktur yang rumit seperti manusia yang mampu mempelajari hukum-hukum semesta dan bertanya tentang sifat Tuhan." Teori terpadu seperti ini seperti layaknya seekor ular yang menelan ekornya sendiri.

\* \* \*

Setelah bukunya terbit, Hawking dengan cepat menjadi selebritis. Pria kecil di atas kursi roda itu ditunjuk sebagai salah satu tokoh terkemuka Cambridge. Tentu saja saat dia berada di sana. Karena Hawking sekarang menjadi orang yang paling "dicari" di seluruh dunia. Perjalanan ke luar negeri, dan penghargaan, tidak jarang diperoleh. Sementara itu Jane menjadi pengajar, yang berarti dia harus tetap berada di Cambridge sepanjang tahun akademik, dan Hawking selalu ditemani perawatnya, Elaine Mason. Posisi Jane berubah. Sebuah film TV dibuat tentang Hawking dengan judul *Master of the Universe*. Jane menganggap perannya hanyalah "untuk mengatakan pada Hawking bahwa dia bukan Tuhan."

Akibatnya mungkin memang tidak bisa dihindarkan. Pada tahun 1990, Jane dan Hawking bercerai. Hawking pindah ke sebuah flat bersama perawatnya, Elaine, yang masih menjadi istri David Mason, sang teknisi komputer.

Kesedihan juga tidak bisa dihindari. Tidak ada seorang pun (artinya: semua orang) patut dipersalahkan. Semuanya sangat ilmiah: Semakin kompleks sebuah situasi, maka semakin sulit pula dihadapi. Dan tidak ada teori terpadu untuk emosi manusia. (Mungkin teori tentang segala sesuatu akan berakhir sebagai teori tentang segala sesuatu kecuali yang penting-penting.)

Dari superstring sampai kertas timah. Pada tahun 1990 Hawking berakhir di Hollywood, di mana dia bertemu Stephen Spielberg. Keduanya saling mengagumi karya mereka satu sama lain. Spielberg berjanji mensponsori sebuah film tentang *A Brief History of Time*. Hawking mengusulkan judulnya adalah *Back to the Future 4*. Mereka berjanji untuk tetap saling berkomunikasi.

Proses pembuatan film diawali di Elstree Studios, dekat London, lengkap dengan penggambaran kantor Hawking di DAMTP. Saat kembali ke Cambridge sambil istirahat bersama para aktor lainnya, Hawking mulai bertanya-tanya tentang kesempatannya memperoleh Oscar — sebagai "pemeran pendukung terbaik semesta". Namun sayangnya, pihak Universal Studios hanya memberikan penghargaan Nobel (semacam Oscar bagi orang-orang yang tidak berhasil memperoleh Oscar yang sesungguhnya). Hawking jelas sangat tertarik untuk memperoleh hadiah Nobel (Nobel yang

sesungguhnya), dan indeks untuk kata Nobel memiliki jumlah paling banyak dalam <sup>1</sup>*Brief History of Time*. Namun kesempatannya untuk menang memang sangat kecil.

Mengapa? Seperti halnya semua bidang ilmu pengetahuan lain, banyak sekali teori yang diajukan. Ada yang berkata bahwa Alfred Nobel, raja dinamit Swedia yang mendirikan lembaga yang memberikan penghargaan ini, ditinggal pergi oleh istrinya yang juga seorang kosmologis. Semenjak saat itu dia menyatakan bahwa penghargaan ini terbuka bagi semua ilmuwan segala bidang kecuali kosmologi. Akan tetapi, penghargaan Nobel untuk bidang fisika beberapa kali diberikan pada pakar kosmologi. Namun demikian, sumber lain yang lebih resmi menyatakan bahwa penghargaan ilmiah harus diberikan pada bidang ilmu pengetahuan. Di masa lalu, sekitar pergantian abad ke-20 saat Nobel mendirikan lembaga ini, ilmu pengetahuan hanya terbatas pada sesuatu yang bisa *dibuktikan*. Dan ini berarti pengamatan atau eksperimen — argumen-argumen teoretis dianggap tidak cukup. Dan karya Hawking tidak bisa dibuktikan ("Saya ada di sana, saya melihat awal mula semesta"). Bahkan ilmu pengetahuan masih belum mampu membuktikan keberadaan lubang hitam.

Bukan tidak ada gunanya Hawking bekerja di DAMTP (Department of Applied Mathematics and

Theoretical Physics). Jika teorinya dibuktikan, maka teori tersebut menjadi praktis dan dia bisa kehilangan pekerjaan. Di kantor inilah Hawking memperoleh pemikiran-pemikiran besarnya (yang pada bagian pintunya tertulis HARAP TENANG, BOS SEDANG TIDUR). Mungkin inilah bagaimana kita bisa menggambarkan dirinya. Seorang pria bertubuh kecil yang tidak berdaya di atas kursi roda bermesin, dengan layar komputer, cerniin, berbagai macam kabel, saklar-saklar kecil; Hawking diam-diam mengerjakan berbagai perhitungan rumit tentang sebuah teori besar. Di atas meja di hadapannya, terdapat layar komputer lainnya, dan setumpukkertas. Agak jauh ke depan sebuah poster besar Marilyn Monroe menatap ke arahnya. Tanpa mempedulikan keadaan sekelilingnya, Hawking melayangkan pikirannya ke batas-batas semesta. Kadang seorang asisten atau perawat masuk diam-diam, dan keluar lagi tanpa sepengetahuannya.

Tepat jam empat sore, saatnya melaksanakan ritus. Minum teh. Hawking didorong melewati jalan kecil menuju ruang bersama, di mana lukisan para profesor Lucasian berjajar di dinding. Pembicaraan hangat terjadi antara para peneliti muda yang berkumpul di sana. Penampilan mereka seperti sebuah "kelompok musik rock" yang salah tempat, dan bahasa mereka juga hampir tidak bisa dipahami manusia normal. Tokoh utama dalam kelompok ini duduk di atas kursi rodanya sambil

mengenakan cukin atau kain alas dada. Seorang perawat memegang cangkir tehnya, sedangkan tangan satunya lagi memegang dahi, dan menundukkannya agar dia bisa minum. Dia minum teh dengan agak kesulitan sementara para peneliti muda lainnya saling berdebat di sekitarnya. Kadang pembicaraan mereka terhenti, dan salah seorang dari mereka menulis sebuah rumus matematika di atas meja Formica ("Bila kami ingin menyimpan rumus tersebut, kami memfotokopi meja itu," kata Hawking pada salah seorang pengunjung.)

Kadang mereka berpaling pada pria kecil di atas kursi roda, dan dia memberikan jawaban yang selanjutnya terdengar dari synthesizer. Bila ada salah seorang yang memberikan komentar agak aneh, dia selalu menunjukkan senyum lebar yang khas. Dia berada dalam elemennya: menjadi pusat dari semesta matematikanya, dan sudah melegenda.

## PERISTIWA-PERISTIWA BESAR DALAM SEJARAH SEMESTA

Sekitar 15 milyar tahun yang lalu	<i>Big Bang</i>
$10^{-43}$ detik selanjutnya	Gaya gravitasi terpisah menjadi bagian tersendiri dari gabungan daya semesta
$10^{-36}$ detik	Semesta berukuran sebesar kacang polong
	Dengan suhu $10^{28}^{\circ}\text{C}$
$10^{-35}$ detik	Gaya elektromagnetik memisahkan diri menjadi entitas tersendiri
$10^{-12}$ detik	Proses pemuatan terjadi
	Semesta sebagian besar masih berupa radiasi

10 <sup>-10</sup> detik	Gaya nuklir lemah terpisah dari gaya elektromagnetik
1 detik	Suhu turun menjadi 10 <sup>10</sup> °C
5 detik	Terbentuknya nukleus pertama
1.000 tahun	Jumlah materi dalam semesta lebih banyak dari jumlah radiasi
1.000.000 tahun	Terbentuknya atom pertama
1 milyar tahun	Terbentuknya galaksi-galaksi pertama
5 milyar tahun	Terbentuknya galaksi Bima Sakti ( <i>Milky Way</i> )
10 milyar tahun	Terbentuknya sistem Tata Surya
14.999 milyar tahun	Munculnya spesies yang mirip manusia di bumi
15 milyar tahun	Lahirnya Stephen Hawking
20 milyar tahun?	Semesta mencapai tingkat pemuatan maksimum

35 milyar tahun?	Penyebaran singularitas (lubang hitam) yang semakin banyak
40 milyar tahun?	<i>Big Crunch</i>

## DAFTAR BACAAN LAIN

Hawking, Stephen. *A Brief History of Time* (Bantam, 1990) — Buku *best-seller* di dunia di mana sang pakar sendiri yang menjelaskan semesta pada dunia.

Hawking, Stephen (ed.) *A Brief History of Time: A Reader's Companion* (Bantam, 1992) — Cerita tentang Hawking dari pernyataan teman-teman keluarga, dan dirinya sendiri.

White, Michael, dan John Gribben, *Stephen Hawking: A Life in Science* (Plume, 1993) — Bisa dikatakan sebagai biografi berskala penuh.

Kraus, Gerard. *Has Hawking Erred? An Appraisal of "A Brief History of Time"* (Janus, 1994) — Pandangan yang menentang Hawking.

Hawking, Stephen, *Black Holes and Baby Universes and Other Essays* (Bantam, 1994) — Berita-berita terkini tentang waktu, semesta, dan yang semacam itu.



**STEPHEN HAWKING** tidak diragukan lagi adalah ilmuwan paling terkenal yang masih hidup saat ini, dan banyak di antara kita yang tahu bahwa *Black Holes* (Lubang Hitam) adalah bidang keahliannya. Tapi apakah kita benar-benar tahu apa yang disebut Lubang Hitam? *Hawking and Black Holes* tidak hanya menjelaskan teori-teori dari Hawking sang jenius, namun menjelaskan mengapa semuanya penting bagi semua orang yang benar-benar ingin memahami semesta di sekitar kita, dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan seperti:

- Bagaimana semesta berawal, dan apa saja kaitan antara awal tersebut dengan Lubang Hitam?
- Bagaimana sesungguhnya proses *Big Bang*?
- Mengapa Lubang Hitam tidak benar-benar hitam?
- Apakah Teori Terpadu tentang Segala Sesuatu bisa terwujud (titik akhir dari Ide-ide Besar)?

*Hawking and Black Holes* juga menggambarkan suatu kemauan yang hebat dari seseorang yang terus berusaha mencari kunci pemahaman atas kosmos, meskipun dia menderita penyakit yang melumpuhkannya. Sangat sederhana namun rinci, *Hawking and Black Holes* akan membantu anda dalam memahami sebagian misteri terbesar dalam cara-cara yang belum pernah anda pikirkan sebelumnya.

**PAUL STRATHERN** pernah mengajar filsafat dan matematika di Kingston University, dan merupakan penulis seri *Philosophers in 90 Minutes*. Seri *Big Idea* yang ditulisnya termasuk *Newton and Gravity*. Dia tinggal di London, Inggris.



ISBN 979-3016-37-X



9789793016375

Sebuah paparan yang akurat dan mendalam dari karya penuh visi serta tekad baja dari Stephen Hawking - menyajikan yang mudah dipahami dari buku monumentalnya yang best-seller, *A Brief History of Time*.