

NERAKA KOSMIK 50,000°C: Rahsia Kenapa Mesin Purba Voyager 1 Tidak Cair Melebur!

Tempat: Pusat Kawalan Misi NASA, California / Kuar Angkasa Voyager 1, Sempadan Heliopaus

Di dalam bilik kawalan yang dipenuhi skrin komputer gergasi, suasananya tegang. Sekumpulan saintis astrofizik sedang meneliti data dalam bentuk kod digital yang baru sahaja diterima dari ruang angkasa lepas. Isyarat radio yang sangat lemah itu mengambil masa lebih 22 jam untuk sampai ke bumi.

"Profesor! Sila lihat data terbaharu daripada Voyager 1 ini," jerit Dr. Sarah, seorang saintis muda dengan nada suara yang bergetar. "Ini... ini sesuatu yang mustahil!"

Profesor Khalid, saintis veteran yang mengetuai misi itu, bergegas merapati skrin. Beliau membetulkan cermin matanya. "Apa yang kamu jumpa, Sarah? Bukankah Voyager 1 sepatutnya berada di kawasan yang kosong, sunyi, dan membeku di hujung sistem suria?"

"Itulah yang kita sangka, Profesor!" Dr. Sarah menuding jari ke arah graf yang mencanak naik. "Data daripada

Subsistem Gelombang Plasma (PWS) menunjukkan Voyager 1 baru sahaja merempuh sebuah zon pusaran plasma yang menggelegak. Bacaan suhunya... mencecah **50,000°C!**"

Tembok Api vs Logam Purba

Mendengarkan angka itu, seorang jurutera mekanikal di dalam bilik tersebut melompat bangun. "Apa?! 50,000 darjah Celsius? Itu hampir sepuluh kali ganda lebih panas daripada permukaan matahari! Profesor, mesin kita itu dibina pada tahun 1970-an! Macam mana sebuah besi purba tidak cair melebur menjadi cecair logam di dalam neraka kosmik macam tu?!"

Profesor Khalid tersenyum tenang. Beliau berjalan ke arah papan putih dan melukis sebuah bulatan besar yang melingkari sistem suria.

"Bertenang semua. Di sinilah indahnya keajaiban fizik alam semesta," kata Profesor Khalid. "Zon bergelora yang dirempuh oleh Voyager 1 itu dipanggil **Heliopaus**, sempadan di mana angin suria dari matahari bertembung dengan tekanan angin dari galaksi luar. Tempat itu memang sebuah 'tembok api' kosmik."

"Tapi Profesor, kenapa Voyager 1 langsung tak terbakar?"

tanya Dr. Sarah, masih bingung.

"Sebab kita perlu membezakan antara dua perkara: **Suhu** dan **Haba**," jelas Profesor Khalid. "Suhu adalah ukuran kelajuan pergerakan zarah. Di kawasan Heliopaus, zarah-zarah plasma memang bergerak sangat pantas, sebab itulah bacaan suhunya ekstrem."

Profesor Khalid mengetuk pennya pada papan putih. "Tetapi, ruang angkasa di situ secara fizikalnya adalah hampir **vakum**. Kepadatan zarah sangat-sangat rendah. Bayangkan hanya ada sebutir dua habuk di dalam sebuah dewan kosong yang amat besar. Oleh kerana zarahnya terlalu sedikit, tiada pelanggaran yang cukup untuk memindahkan 'haba' panas itu ke badan Voyager 1!"

"Ah!" Dr. Sarah mula menangkap logik tersebut. "Maksudnya, walaupun suhunya 50,000°C, Voyager 1 sebenarnya langsung tidak berasa panas?"

"Tepat sekali! Malah secara fizikalnya, komputer Voyager 1 di luar sana sedang kesejukan dalam suhu angkasa yang membeku. Ia hanya bertahan hidup kerana dipanaskan oleh reaktor mini tenaga nuklear plutonium di dalam perutnya," tambah Profesor Khalid.

Menangkap Bunyi 'Loceng' Kosmik

"Kejap, Profesor," celah jurutera tadi semula. "Kalau Voyager 1 langsung tak berasa panas, macam mana alat PWS pada badan dia boleh tahu suhu di situ $50,000^{\circ}\text{C}$? Dia pakai termometer jenis apa?"

Profesor Khalid ketawa kecil. "Voyager tidak 'menyentuh' haba itu, tetapi dia 'mendengar' getarannya. Alat PWS itu berfungsi seperti sepasang telinga elektronik yang sangat peka."

Beliau menyambung, "Apabila matahari kita melepaskan letusan badai suria, gelombang kejutannya akan bergerak berbilion kilometer lalu melanggar gas di tembok plasma Heliopaus tersebut. Pelanggaran itu menyebabkan plasma di situ bergetar dan menghasilkan frekuensi, ibarat sebuah loceng gergasi yang sedang diketuk di hujung sistem suria! Antena PWS menangkap frekuensi getaran 'loceng' ini, menghantarnya ke bumi, dan daripada corak getaran itulah kita dapat mengira suhunya dengan jitu."

Dr. Sarah melihat kembali skrin komputernya dengan penuh kagum. "Lihat ini, Profesor. Sensor sinar kosmik juga menunjukkan data yang aneh. Sebaik sahaja Voyager melepasi tembok itu, zarah dari matahari menjunam jatuh, manakala radiasi kosmik dari galaksi luar mencanak naik!" "Itu adalah bukti mutlak," kata Profesor Khalid dengan nada suara yang berubah menjadi perlahan dan penuh

keinsafan. "Voyager 1 sudah rasmi keluar daripada **Heliosfera**—buih pelindung sistem suria kita."

Perisai Ghaib Sang Pencipta

Suasana di dalam bilik kawalan NASA bertukar menjadi sunyi sepi. Masing-masing terpegun melihat grafik perisai ghaib tersebut di skrin utama.

"Tuan-tuan dan puan-puan," kata Profesor Khalid sambil memandang anak-anak buahnya. "Penemuan sains hari ini sebenarnya menyingkap satu rahsia besar tentang betapa cantiknya sistem perlindungan yang telah diaturkan oleh Allah SWT, Tuhan Yang Maha Pencipta untuk kita di Bumi."

"Tembok plasma dan buih Heliosfera yang kita kaji ini... inilah perisai ghaib yang menghalang radiasi kosmik berbisa daripada galaksi luar untuk sampai ke Bumi. Jika perisai di hujung sistem suria ini tiada, radiasi tersebut akan memanggang dan membunuh semua kehidupan di planet kita dalam sekelip mata."

Dr. Sarah mengganggu perlahan, matanya berkaca. "Sains membuktikan alam semesta ini penuh dengan ancaman ngeri, tetapi kita di Bumi kekal selamat di bawah sistem keselamatan berlapis yang tidak nampak dek mata kasar manusia."

"Benar, Sarah," balas Profesor Khalid. "Hari ini, pada jarak lebih 24 bilion kilometer, mesin tua buatan tahun 1970-an itu masih terus setia merantau sendirian di dalam kedinginan ruang antarabintang. Setiap bait isyarat lemah yang dihantar pulang bukan sahaja mengajar kita tentang fizik angkasa, tetapi sentiasa mendidik kita tentang betapa kerdilnya akal manusia di bawah naungan kebesaran-Nya."

Di luar tingkap pusat kawalan, bintang-bintang di langit malam kelihatan bergelimpangan dengan indah, menyimpan sejuta lagi rahsia yang menanti untuk dirungkai.

1. Rumusan Buku (Sinopsis)

Buku ini mengisahkan tentang penemuan saintifik yang menakjubkan oleh kuar angkasa lepas milik NASA, iaitu Voyager 1, yang kini berada pada jarak rekod lebih 24 bilion kilometer dari Bumi. Di sebalik jangkaan awal bahawa hujung sistem suria adalah kawasan yang kosong dan membeku, data daripada Voyager 1 mendedahkan bahawa ia telah merempuh sebuah zon pusaran plasma menggelegak yang dikenali sebagai Heliopaus. Kawasan ini bertindak seperti 'tembok api' kosmik dengan suhu ekstrem mencecah antara 17,000°C hingga 50,000°C.

Buku ini merungkai persoalan fizik mengapa Voyager 1

(sebuah mesin purba buatan tahun 1970-an) tidak cair melebur di dalam suhu gila tersebut. Melalui penjelasan Profesor Khalid, hal ini berlaku kerana perbezaan antara 'suhu' dan 'haba'. Walaupun suhunya tinggi (zarah bergerak pantas), kawasan tersebut hampir berkeadaan vakum dengan kepadatan zarah yang teramat rendah, menyebabkan tiada proses pemindahan haba berlaku pada badan logam Voyager 1. Menggunakan alat Subsistem Gelombang Plasma (PWS) yang berfungsi seperti telinga elektronik, Voyager 1 berjaya mengira suhu tersebut dengan menangkap frekuensi getaran plasma sebelum rasmi keluar meninggalkan buih pelindung sistem suria (Heliosfera).

2. Nilai Pengajaran

- **Kepentingan Memahami Ilmu dengan Mendalam:** Kisah ini mengajar kita untuk membedah sesuatu konsep sains secara terperinci, seperti memahami perbezaan antara suhu dan haba agar tidak membuat kesimpulan yang salah.
- **Menghargai Kehebatan Inovasi Manusia:** Kesetiaan Voyager 1 yang dibina pada tahun 1970-an untuk terus berfungsi dan menghantar data dari jarak bilion kilometer membuktikan impak luar biasa ilmu kejuruteraan manusia.
- **Sifat Bersyukur atas Perlindungan Tuhan:** Penemuan

buih Heliosfera dan tembok plasma menyedarkan kita bahawa planet Bumi terselamat daripada radiasi kosmik yang mematikan disebabkan adanya sistem perisai ghaib yang diciptakan oleh Allah SWT (*Sunnatullah*).

- Sikap Rendah Diri (Tawaduk): Semakin jauh manusia meneroka alam semesta, semakin kita sedar betapa kerdilnya akal dan saiz manusia di dalam kosmos yang serba luas ini.

3. Ulasan Buku

Buku sains astrofizik ini sangat luar biasa kerana ia berjaya mengubah satu topik yang berat dan teknikal menjadi sebuah cerita fiksi sains berdialog yang sangat mengasyikkan. Dialog antara watak Profesor Khalid dan Dr. Sarah ditulis dengan begitu hidup, membuatkan pembaca merasai keterujaan para saintis di bilik kawalan NASA. Penulis juga sangat bijak menggunakan analogi mudah—seperti membandingkan getaran plasma dengan bunyi ketukan loceng gergasi—untuk menerangkan fungsi alat PWS. Buku ini bukan sahaja memberikan kepuasan intelek tentang ilmu fizik angkasa, malah menyentuh aspek rohani yang membuatkan pembaca lebih insaf dan kagum dengan rekaan alam semesta. Naskhah yang amat disyorkan untuk bacaan NILAM bagi pelajar aliran sains!