

Tinggal dalam Balon Raksasa

Ini benar-benar balon raksasa! Dan kita benar-benar dapat tinggal di dalamnya. Rumah yang berbentuk balon! Di mana lokasinya? Di bulan dan planet-planet lainnya! Balon-balon raksasa ini nantinya akan menjadi tempat tinggal para astronot, peneliti, bahkan turis yang hanya ingin merasakan pengalaman berpetualang di luar angkasa.

Teknologi *inflatable structure* ini memperkenalkan pesawat, antena, tempat tinggal, stasiun pengamat, dan berbagai struktur lainnya yang berbentuk semacam balon yang dapat di'tiup' (*inflate*) saat mencapai tujuannya. Keunggulan utama teknologi ini adalah sifat praktis dan ringannya material yang digunakan. Saat diluncurkan dari bumi, bentuknya bisa berupa kotak kecil mirip kontainer biasa yang relatif ringan dibandingkan pesawat ruang angkasa dan antena konvensional. Begitu sampai di orbitnya barulah 'kotak' itu mengembang menjadi besar seakan ditiup seperti balon. Dengan penggunaan bahan-bahan ringan ini biaya peluncuran dapat ditekan sangat rendah sehingga proyek-proyek penjelajahan ruang angkasa dapat dijalankan dengan lebih ekonomis. Begitu menjanjikannya teknologi ini sehingga para ilmuwan yakin bahwa teknologi inilah yang nantinya akan menjadi sarana pendukung turisme ke bulan dan berbagai planet lain di ruang angkasa. Selama ini biaya yang harus dikeluarkan untuk mengirimkan satu astronot atau bahkan pesawat-pesawat yang tidak berawak ke ruang angkasa begitu tinggi sehingga kemungkinan untuk berpetualang di ruang angkasa begitu tertutup bagi masyarakat awam. *Inflatable spacecraft* dan *inflatable habitat* mungkin merupakan jawaban bagi masalah ini.

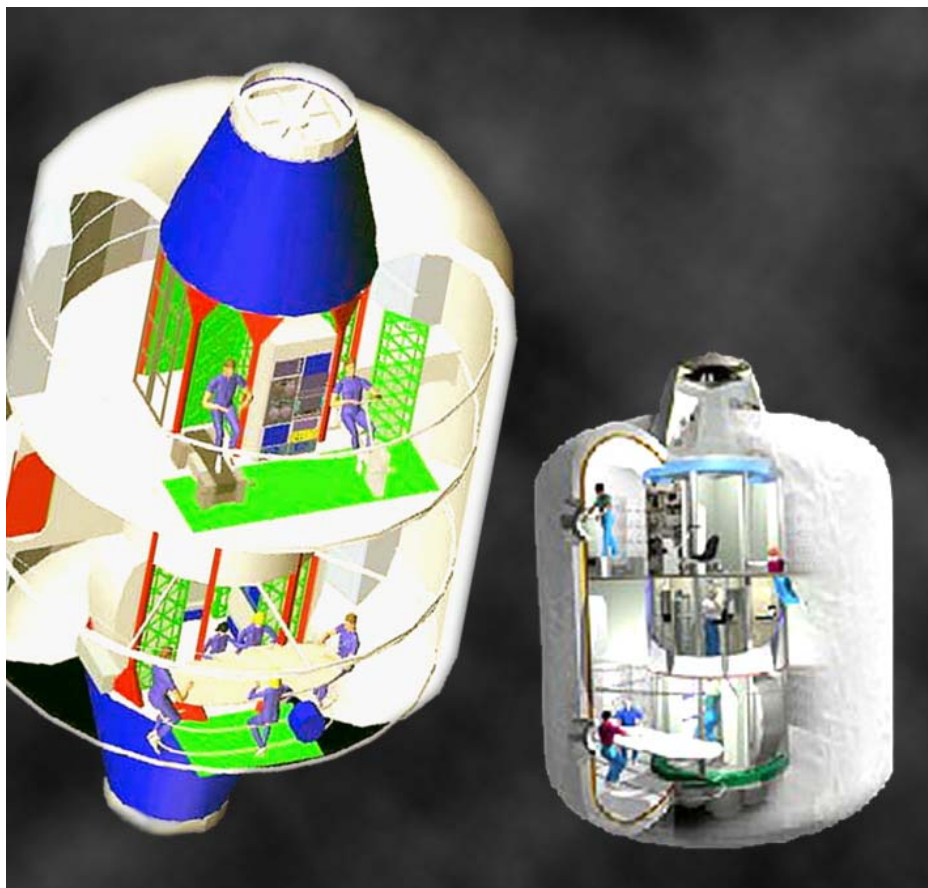
Konsep utama teknologi *inflatable structure* ini adalah penggunaan bahan-bahan yang super ringan tetapi kuat. Kenapa harus bahan-bahan yang ringan? Karena semakin berat pesawat semakin besar energi yang dibutuhkan untuk meluncurkannya ke luar angkasa. Ini berarti bahan bakar yang dibutuhkan semakin banyak pula. Bertambahnya jumlah bahan bakar semakin menambah pula berat beban yang harus dibawa oleh pesawat. Semuanya menyebabkan semakin mahalnya biaya yang harus dikeluarkan untuk proyek-proyek luar

angkasa ini. Dengan penggunaan bahan-bahan yang super ringan (tetapi tetap memiliki kualitas tinggi) biaya yang harus dikeluarkan dapat ditekan sehingga membuka kemungkinan diadakannya perjalanan ke luar angkasa bagi masyarakat umum.

Salah satu tipe *inflatable structure* yang sedang gencar dikembangkan adalah *inflatable space habitat* yang menyediakan ‘rumah’ bagi para astronot yang sedang bermarkas di stasiun luar angkasa. Unit ujicobanya diberi nama TransHab (Gambar 1). Ukurannya diameternya saat peluncuran hanya mencapai 4,3 meter, tetapi begitu mencapai orbit TransHab langsung digelembungkan (*inflate*) dengan cara menyemprotkan gas nitrogen (N_2) sehingga mencapai diameter maksimum 8,2 meter. Saat sudah mengembang seluruhnya, rumah balon tiga lantai ini memiliki volume 339,8 m³. Kulit atau cangkang yang membungkus rumah di ruang angkasa ini tersusun dari dua belas sampai tujuh belas lapisan bahan berbeda. Lapisan terluarnya merupakan bahan Kevlar yang mampu menahan gaya sebesar 12.500 lb_f. Ini berarti lapisan terluar itu mampu melindungi rumah balon ini dari terjangan partikel-partikel dan batu-batu (sampai diameter 1,8 cm) yang berkeliaran di luar angkasa (*space debris*) yang bergerak pada kecepatan 7 km per detiknya. Ini melebihi kekuatan struktur aluminium yang semula direncanakan sebagai bahan utama ‘perumahan’ di luar angkasa ini. Aluminium hanya bisa bertahan saat diterjang partikel berdiameter maksimal 1,3 cm. Semua lapisan kulit ini dirancang untuk semakin memperkuat ketahanan kulit *multi-layer* ini. Lapisan-lapisan lainnya termasuk bahan-bahan keramik, busa polyuretan, dan lapisan polimer. Lapisan keramik Nextel telah lolos uji coba kekuatan saat berhasil menghancurkan sebuah partikel berdiameter 1 cm yang menabraknya pada kecepatan orbital. Lapisan-lapisan kulit yang sangat tebal ini (total ketebalan kulit ini mencapai 0,3 meter) menjadi perisai yang melindungi penghuninya dari dampak negatif perubahan temperatur di ruang angkasa yang berfluktuasi pada temperatur -200°F sampai 250°F (sekitar -129°C sampai 121°C).

Rumah balon ini sama lengkapnya dengan rumah biasa di bumi. Ruang makan dan ruang penyimpanan baju terletak di lantai paling bawah. Lantai kedua berisi ruang mekanik dan kamar-kamar para astronot (sekitar enam kamar).

Masing-masing kamar ini dilengkapi dengan tempat tidur, lemari, dan seperangkat komputer yang bisa digunakan untuk bekerja maupun untuk bermain di waktu santai. Lantai paling atas merupakan pusat kesehatan, ruang olahraga (dilengkapi beberapa alat fitness), dan beberapa kamar mandi. Saat ujicoba, TransHab berhasil ditiupkan secara total dalam waktu 10 menit saja. Teknik penggelembungan inilah yang saat ini terus disempurnakan supaya tidak terjadi peristiwa tersangkutnya bahan-bahan kulit pada struktur tulang-tulangnya. Bahan-bahan yang digunakan sebagai lapisan-lapisan kulit atau cangkang pelindungnya pun terus dikembangkan supaya meningkat kekuatannya sehingga aman dari ancaman asteroid dan meteorit kecil yang mungkin menabraknya.



Tipe lain *inflatable structures* adalah antena-antena dan teleskop raksasa. HST atau *Hubble Space Telescope* yang mulai mengorbit di angkasa sejak bulan April 1990 merupakan teleskop utama yang selama ini menjadi sumber informasi mengenai ruang angkasa. Berbagai gambar yang terekam teleskop raksasa ini

sudah membantu meningkatkan pemahaman mengenai tata surya kita. Tetapi biaya yang harus dikeluarkan untuk meluncurkan teleskop yang sejenis HST sangat besar karena ukuran dan beratnya yang luar biasa. Padahal dunia astronomi sangat membutuhkan teleskop lain yang dapat mengintip lebih jauh lagi ke luar tata surya kita. Itu berarti teleskop yang harus diluncurkan jauh lebih besar dari HST. *Inflatable Telescope* merupakan alternatif yang sangat menarik karena seluruh struktur teleskop raksasa itu terbuat dari bahan-bahan ringan yang sangat kuat dan kokoh. Teleskop yang berukuran dua kali lebih besar dari HST ini beratnya hanya mencapai seperenam belas kali berat HST. Faktor ini dapat menurunkan biaya peluncuran dan pemeliharaan teleskop selama mengorbit di angkasa. Teleskop yang diberi nama *ARISE (Advanced Radio Interferometry between Space and Earth)* ini bahkan memiliki resolusi 3.000 kali lebih baik dari Hubble karena menggunakan lebih dari satu antena. Dengan *ARISE* kita mungkin bisa mendapatkan gambar-gambar lubang hitam, planet-planet di luar tata surya kita, bahkan bintang selain matahari kita.

Pada tahun 2000 para peneliti bahkan telah berhasil mengembangkan teknologi baru yang memungkinkan pembuatan bahan-bahan komposit yang lebih kuat untuk digunakan sebagai *inflatable structures*. Bahan komposit ini mencegah terjadinya konsentrasi gaya pada titik tertentu sehingga sewaktu permukaannya mendapatkan gaya, gaya tersebut justru disebarkan secara merata ke seluruh luas permukaan (tidak terfokus di satu tempat saja). Mekanisme yang disebut *redundant load path* ini sudah dipatenkan atas nama Georgia Tech Research Corp. Dengan demikian, bahan komposit ini tidak mudah rusak atau robek atau retak atau pecah. Bahan komposit ini nantinya tidak hanya digunakan pada *inflatable structures* saja, tetapi bisa pula dimanfaatkan sebagai bahan tali yang digunakan untuk menahan berat saat mendaki gunung bagi para pencinta alam serta untuk bahan sabuk pengaman pada helikopter. Tentunya aplikasi yang paling menarik adalah *inflatable space structures* yang memungkinkan pariwisata ke luar angkasa.

(***)