

## Perjalanan Menembus Waktu

Film-film dan novel-novel fiksi ilmiah yang mengangkat tema tentang perjalanan menembus waktu (menggunakan berbagai bentuk mesin waktu) semakin menjamur seiring dengan pesatnya perkembangan ilmu Fisika. Apakah film-film semacam *Star Trek*, *Time Machine*, *Back to the Future*, dan, yang baru saja dirilis, *Timeline* hanya melambangkan hebatnya imajinasi para pembuat film? Atau sebenarnya cerita novel dan film-film semacam ini sudah mulai beranjak dari kategori fiksi ilmiah menjadi suatu terobosan terbaru teknologi modern yang benar-benar ada di kehidupan nyata? Para fisikawan pun tidak mau ketinggalan menganalisa aspek ilmiah dari teknologi-teknologi yang ditampilkan dalam film-film yang berhasil mengeruk keuntungan besar itu. Dulu para fisikawan yang berani mengangkat topik *time travel* dianggap terlalu asyik berkhayal. Tetapi sekarang justru para fisikawan kebingungan mencari bukti-bukti yang bisa menunjukkan secara pasti bahwa perjalanan seru menembus waktu ini **tidak mungkin** bisa dilakukan! Konsep-konsep fisika yang ada justru **mendukung** teori *time travelling* ini! Siapa sangka bahwa sebenarnya kita pun sudah sering melakukan perjalanan menembus waktu dalam kehidupan sehari-hari kita! Dan tanpa menggunakan mesin waktu! Jalan menuju fenomena fantastis ini dibuka oleh fisikawan ternama, Albert Einstein, dengan teori relativitasnya.

Untuk bisa memahami konsep perjalanan menembus waktu, kita harus memahami dulu yang dimaksud dengan Waktu (*Time*). Dalam fisika, waktu merupakan salah satu besaran pokok yang melambangkan periode atau interval yang bisa diukur secara pasti (satuan internasionalnya adalah detik). Kita tahu bahwa 1 hari terdiri dari 24 jam, 1 jam 60 menit, dan 1 menit 60 detik. 1 detik didefinisikan sebagai jumlah osilasi atom Cesium-133 (9.192.631.770 osilasi) pada jam atom. Dengan konstanta-konstanta yang terlibat ini, kita tentunya langsung menyimpulkan bahwa waktu memiliki nilai absolut (eksak) dan bukan merupakan besaran yang nilainya relatif terhadap suatu acuan tertentu. Tetapi Einstein mengubah pandangan ini saat mengemukakan teori relativitasnya. Menurut Einstein, semakin besar kecepatan gerak suatu benda atau partikel, waktu

akan berjalan semakin lambat bagi benda atau partikel tersebut. Saat kecepatannya mendekati kecepatan cahaya, waktu berjalan sangat lambat. Bagaimana kalau ada benda atau partikel yang bisa bergerak dengan kecepatan melebihi kecepatan cahaya? Waktu akan berjalan begitu lambatnya sehingga benda yang bergerak dengan kecepatan setinggi itu bisa kembali ke posisi awal dengan sangat cepat. Saking cepatnya, benda itu sudah kembali berada di posisi awalnya sebelum benda itu mulai bergerak! Ini berarti benda itu sudah melakukan perjalanan menembus waktu ke masa lalunya sendiri!

Teori relativitas Einstein dapat dibuktikan dengan perjalanan ke ruang angkasa. Para astronot meninggalkan bumi menggunakan pesawat ulang-alik yang meluncur dengan kecepatan sangat tinggi. Jika mereka melakukan perjalanan selama 1 tahun di ruang angkasa dan kemudian kembali ke bumi, mereka bisa menemukan bahwa bumi mencatat waktu perjalanan mereka mencapai 10 tahun! Ini berarti dua orang atau benda yang bergerak dengan kecepatan berbeda akan mengalami durasi waktu yang berbeda pula. Ini juga berarti bahwa para astronot itu sudah berada di masa depan mereka karena orang-orang yang ditinggalkannya kini menjadi 10 tahun lebih tua dari saat mereka pergi meninggalkan bumi (padahal mereka hanya pergi selama 1 tahun)! Dalam kehidupan sehari-hari kita juga sering mengalami hal ini saat kita bepergian menggunakan pesawat terbang. Kecepatan gerak pesawat memungkinkan kita untuk 'lompat' ke masa depan kita, walaupun lompatannya tidak jauh (hanya beberapa nanodetik) sehingga kita biasanya tidak menyadarinya. Jam atom yang sangat akurat dapat membuktikan bahwa kita sudah lompat beberapa nanodetik ( $1 \text{ nanodetik} = 10^{-9} \text{ detik}$ ) ke masa depan! Efek yang kita rasakan adalah fenomena yang kita sebut *Jet Lag*.

Nah, kalau kecepatan bisa membuat kita lompat ke masa depan, bagaimana caranya kita bisa lompat ke masa lalu? Bukankah dibutuhkan kecepatan yang melebihi kecepatan cahaya supaya kita bisa kembali ke masa lalu kita? Padahal kita tahu tidak ada (belum ada) satu pun benda atau partikel yang bisa bergerak melebihi kecepatan cahaya. Einstein kembali tampil dengan teori relativitasnya untuk menjawab ini! Si jenius ini menyatakan bahwa gaya tarik gravitasi dapat memperlambat waktu! Menurut Einstein, jam dinding yang

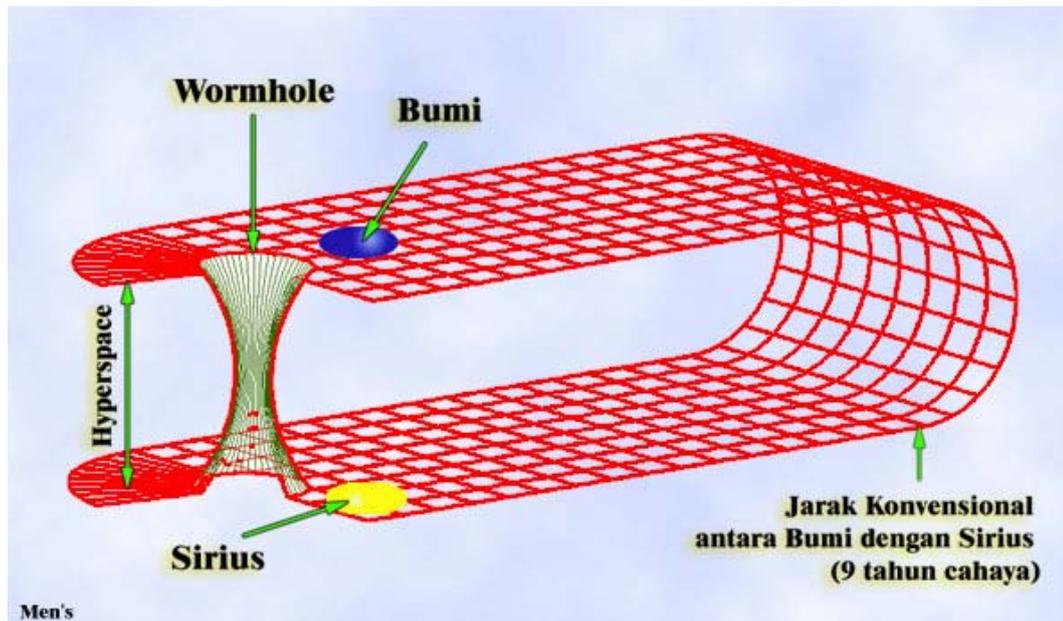
dipasang di ruang bawah tanah (lebih dekat ke pusat bumi sehingga mengalami gaya tarik gravitasi yang lebih besar) berjalan lebih lambat dibanding jam dinding yang dipasang di tingkat tertinggi suatu gedung. Tentu saja perbedaannya sangat kecil dan hanya bisa dideteksi oleh jam atom. Tetapi ini berarti bahwa waktu berjalan lebih cepat di ruang angkasa (karena sangat jauh dari pusat bumi sehingga gravitasinya sangat kecil, bahkan mendekati nol). Misalnya kita pergi ke ruang angkasa menjauhi pusat bumi, dan kemudian kembali lagi ke bumi (misalnya selama 1 tahun). Jika kita punya saudara kembar yang menunggu kita di bumi, kita bisa melihat sendiri bahwa saat kita mendarat, kembaran kita (yang lahirnya bersamaan dengan kita) sudah 9 tahun lebih tua dari kita! Inilah yang dikenal sebagai *The Twin Paradox*. Jadi, yang mempengaruhi waktu bukan hanya kecepatan, tetapi juga gravitasi. Ini berarti kita bisa kembali ke masa lalu kita dengan memanfaatkan medan gravitasi yang sangat kuat.

*Black hole* atau lubang hitam merupakan medan yang memiliki gravitasi paling kuat. Saking kuatnya, lubang hitam ini bisa menyedot apa saja ke dalamnya! Tidak ada yang bisa menghindari tarikan gravitasinya, termasuk cahaya. Cahaya atau partikel lain yang tersedot lubang hitam akan langsung dilahap habis (dari sinilah asal istilah Lubang HITAM). Semua yang tadinya ada menjadi tidak ada. Banyak ilmuwan yang memperkirakan lubang hitam bisa menjadi pintu untuk kembali ke masa lalu karena gravitasinya yang begitu kuat. Tetapi semua partikel akan hancur jika masuk ke lubang hitam! Bagaimana bisa kembali ke masa lalu jika kita sudah keburu hancur?

Para fisikawan akhirnya melirik 'adik' dari lubang hitam, yang kita kenal sebagai *Wormhole* (Lubang Cacing). *Wormhole* juga merupakan medan yang memiliki gravitasi yang sangat kuat, tetapi tidak seperti 'kakak'nya. Jika suatu benda atau partikel masuk ke salah satu ujung lubang cacing, partikel itu masih bisa keluar di ujung lainnya (ada 'pintu masuk' dan 'pintu keluar'nya). Jalur yang harus ditempuh dalam *wormhole* jauh lebih pendek dibanding jalur konvensional (merupakan jalan pintas). Ini analogi dengan terowongan di bawah bukit. Perjalanan melalui bukit tentunya lebih jauh dibanding jarak yang harus ditempuh jika kita melewati terowongan yang terletak di bawah bukit tersebut.

Pembentukan *wormhole* didukung oleh, lagi-lagi, teori relativitas Einstein. Menurut Einstein, massa dapat menyebabkan waktu ruang (*spacetime*) menjadi melengkung (*curved*). Bagaimana caranya?

Misalnya ada dua orang saling berhadapan dan memegang sehelai kain yang dibentangkan kuat-kuat. Lalu di atas kain tersebut kita letakkan buah semangka yang berat. Pasti buah semangka itu akan berguling ke tengah-tengah kain yang ujung-ujungnya dipegang kuat-kuat itu sehingga kain melengkung (membentuk cekungan) akibat massa buah semangka. Jika kita meletakkan satu buah anggur di pinggir kain itu, pasti buah itu akan langsung 'tersedot' oleh cekungan tadi. Cekungan ini dapat dianggap sebagai pintu masuk lubang cacing. Tetapi ini baru merupakan bidang dua dimensi. *Spacetime* ada dalam empat dimensi: 3 dimensi ruang (atas-bawah, kanan-kiri, depan-belakang) dan 1 dimensi waktu. Supaya menjadi empat dimensi, kain tadi kita lipat sehingga ada dua permukaan yang dipisahkan jarak tertentu, yang disebut *Hyperspace*. Kita letakkan lagi buah semangka di atas permukaan kain teratas sehingga membentuk cekungan seperti tadi. Permukaan yang kedua (tepat di tengahnya) juga diberi massa yang besarnya sama (dari arah berlawanan) sehingga membentuk cekungan yang kedua (dapat dianggap sebagai pintu keluar lubang cacing). Seluruh permukaan kain melambangkan *spacetime* yang merupakan ruang/jarak konvensional. Kedua cekungan pada *spacetime* akan bertemu dan membentuk lorong (Gambar 1) yang kemudian kita sebut sebagai Lubang Cacing. Misalnya Bumi terletak di pintu masuk *wormhole*, dan Sirius, bintang yang berjarak 9 tahun cahaya dari Bumi, terletak di pintu keluarnya. Untuk bepergian dari Bumi ke Sirius secara konvensional kita harus menempuh perjalanan sejauh 9 tahun cahaya. 1 tahun cahaya merupakan jarak yang ditempuh cahaya selama 1 tahun. Kecepatan cahaya adalah 300.000 km/detik. Ini berarti 9 tahun cahaya = 300.000 km/detik x 60 detik/menit x 60 menit/jam x 24 jam/hari x 365 hari/tahun x 9 tahun =  $8,51472 \times 10^{13}$  km. Padahal perjalanan terjauh yang pernah ditempuh manusia adalah 400.000 km (yaitu perjalanan ke bulan). *Wormhole* memungkinkan kita untuk 'memotong jalan' sehingga bisa sampai di Sirius hanya dalam waktu beberapa saat saja. Kita pun bisa menjelajahi jagad raya dalam waktu yang singkat!



**Gambar 1** *Wormhole* menjadi jalan pintas dari Bumi ke Sirius

Misalnya ada *wormhole* yang pintu masuknya tidak jauh dari atmosfer Bumi, tetapi pintu keluaranya berada di dekat bintang yang dipenuhi partikel neutron (*neutron star*) yang memiliki gravitasi sangat tinggi. Kita tahu bahwa pada ketinggian di atas atmosfer bumi gaya gravitasi bumi semakin kecil karena menjauhi pusat bumi. Ini berarti di pintu masuk *wormhole* waktu berjalan cepat, tetapi di pintu keluaranya waktu berjalan sangat lambat (karena adanya gravitasi bintang). Dengan demikian, jika kita memasuki *wormhole* tersebut kita bisa melakukan perjalanan dalam lorong waktu menuju masa lalu maupun masa depan!

Satu hal yang pasti: pembuatan *wormhole* memang tidak mudah, tetapi menurut Fisika hal ini tidak mustahil! (\*\*\*)