

# PENGARUH LINGKUNGAN PADA TEKNOLOGI WAHANA ANTARIKSA

Dwi Wahyuni  
Peneliti Bidang Material Dirgantara, LAPAN

## RINGKASAN

Penggunaan teknologi maju dalam menguasai antariksa membutuhkan wahana antariksa, antara lain peluncur otomatis, penjelajah antarplanet, satelit otomatis, wahana yang ditinggali dan stasiun antariksa. Wahana yang digunakan dirancang seringan mungkin dan tahan menghadapi kondisi lingkungan antariksa.

Bagian-bagian wahana yang penting dalam menghadapi lingkungan antariksa adalah alat mekanik, dudukan, struktur, dan instrumen serta alat-alat elektronika. Variabel lingkungan antariksa yang berpengaruh yaitu : gaya gravitasi, percepatan-percepatan, tekanan, temperatur, medan elektromagnetik, getaran-getaran, pancaran-pancaran (ultraviolet, inframerah, angin ionik matahari), meteor atau partikel-partikel.

Gaya gravitasi bumi dan gaya sentrifugal suatu planet berpengaruh pada mobilitas wahana. Percepatan wahana pada waktu tinggal landas tergantung pada jumlah tingkat wahana dan tingkat yang sedang beroperasi. Besarnya tekanan ruangan tergantung ketinggiannya dari bumi, dan di antariksa tekanannya hampa, dalam ruangan wahana yang ditinggali harus diciptakan tekanan atmosfer yang terdiri dari campuran oksigen dan nitrogen (75 - 80% O<sub>2</sub> dengan 20 - 25% N<sub>2</sub>). Untuk menghadapi gradien temperatur yang tinggi wahana harus diberi super isolator. Adanya medan magnet berbahaya terhadap peralatan elektronik, getaran sistem propulsi menyebabkan keropos pada struktur. Lapisan atmosfer melindungi manusia dan peralatan dari sinar infra merah serta angin matahari menyebabkan rusaknya sel-sel kehidupan.

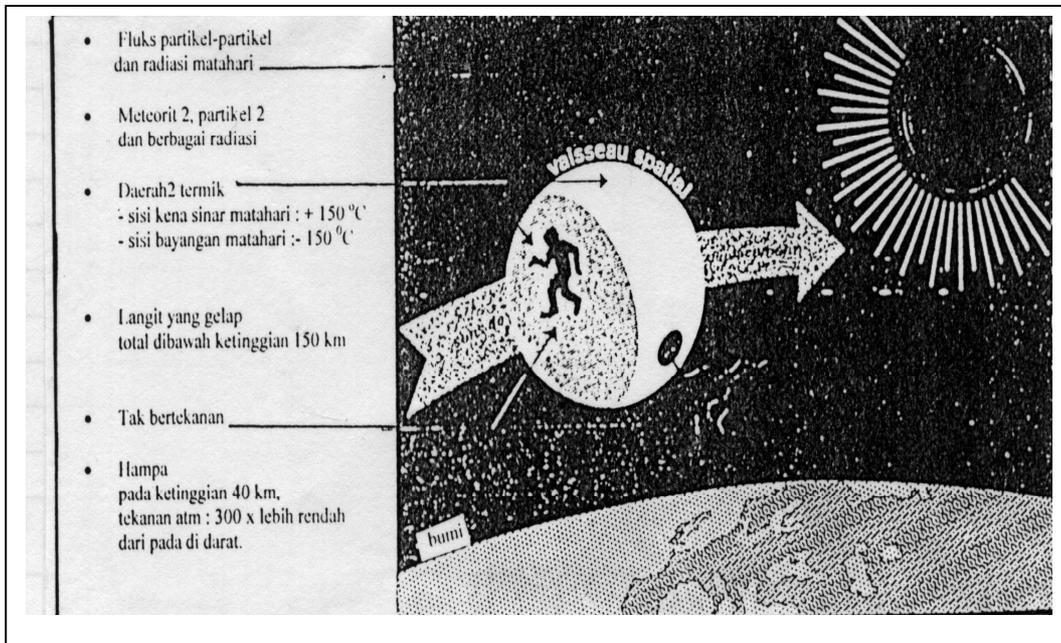
## 1 PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi maju untuk menguasai antariksa membutuhkan suatu wahana antariksa, khususnya untuk pergerakan pada orbit yang berbeda-beda. Wahana antariksa tersebut antara lain peluncur otomatis, penjelajah antarplanet, satelit otomatis, wahana yang ditinggali dan stasiun antariksa.

Dari faktor komersial, militer dan politik menunjukkan bahwa penggunaan wahana antariksa makin ditekankan pada penggunaan wahana yang ringan, memiliki kinerja yang lebih baik dan dengan waktu penggunaan yang lama. Penelitian dilakukan dengan menggunakan sistem propulsi hidrogen dan oksigen cair, dalam suatu motor yang

menghasilkan gaya dorong ratusan ton. Dengan jumlah terbang sedikit dan dengan kecepatan yang memungkinkan untuk mencapai suatu asteroid dan untuk memindahkan alat-alat pengukur frekuensi yang mempunyai frekuensi ratusan mega bit per sekon. Penelitian yang pernah dilakukan difokuskan pada instrumen yang mempunyai akurasi tinggi, dan struktur yang sangat ringan untuk mensupport beban mekanik dan termik, guna mengontrol getaran-getaran dan temperatur, dan mendapatkan informasi penting dengan instrumen yang ringan.

Gambaran lingkungan antariksa dengan segala isinya secara garis besar adalah sebagai berikut :



Gambar 1-1: Keadaan dalam lingkungan antariksa

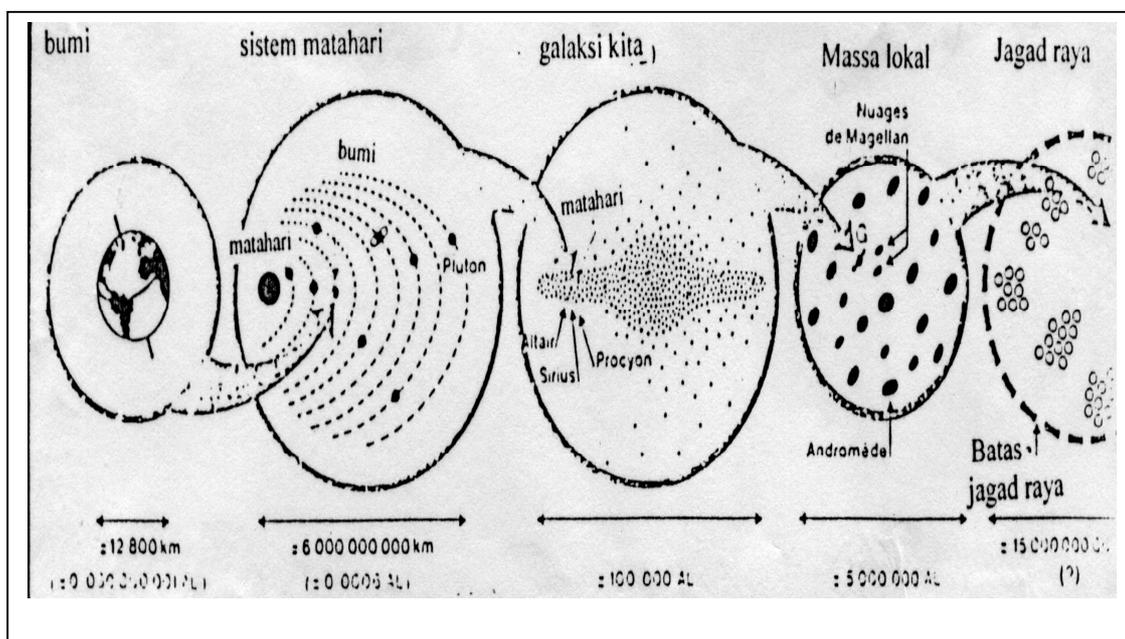
Semua peralatan dalam wahana antariksa yang digunakan harus ditempatkan berdasarkan lingkungan dimana alat atau wahana akan digunakan. Alat-alat tersebut antara lain adalah alat mekanik, dudukan, struktur dan instrumen dan alat-alat elektronika. Selain itu juga diperhitungkan dengan bermacam-macam kekuatan yang ditemui dengan adanya misi antar planet.

Variabel yang berpengaruh pada teknologi antariksa antara lain : gaya gravitasi, percepatan-percepatan, tekanan, temperatur,

medan elektromagnetik, getaran-getaran, pancaran-pancaran (ultraviolet, inframerah, angin ionik matahari), meteor atau partikel-partikel.

## 2 POSISI PERGERAKAN LINGKUNGAN ANTARIKSA

Sebelum diuraikan beberapa variabel secara detil perlu digambarkan situasi pergerakan dalam lingkungan antariksa. Gambar 2-1 menggambarkan posisi pergerakan bumi dalam sistem jagad raya.



Gambar 2-1: Posisi pergerakan bumi dalam sistem jagad raya

Pada Gambar 2-1 terlihat bumi yang mengelilingi matahari dengan posisi bumi pada sistem matahari, berikutnya posisi matahari pada sistem galaksi, kemudian sistem galaksi pada sekumpulan massa lokal, dan kumpulan massa ini adalah bagian dari kumpulan-kumpulan massa yang lain pada sistem jagad raya.

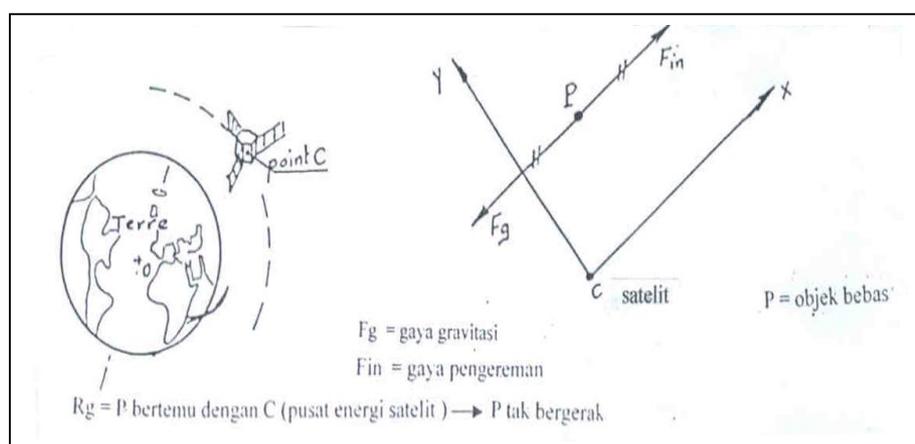
### 3 VARIABEL YANG BERPENGARUH

Variabel yang berpengaruh adalah variabel yang berhubungan dengan :

- Gaya yang ditimbulkan oleh gaya tarik bumi dan gaya sentrifugal masing-masing planet, dan gaya tarik bumi adalah gaya gravitasi ( $g$ ),
- Jumlah tingkat wahana yang diluncurkan dan tingkat yang sedang tinggal landas akan mengalami percepatan yang berbeda-beda,
- Pentingnya tekanan atmosfer untuk kehidupan para antariksawan,
- Temperatur setiap posisi antariksa yang sangat dipengaruhi oleh matahari,
- Adanya medan magnet yang harus diperhitungkan terhadap peralatan dalam wahana,
- Getaran yang kemungkinan akan merusak struktur maupun instrumen dalam wahana,
- Radiasi dari sinar infra merah yang sangat berpengaruh pada sel-sel kehidupan,
- Adanya meteor-meteor dan partikel-partikel di antariksa.

### 4 PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengaruh Gaya Gravitasi



Gambar 4-1: Pengaruh gaya gravitasi pada suatu obyek di sekitar bumi

Tabel 4-1: PERCEPATAN RATA-RATA WAHANA PELUNCUR WAKTU TINGGAL LANDAS

Hukum yang berpengaruh pada gaya tarik benda-benda di antariksa memberikan medan yang proporsional pada massa dari obyeknya. Untuk menggambarkan prinsip ini, jika kita memasang suatu jaringan dimana diletakkan bola-bola dengan massa yang berbeda-beda. Ini merupakan perubahan bentuk dari jaringan karena pengaruh medan-medan. Gaya pertama yang dihadapi oleh semua dudukan atau peralatan adalah gaya gravitasi bumi ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ), dimana intensitasnya menurun dengan bertambahnya ketinggian. Sebagai contoh dalam lintasan bumi-bulan, ada suatu titik yang berada pada suatu jarak antara bumi dan bulan dimana gaya tarik bumi dan bulan intensitasnya sama tapi arahnya berlawanan (disebut titik keseimbangan). Sementara itu mobilitas semua elemen di jagad raya untuk suatu titik yang sama dan waktu yang berbeda, gaya tariknya berbeda-beda. Mobilitas ini ditunjukkan oleh kecepatan bumi terhadap matahari  $\cong 30 \text{ km/s}$ , kecepatan matahari terhadap bintang yang lebih dekat  $\cong 19,4 \text{ km/s}$  (ada *geodetic* di sekitar bumi yang menggambarkan gaya tarik bumi dan yang mengalami pengaruh planet-planet lain).

Di samping hal-hal tersebut ada hal-hal khusus. Semua obyek pada pergerakan melingkar mengelilingi bumi (atau suatu planet), dikalahkan gaya tarik bumi dan suatu gaya tarik sentrifugal dari arah berlawanan sama intensitasnya bertemu di pusat dari obyek pada keadaan tak berbobot. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4-1.

	Percepatan awal gaya dorong pada tingkat yang sesuai	
	Peluncur 2 tingkat	Peluncur 3 tingkat
Tingkat I	1,2 - 1,3 g	
Tingkat II	0,7 g	0,8 g
Tingkat III		0,5 g

#### 4.2 Pengaruh Percepatan

Percepatan yang dimaksud adalah percepatan selama fase propulsi dari wahana berlangsung terutama pada saat tinggal landas. Percepatan rata-rata wahana peluncur pada waktu tinggal landas adalah seperti pada Tabel 4-1.

Untuk penerbangan wahana yang ditinggali percepatan ini dibatasi, dilihat dari seberapa penggunaan ruangan. Demikian juga untuk mesin-mesin militer dengan ukuran tertentu, hal ini untuk menjaga kondisi seluruh wahana dan beban guna yang dibawa.

#### 4.3 Pengaruh Tekanan

Makin tinggi letak ruangan di udara maka tekanan akan makin kecil, dan tekanan di antariksa dalam keadaan hampa. Dengan tidak adanya udara di antariksa maka mengharuskan peneliti untuk menciptakan tekanan atmosfer buatan dalam ruangan yang ditempati manusia.

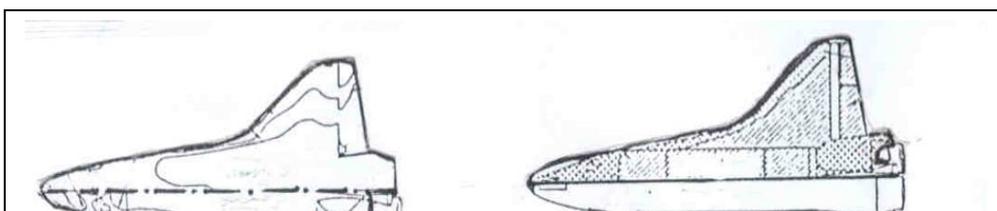
Untuk menciptakan tekanan atmosfer biasanya digunakan campuran dari gas-gas. Campuran yang digunakan selama ini adalah sebagai berikut. Rusia menggunakan 80% O<sub>2</sub> dan 20% N<sub>2</sub> dengan tekanan 760 – 800 mm Hg, USA menggunakan O<sub>2</sub> di bawah 258 mm Hg (untuk wahana antariksa Merkuri, Gemini, dan Apollo) dengan resiko 3 orang meninggal pada tahun 1967, dan yang digunakan untuk *Skylab* 75% O<sub>2</sub> murni dan 25 % N<sub>2</sub> dan tekanan 258 mm Hg. Pada tahun 90an perhitungan penggunaan untuk tiap orang (600 – 900) mm Hg l/hari, oksigen dapat diregenerasi (dengan rangkaian

tertutup) dan dilengkapi kontrol kelembaban lingkungan.

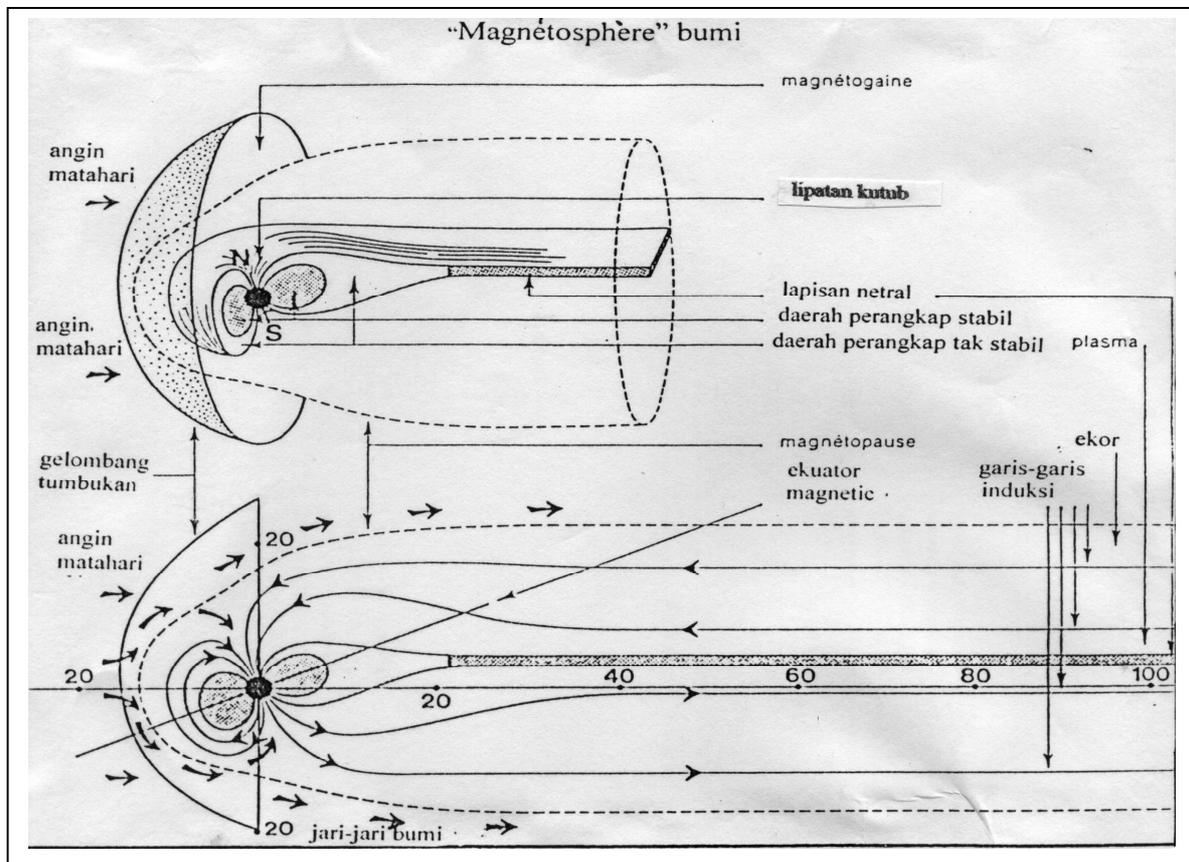
Ruangan yang ditempati di antariksa harus dipertahankan terhadap pengaruh hampa karena kosmonot (Rusia) atau astronot (USA) akan mati bila tidak ada oksigen. Sebagai pengisi tekanan dilakukan dengan wahana perbekalan (kapsul, laboratorium, skylab, spacelab, MIR) dan ruang *diving* yang dilengkapi dengan propulsi, oksigen panas dan sebagainya.

#### 4.4 Pengaruh Temperatur

Dari keberadaannya terhadap sinar matahari perbedaan temperatur suatu benda di ruang antariksa sangat besar. Temperatur pada bagian permukaan benda yang kena sinar matahari  $\cong +150^{\circ}\text{C}$  dan pada bagian bayangan  $\cong -150^{\circ}\text{C}$ . Di dalam vakum tidak ada lagi perpindahan panas secara radiasi. Lapisan di atas bumi yang mempunyai temperatur paling tinggi adalah lapisan dimana wahana kembali ke atmosfer bumi. Kecepatan wahana (navette 7,7 km/s), pengereman karena gaya gesek udara sangat berpengaruh pada temperatur wahana, dimana densitas udara naik pada waktu kembali ke bumi. Untuk itu maka kapsul Apollo dilengkapi dengan suatu isolator termik agar dapat menghadapi gradien temperatur sampai dengan 1600°C dengan bahan pelindung tahan panas. Saat ini wahana antariksa dilindungi oleh bahan pelindung tahan panas yang tahan terhadap temperatur tinggi seperti terlihat pada Gambar 4-2.



Gambar 4-2: Wahana-wahana antariksa dibungkus suatu mantel "super isolator"



Gambar 4-3: Magnetosphere bumi

Catatan: *Magnetosphere* adalah bagian terluar dari lingkungan suatu planet yang memberikan suatu medan magnet dimana ditemukan medan yang dibatasi dan meneruskan suatu efek yang menentukan

#### 4.5 Pengaruh Medan-medan Elektromagnetik

Bumi dipengaruhi oleh medan magnetik yang mengarahkan ke suatu partikel tertentu (contoh: kompas) dan berbahaya terhadap peralatan elektronik. Suatu rangkaian dihilangkan karena

rangkaiannya ini peka dan dapat mengganggu fungsi *on board calculator* dalam wahana. *Magnetosphere* yang terdiri dari *magnetopause* dan *magnetogaine*, melindungi bumi dari radiasi

matahari dan kosmik. Gambaran *magnetosphere* bumi seperti pada Gambar 4-3.

Bumi dengan jari-jari 6.370 km. Jarak bumi terhadap matahari 1 UA (= 149,6 juta km). Periode perputaran bumi sendiri selama 24 jam dan berputar mengelilingi matahari selama 1 tahun. Bumi memiliki medan magnetik yang relatif rendah. Pada permukaan tanah intensitasnya sebesar 0,3 Gause (di equator) dan 0,7 Gause (di kutub).

#### **4.6 Pengaruh Getaran**

Cara kerja berbagai motor propulsi menimbulkan berbagai getaran yang harus diperhitungkan untuk mencegah struktur mengalami keadaan penyebab terjadinya ruptur pada struktur. Demikian juga pada waktu wahana kembali ke bumi, sebagai contoh pada waktu kapsul Gemini, Apolo dan wahana antariksa kembali ke atmosfer timbul getaran bolak-balik yang berbahaya.

#### **4.7 Pengaruh Radiasi Sinar Infra Merah, Ultra Violet, dan Penyebab-penyebab Ionisasi**

Atmosfer melindungi planet bumi dari sebagian besar radiasi sinar Infra-Merah (IR) dan bagian dari sinar Ultra Violet. Atmosfer juga melindungi manusia dan peralatan tertentu (contohnya jendela pesawat dan helikopter). Klep dari peralatan yang kedap udara dilindungi dan dirawat dengan bahan anti pantulan cahaya. Radiasi matahari adalah radiasi penyebab ionisasi yang merusak sel-sel kehidupan oleh karena adanya putaran elektron dan angin matahari yang terdiri dari partikel ion dimana kecepatannya sampai 300 – 800 km/s.

#### **4.8 Pengaruh Meteor-meteor dan Partikel-partikel**

##### **4.8.1 Meteor**

Meteor atau pecahan-pecahan tertentu dari material padat yang berasal dari bintang-bintang yang diledakkan dapat membentur ruangan, wahana pengukur, dan satelit. Dalam hal ini yang harus diperhitungkan adalah percepatan perpindahannya karena akan sangat

berbahaya bila mengenai wahana antariksa yang ada. Untuk masalah ini belum ditemukan solusinya, walaupun semua usaha sudah dikonsentrasikan, antara lain masalah berat wahana peluncur yang ada, masalah perlindungan material satelit dengan lapisan baja .

##### **4.8.2 Partikel-partikel**

Yang dimaksud dengan partikel adalah semua elemen yang menyusun atom. Elektron adalah muatan listrik negatif, positron adalah muatan listrik positif, proton dan neutron adalah penyusun inti, photon menggambarkan medan magnet, fluks cahaya, *meson* adalah massa antara elektron dan proton penyusun nuklir. Semua partikel ini membentuk *quark*. Massa proton dan elektron membentuk hidrogen  $10^{-24}$ g, perbandingan massa proton terhadap elektron 1836, dimensi jari-jari rata-rata  $10^{-13}$ cm, densitas nuklir  $10^{11}$  kg/cm<sup>3</sup>.

Angin matahari yang dibentuk dari partikel-partikel yang berpindah dengan kecepatan tinggi dan terdapat dalam *magnetosphere* dari bumi. Ditemukan suatu elektron maksimum pada bagian belakang bumi (pada bayangan) di dua tempat yaitu : pada lokasi 1,5 kali jari-jari bumi dan 5 kali jari-jari bumi, pada waktu proton mempunyai satu titik maksimum.

Konsentrasi partikel-partikel akan menemukan waktu maksimum (1 jam) malam untuk satelit.

## **5 KESIMPULAN**

Dari uraian mengenai pengaruh lingkungan antariksa untuk penguasaan teknologi maju dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Untuk penguasaan teknologi maju memerlukan wahana antariksa antara lain peluncur otomatis, penjelajah antarplanet, satelit otomatis, wahana yang ditinggali dan stasiun antariksa. Wahana antariksa dirancang seringan mungkin,

- Dalam beroperasinya wahana-wahana tersebut menghadapi lingkungan antariksa dengan banyak variabel,
- Bagian-bagian wahana yang diperhitungkan dalam menghadapi lingkungan antariksa terutama adalah alat mekanik,udukan, struktur dan instrument, dan alat-alat elektronika,
- Variabel yang berpengaruh dari lingkungan antariksa adalah gaya gravitasi, percepatan-percepatan, tekanan, temperatur, medan elektromagnetik, getaran-getaran, pancaran-pancaran (ultraviolet, inframerah, angin ionik matahari), meteor atau partikel-partikel,
- Mobilitas semua elemen di jagad raya pada suatu titik yang sama dan waktu yang berbeda, gaya tariknya berbeda-beda. Hal ini disebabkan adanya gaya tarik bumi dan gaya sentrifugal suatu planet,
- Percepatan masing-masing tingkat peluncur berbeda-beda, tergantung pada jumlah tingkat dari wahana yang digunakan,
- Makin tinggi tempat dari bumi tekanan makin kecil, di antariksa keadaan hampa. Untuk wahana yang ditinggali harus diciptakan tekanan atmosfer dalam ruangan wahana,
- Wahana antariksa harus dilengkapi dengan super isolator untuk menghadapi gradien temperatur yang sangat tinggi,
- Di lingkungan antariksa ada medan magnet yang berbahaya untuk peralatan elektronik, sedang bumi mempunyai medan magnet yang relatif rendah,
- Adanya getaran yang disebabkan oleh bekerjanya motor propulsi pada waktu wahana tinggal landas dapat menyebabkan terjadinya ruptur pada struktur,
- Adanya lapisan atmosfer di bumi melindungi radiasi Sinar Infra Merah terhadap manusia maupun semua peralatan,
- Adanya angin matahari pada bagian belakang bumi akan menyebabkan rusaknya sel-sel kehidupan.

#### DAFTAR RUJUKAN

- J.M. Terree, 1986. *Technologie Aeronautique*, ENSAE, Toulouse, France.
- J.M. Terree, 1986. *Technologie Generale*, ENSAE, Toulouse, France.
- J.M. Terree, 1986. *Technologie Spatiale*, ENSAE, Toulouse, France.