

## **BAB II**

### **PERKEMBANGAN DAN PERLOMBAAN TEKNOLOGI ANTARIKSA SERTA FENOMENA *SPACE DEBRIS***

Perkembangan teknologi antariksa atau pencapaian di luar angkasa secara keseluruhan merupakan simbol dari kemajuan manusia. Pengembangan teknologi ataupun program-program antariksa begitu menarik bahkan menjadi penunjang prestise negara. Pengembangan teknologi serta kegiatan eksplorasi antariksa merupakan kegiatan paling sulit dan bergengsi dari segala aktivitas manusia. Sehingga tidak mengherankan jika pengembangan teknologi dan eksplorasi antariksa ini menjadi agenda penting bagi negara. Banyaknya keuntungan yang ditawarkan mendorong negara-negara menjadi cukup berani dalam menerima resiko dan biaya yang besar. Perlombaan antariksa yang terjadi diantara dua negara adidaya -Amerika Serikat dengan Uni Soviet pada masa Perang Dingin- pada lebih dari 50 tahun yang lalu telah berubah menjadi agenda bagi hampir 50 negara. Kondisi ini menunjukkan besarnya daya tarik serta pentingnya pemanfaatan antariksa.

Penulisan dalam Bab II ini menyajikan sejarah perkembangan teknologi antariksa pada zaman *space age* pertama dan kedua. Bab ini terbagi menjadi tiga sub-bab. Pada Sub-bab pertama penulis akan menjelaskan secara mendalam mengenai Sejarah dan Perkembangan Teknologi Antariksa Amerika Serikat dan NASA. Dilanjutkan dengan penjabaran mengenai mengenai Sejarah dan Perkembangan Teknologi Antariksa Cina serta *China National Space*

*Administration* (CNSA). Dan di Sub-bab ketiga menjelaskan mengenai fenomena *space debris* atau sampah antariksa.

## **2.1 Perkembangan Teknologi Antariksa Amerika Serikat**

Ruang angkasa sangat penting bagi keamanan, kemakmuran, dan pencapaian ilmiah bagi Amerika Serikat. Kemampuan berbasis ruang angkasa merupakan integral dari kehidupan modern di banyak negara dunia, termasuk Amerika Serikat serta menjadi komponen yang tak terpisahkan dari kekuatan militer AS. Ruang angkasa sangat penting untuk mempertahankan keunggulan militer dan memajukan keamanan dan kemajuan ekonomi AS dan global. Amerika Serikat merupakan negara dengan ketergantungan terhadap satelit paling tinggi didunia, tidak hanya pada sektor keamanan nasional, tetapi juga pada sektor swasta (Freese, 2000).

### **2.1.1 Sejarah Perkembangan Teknologi Antariksa Amerika Serikat**

Setelah berakhirnya Perang Dunia kedua, konflik baru dimulai. Pertempuran baru ini melibatkan dua kekuatan besar dunia yaitu Amerika Serikat dan Uni Soviet. Selama berlangsungnya Perang Dunia kedua, Amerika Serikat dengan Uni Soviet bersekutu dan bertempur bersama melawan kekuatan poros. Akan tetapi persekutuan diantara keduanya tidak berlangsung lama, dimana setelahnya hubungan keduanya berbalik menjadi sangat tegang. Amerika Serikat sebagai negara yang menjunjung tinggi demokrasi, kapitalis, sangat bertolak belakang dengan Uni Soviet sebagai negara komunis. Dimulai pada tahun 1950-an, masing-masing pihak berusaha untuk membuktikan keunggulan teknologi, militer, ekonomi, dan politik-nya.

Dalam rangka membuktikan keunggulan negaranya, kedua belah pihak saling berlomba-lomba untuk meningkatkan kualitas beserta kuantitas persenjataan dan daya militer. Sebagai konsekuensinya, fenomena ini kemudian meningkatkan kemungkinan serta ancaman perang nuklir, terjadinya spionase, dan kontra-spionase (History.com, 2020). Ketegangan ini terus berlanjut hingga ke ruang angkasa. Bipolaritas pada Perang Dingin menyebabkan kompetisi di segala aspek, yang kemudian ruang angkasa menjadi langkah selanjutnya bagi eksplorasi manusia, dan menjadi proxy untuk persaingan.

Pada musim panas di tahun 1955, Sergei Korolev menegaskan bahwa peluncuran satelit akan memiliki signifikansi politik yang sangat besar dan merupakan bukti kemampuan perkembangan teknologi Soviet (Sheehan, 2007). Peluncuran satelit *Sputnik 1* pada 4 Oktober tahun 1957 oleh Uni Soviet merupakan salah satu peristiwa paling penting dalam sejarah serta perkembangan peradaban manusia. *Sputnik 1* merupakan Langkah awal bagi manusia dalam melakukan eksplorasi alam semesta dan merupakan awal dari era antariksa. Reaksi Amerika Serikat terhadap pencapaian Soviet sangat kontras, melihat bagaimana negara komunis adalah negara pertama yang meluncurkan satelit. Pencapaian Soviet ini bahkan memicu krisis politik di Amerika, hal ini dikarenakan orang-orang Amerika melihat peristiwa ini sebagai simbol kelemahan Amerika dan menjadi sebuah keunggulan bagi Soviet (Kennedy, 2005). Di tahun yang sama tepatnya pada 3 November, Uni Soviet berhasil meluncurkan *Sputnik 2* yang membawa anjing perempuan bernama *Laika* dan berhasil menjadikan Soviet sebagai negara pertama yang membawa makhluk hidup ke ruang angkasa.

Pada tahun 1958 tepatnya pada tanggal 31 Januari, Amerika Serikat melakukan peluncuran satelit pertamanya ke orbit yang bernama *Explorer 1*. Momentum penting ini merupakan respon atas peluncuran yang dilakukan oleh Uni Soviet pada 4 Oktober 1957. Langkah selanjutnya yang dilakukan oleh Amerika Serikat dalam menghadapi ekspansi antariksa Uni Soviet adalah pembentukan badan federal agensi sipil antariksa sebagai badan yang mengelola segala bentuk pengembangan program serta teknologi antariksa yang disebut dengan *National Aeronautics and Space Administration* atau NASA yang kemudian disahkan oleh kongres pada tahun 1958 (PBS.org, 2022). Setelah terbentuknya NASA, pengembangan teknologi dan aktivitas eksplorasi antariksa oleh Amerika Serikat terus mengalami peningkatan hingga pada tahun 1968, NASA menjalankan penerbangan pertama *Apollo* yang merupakan program pesawat antariksa berawak.

Prestasi besar yang diraih oleh Amerika Serikat adalah dengan keberhasilannya menerbangkan manusia ke bulan pada proyek *Apollo 11* pada Juli 1969. Keberhasilan Amerika Serikat melakukan pendaratan di bulan menjadi tanda kemenangan bagi Amerika Serikat dalam perlombaan antariksa nya dengan Uni Soviet dan sekaligus mengakhiri *Space Race 1*. Berakhirnya *Space Race 1* tidak menjadi akhir dari pengembangan teknologi dan kegiatan eksplorasi antariksa, melainkan menjadi awal bagi kebangkitan banyak negara untuk berkontribusi dalam pengembangan teknologi dan eksplorasi antariksa.

### **2.1.2 *The Current Hegemony: Amerika Serikat di Ruang Angkasa***

Sudah menjadi fakta umum bahwa ruang angkasa merupakan domain penting dalam keberlangsungan kehidupan yang ada di bumi. Terlebih bagi

Amerika Serikat yang selain memegang kendali dalam ekonomi global, ruang angkasa juga penting bagi misi keamanan nasional. Seperti mendeteksi, melacak peluncuran, dan pengaturan transit rudal balistik. Peluncuran sputnik sebagai satelit buatan manusia pertama dalam sejarah menjadi pemicu terjadinya perlombaan antariksa antara kedua negara adidaya yaitu Amerika Serikat dengan Uni Soviet. Berpuncak pada keberhasilan Amerika Serikat dalam melaksanakan pendaratan manusia ke bulan dan keruntuhan Uni Soviet, Amerika Serikat muncul sebagai kekuatan dominan dalam keantariksaan global.

Dewasa ini, Amerika Serikat terbukti menjadi negara yang unggul dalam kemampuan teknologi ruang angkasa global. Teknologi ruang angkasa yang dimiliki oleh Amerika Serikat menyediakan aplikasi berupa komunikasi dan navigasi yang meningkatkan kehidupan sehari-hari serta menunjang perkembangan pembangunan ekonomi (Johnson-Freese, 2007). Seperti yang dikatakan oleh Neil Armstrong pada pendaratan *Apollo 11* di bulan, pada tahun 1969, “*one small step for a man, one giant leap for mankind*”. Momentum ini tidak hanya menjadi prestasi Amerika Serikat saja, akan tetapi juga merupakan pencapaian luar biasa dalam sejarah peradaban manusia.

Pada tahun 1960-an Amerika Serikat terus mengembangkan navigasi satelit untuk kapal selam, pengeboman jarak jauh dan *Intercontinental Ballistic Missile* atau ICBM. Untuk dapat menunjang program-program tersebut, dibutuhkan sistem yang mampu memberikan akurasi lokasi dan waktu, serta mampu untuk navigasi benda berkecepatan tinggi. GPS atau *Global Positioning System* secara garis besar merupakan utilitas milik Amerika Serikat yang menyediakan layanan penentuan

posisi, navigasi, dan pengaturan waktu (PNT) (U.S. government, 2021). GPS merupakan sistem navigasi yang diletakkan pada orbit bumi oleh Amerika Serikat dan berhasil beroperasi secara utuh pada tahun 1994. Hingga pada tahun 1983, Presiden Ronald Reagan menyetujui penggunaan GPS untuk penggunaan sipil. Momen inilah yang menjadi langkah besar dalam penggunaan teknologi-teknologi yang memanfaatkan fasilitas GPS (Government Office for Science, 2018).

Pada awal abad ke-21, Amerika Serikat menikmati keunggulan substansial pada berbagai aspek termasuk diantaranya adalah eksplorasi antariksa berbasis militer. Pada tahun 2018, tercatat bahwa Amerika Serikat mengoperasikan 353 satelit dari total 666 satelit dari 38 negara yang terdiri atas *intelligence*, *surveillance*, *reconnaissance*, dan *remote sensing*. Amerika Serikat mengoperasikan 391 satelit komunikasi dari total 790 satelit yang berada di orbit yang terdiri atas satelit milik 45 negara. Terdapat 121 total satelit navigasi milik 6 negara yang beroperasi di orbit dan 31 diantaranya adalah milik Amerika Serikat (National Air and Space Intelligence Center, 2018). Pada tahun 2020, pengeluaran pemerintah untuk program ruang angkasa Amerika Serikat mencapai 47,7 miliar dollar AS dan mengalami peningkatan padah tahun 2021 menjadi 54,6 miliar dollar AS, yang menjadikan Amerika Serikat sebagai negara dengan pengeluaran ruang angkasa tertinggi di dunia (Statista, 2022). Dan hingga tahun 2022, total satelit milik Amerika Serikat yang masih beroperasi di Orbit berjumlah 3.434 satelit yang terdiri dari 31 satelit sipil, 2.992 satelit komersial, 172 satelit pemerintah, dan 237 satelit militer (Union of Concerned Scientists, 2022).

### 2.1.3 Program-Program Pengembangan Teknologi Antariksa Amerika

#### Serikat: NASA

Pada tahun 1958, kegiatan eksplorasi ruang angkasa Amerika Serikat dikonsolidasikan menjadi sebuah pemerintahan terpusat yang disebut sebagai NASA. *National Aeronautics and Space Administration* atau NASA merupakan program keantariksaan sipil Amerika Serikat dan merupakan pemimpin global dalam eksplorasi ruang angkasa (NASA.gov, 2022). Organisasi ini terdiri dari empat direktorat diantaranya: Penelitian Aeronautika, Sains, Pengembangan Teknologi Eksplorasi Antariksa, dan Operasi Terkait Misi Luar Angkasa Berawak (T. Editors of Encyclopædia Britannica, 2022). NASA dirancang untuk meningkatkan sistem edukasi Amerika Serikat agar dapat bersaing secara efektif dengan Uni Soviet, dan mampu mengambil kembali posisinya sebagai pemimpin inovasi teknologi dan ilmiah. Selain itu, dengan pembentukan NASA sebagai badan keantariksaan sipil, Amerika Serikat berharap dapat mengirimkan sinyal secara jelas bahwa AS tidak berniat untuk memiliterisasi ruang angkasa. NASA merupakan adopsi dari *the National Advisory Committee for Aeronautics* (NACA) yang merupakan badan yang mengelola penelitian, eksperimen, uji terbang, dan simulasi aeronautika.

Setelah lebih dari 50 tahun berdiri, terdapat lima periode bersejarah NASA. Yang pertama yaitu era kelahiran yang dimulai dari tahun 1958 hingga tahun 1961. Era kedua yaitu pada era Apollo yang dimulai pada tahun 1961 hingga 1972. Yang ketiga adalah era *shuttle* pada tahun 1972 hingga 1984. Keempat yaitu era Stasiun Ruang Angkasa yang dimulai pada tahun 1984 hingga tahun 2004. Dan yang

terakhir yaitu era yang disebut sebagai era Bulan-Mars yang dimulai pada tahun 2004 dan masih berlangsung hingga saat ini. Kelahiran NASA merupakan dampak langsung yang dihasilkan oleh peluncuran *Sputnik* yang hanya berselang beberapa bulan setelah pembentukannya, NASA mulai aktif dalam mengembangkan berbagai misi keantariksaanya. Dalam dua puluh tahun pertama kelahirannya, NASA melakukan beberapa program utama, diantaranya (J. Garber & D. Launius, 2001):

1. Penerbangan luar angkasa berawak *Mercury* (1961-1963) dengan astronot tunggal yang dirancang untuk memastikan kemampuan manusia bertahan hidup di ruang angkasa. Proyek *Gemini* (1965-1966) dengan meluncurkan dua astronot untuk berlatih operasi ruang angkasa seperti *docking* pesawat ruang angkasa dan *extravehicular activity* (EVA). Proyek *Apollo* yang pada tahun 1968-1972 yang merupakan proyek menjelajahi bulan.
2. Misi robot ke bulan (*Ranger*, *Surveyor*, dan *Lunar Orbiter*), Venus (*Pioneer Venus*), Mars (*Mariner 4*, *Viking 1* dan *2*), planet lain (*Pioneer 10 and 11*, *Voyager 1* dan *2*).
3. Riset aeronautika untuk meningkatkan keselamatan, *reliability*/ketahanan, efisiensi, dan kecepatan transportasi udara.
4. Satelit pengindraan jauh guna mengumpulkan informasi (satelit Landsat dan pemantauan lingkungan).
5. Satelit Komunikasi (*Echo 1* dan *Telstar*) dan satelit monitoring cuaca (*Television InfraRed Observation Satellite* atau *TIROS*).
6. Stasiun ruang angkasa pertama Amerika Serikat (*skylab*).



7. Pesawat ruang angkasa yang dapat kembali ke bumi dan *space shuttle*.

Sejak didirikannya pada tahun 1958, NASA telah berhasil mencapai berbagai prestasi cemerlang. Bahkan hingga saat ini, NASA tetap menjadi kekuatan utama dalam penelitian ilmiah, sains, teknologi, dan berhasil merangsang minat publik dalam eksplorasi keantariksaan. Meskipun usia organisasi ini telah memasuki masa tua, namun kredibilitas NASA dalam keantariksaan tidak perlu dipertanyakan, bahkan banyak negara yang antusias untuk berpartisipasi dalam aktivitas antariksa yang dipimpin oleh NASA. NASA beserta jaringan luasnya merupakan komponen kunci dalam pengaruh nasional Amerika Serikat pada domain keantariksaan.

## **2.2 Perkembangan Teknologi Antariksa Cina**

Penerbangan antariksa berawak merupakan sarana terbuka bagi negara manapun yang bersedia dan memiliki kemampuan finansial dan teknologi yang memadai. Penerbangan luar angkasa berawak mewakili prestasi teknologi yang sulit dan penuh dengan bahaya. Sehingga muncul pertanyaan mengapa negara-negara mau mengambil resiko dan berinvestasi hingga miliaran dolar dalam infrastruktur program antariksa. Terlebih lagi, mengapa Cina turut dalam pengembangan program ruang angkasa dimana banyak negara lain yang secara jelas memiliki kompetensi teknologi dan ekonomi yang jauh lebih stabil dibanding Cina, mengalami kegagalan (Seedhouse, *The New Space Race: China vs United States*, 2010).

### **2.2.1 Sejarah Perkembangan Teknologi Antariksa Cina**

Cina telah mencurahkan sumber daya baik ekonomi maupun politik yang signifikan untuk melakukan pengembangan berbagai aspek dalam program

antariksanya. Mulai dari pengembangan aplikasi antariksa militer, penerbangan antariksa berawak, dan eksplorasi bulan. Ketertarikan Cina pada investasi di ruang angkasa dimulai pada akhir tahun 1950-an (Lewis, 2014). Perjalanan Cina diruang angkasa dimulai pada tahun 1958, atau tidak lebih dari 9 bulan setelah peluncuran *Sputnik 1*. Akan tetapi pada tahun 1960-an Cina menghadapi hambatan besar oleh kehadiran gejolak politik internal yang menyebabkan Cina mengalami penundaan dalam segala kegiatan keantariksaannya. Cina tidak melakukan peluncuran satelit pertamanya hingga akhir bulan April tahun 1970. Hingga pada tahun 1980-an, program ruang angkasa Cina mulai bergerak dengan tujuan (Congressional Research Service, 2020).

Tidak dapat dipungkiri bahwa pengembangan teknologi antariksa Cina berkaitan erat serta dipengaruhi oleh Amerika Serikat. Dibuktikan dengan sejarah dimana akar dari program pengembangan ruang angkasa Cina merupakan hasil dari kebijakan Amerika Serikat. Tsien Hsue-shen merupakan salah satu pemimpin yang menjadi pelopor program ruang angkasa, pengembangan roket, dan membantu mengembangkan rudal balistik di Cina. Tsien Hsue-shen sebelumnya pernah bekerja selama lebih dari dua dekade di Caltech dan berpartisipasi dalam eksperimen peroketan dan bahan peledak pada Perang Dunia 2 serta bertugas pada misi AS dalam mensurvei fasilitas Nazi V-2 di Jerman. Dan pada tahun 1955, Tsien dideportasi kembali ke Cina oleh Amerika Serikat atas tuduhan bahwa dirinya merupakan anggota dari partai komunis. Sepulangnya ke Cina, Tsien menjadi salah satu pemimpin yang memelopori program ruang angkasa dan peroketan Cina. Selain itu, Tsien juga membantu dalam mengembangkan roket balistik pertama

Cina, pembuatan satelit pertama Cina, dan *antiship missile system* pertama Cina. Semetara itu, sengketa dan perselisihan politik dalam negeri Cina terus berlangsung dan menjadi hambatan tersendiri bagi pengembangan program ruang angkasa Cina.

Motivasi Cina untuk mengejar program ruang angkasa didasari oleh orientasi militer yang kuat. Akan tetapi, program seperti itu membutuhkan waktu lama untuk dapat direalisasikan. Terlebih mengingat fakta bahwa pada tahun 1950-an, Cina sangat terbelakang dan infrastruktur teknologi yang “baru lahir”, juga perang eksternal serta internal yang berlangsung hampir 100 tahun. Awal dari pengembangan program ruang angkasa Cina terus tersendat dan mengalami kegagalan di setiap langkahnya. Hingga pada tahun 1970-an Cina berhasil untuk meluncurkan satelit pertamanya, *Dongfanghong-1*, menggunakan peluncur domestik *Changzheng-1*. Pencapaian ini menjadikan Cina sebagai negara ke-5 yang mencapai kemampuan peluncuran secara independen.

Sepeninggal Mao Zedong pada 1976, *Four Modernizations program* Cina diadopsi menjadi dasar kebijakan negara. Hal ini bertolak belakang dengan ideologi kolektivisme Mao yang cenderung membawa kesengsaraan dan kemiskinan. *Four Modernizations program* tidak hanya mendorong perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, tetapi juga berarti membuka kembali Cina ke dunia internasional. Pada akhir tahun 1992, Komisi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Cina mengungkapkan rencana penerbangan ruang angkasa berawak pada tahun 2000, dan disusul dengan pembangunan stasiun ruang angkasa setelahnya. Pada bulan September tahun 1992, *roadmap* masa depan penerbangan berawak Cina diresmikan sebagai *Project 921* (Seedhouse, 2010).

Hingga dewasa ini, Cina masih berambisi dan memfokuskan program antariksanya dalam pengembangan program ruang angkasa berawak. Keberhasilan pengembangan teknologi dan program antariksa ini kemudian menjadi motivasi bagi Cina untuk terus melakukan pengembangan hingga pada tahun 2020, Cina mampu bersaing bersama dengan Amerika Serikat sebagai negara pemilik teknologi dan program ruang angkasa ternama di dunia.

### **2.2.2 *The Rising Dragon: Cina di Ruang Angkasa***

Januari 2007, Cina untuk pertama kali berhasil melakukan uji energi kinetic, *Direct-Ascent Anti-Satellite* menjadi negara ketiga yang berhasil di dunia bersama dengan Rusia dan Amerika Serikat (Hays, 2011). Pada 15 Oktober 2003, Cina secara independent telah berhasil mengorbitkan astronot pertamanya atau disebut dengan *taikonaut*, di kapsul *Shenzhou V*. Pencapaian ini kemudian mengizinkan Cina bergabung dengan Amerika Serikat dan Rusia di klub eksklusif negara-negara yang mampu melakukan penerbangan ruang angkasa berawak. Dan di bulan yang sama, tepatnya pada 30 Oktober, Cina bersama dengan Uni Eropa menandatangani perjanjian yang menjadikan Cina sebagai *stakeholder* dalam program satelit navigasi *Galileo* milik Uni Eropa yang berkemungkinan untuk menjadi *rival* dari sistem GPS atau *Global Positioning System* milik Amerika Serikat (Johnson-Freese, *Space as a Strategic Asset*, 2007).

Secara regional peran Cina telah berubah, sejak tahun 2000. Citra Cina sebagai pengganggu berubah menjadi Cina sebagai kekuatan regional. Status regional yang didapatkan oleh Cina diawali dengan keberhasilannya melakukan peluncuran *Shenzhou V* (Johnson-Freese, 2007). Bukti kuat menunjukkan bahwa

Cina berupaya mengembangkan berbagai kemampuan *counter-space* dan telah melakukan beberapa tes seperti *rendezvous and proximity operations (RPO)* yang berpotensi menghasilkan kemampuan *Anti-Satellite Weapons (ASAT)*. Diperkirakan Cina memiliki setidaknya satu hingga tiga program yang sedang berjalan dalam mengembangkan kemampuan *Direct Ascent Anti-satellite (DA-ASAT)* sebagai sistem *counter-space* (Secure World Foundation, 2021). Cina juga berpotensi memiliki kemampuan *Electronic Warfare (EW)* yang tergolong kedalam instrumen militer.

Pada tahun 2018, Cina mengoperasikan 122 satelit yang terdiri atas *intelligence, surveillance, reconnaissance, dan remote sensing*. Selain itu, Cina juga mengoperasikan 38 satelit komunikasi. Dari total 121 satelit yang terdiri atas satelit milik 6 negara, 28 diantaranya adalah milik Cina. Dan untuk satelit *Scientific, Technology Development, dan lain sebagainya*, Cina menempatkan total 62 satelit di orbit (National Air and Space Intelligence Center, 2018). Dari data yang diperoleh pada tahun 2022, Cina memiliki total 541 satelit yang beroperasi (Union of Concerned Scientists, 2022). Cina telah menjadi “*one of the top global space powers*”.

Dalam beberapa dekade terakhir, Cina telah membuat kemajuan yang signifikan dalam memajukan kemampuan luar angkasanya dan hingga saat ini masih terus berupaya untuk mengembangkannya. Meskipun Cina berstatus sebagai negara berkembang yang hanya memiliki pendapatan perkapita sejumlah \$1,293, Cina berambisi untuk meluncurkan stasiun antariksa, mendaratkan astronot di bulan, dan bahkan memulai misi berawak ke Mars (Seedhouse, 2010). Diperkirakan,

sekitar tahun 2020-an kemampuan ruang angkasa nasional Cina akan mengalami kebangkitan dan kematangan yang signifikan. Sistem *BeiDou*<sup>2</sup> yang merupakan versi GPS milik Cina telah beroperasi secara global. Cina telah terbukti membuat pencapaian yang menarik dan saat ini telah menempati peringkat diantara negara-negara maju dunia. Pada abad ke-21, Cina akan terus berusaha untuk mempromosikan pengembangan industri antariksa dan berkontribusi yang signifikan dalam penggunaan luar angkasa (the State Council of the People's Republic of China, 2000).

### **2.2.3 Program-Program Pengembangan Teknologi Antariksa Cina: CNSA**

*China National Space Administration* atau CNSA merupakan badan nasional Cina yang bertanggung jawab atas pengelolaan kegiatan luar angkasa untuk penggunaan sipil dan kerjasama antariksa internasional dengan negara lain. Secara garis besar, CNSA bertujuan untuk mengkoordinasikan kegiatan ruang angkasa Cina. CNSA didirikan pada tahun 1993 yang terdiri dari empat departemen, diantaranya: Perencanaan Umum; Rekayasa Sistem; Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Pengendalian Mutu; dan Luar Negeri (Encyclopædia Britannica, Inc, 2022). Berbeda dengan badan antariksa lain di seluruh dunia, CNSA tidak terlibat dengan *International Space Station* (ISS), bahkan pada kenyataannya, mereka memiliki stasiun antariknya sendiri (Howell, 2016). CNSA memiliki berbagai fungsi diantaranya (China National Space Administration, 2018):

1. Mempelajari dan merumuskan kebijakan serta regulasi industri keantariksaan;

---

<sup>2</sup> Sistem Satelit Navigasi Cina

2. Mempelajari dan merumuskan program dan rencana pengembangan industri keantariksaan;
3. Mengorganisir serta mengimplementasikan proyek dan program-program besar keantariksaan;
4. Menunjukkan, menyetujui, menerapkan dan mengawasi proyek penelitian ilmiah ruang angkasa sipil;
5. Mengelola kerja sama antariksa internasional, dan berpartisipasi dalam organisasi internasional terkait dan kegiatannya atas nama pemerintah Tiongkok.

Dari kelima fungsi diatas, pada kenyataannya CNSA memiliki otoritas yang cukup kecil. Sehingga fungsi utama dari CNSA tampaknya sebagai media berinteraksi dengan badan antariksa asing (Hays, 2011).

### **2.3 Fenomena Space Debris**

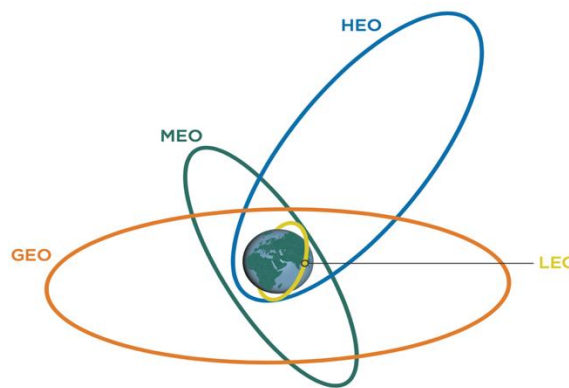
Pada paruh pertama abad ke-20, sebelum benda buatan manusia diluncurkan keruang angkasa, beberapa ilmuwan menyampaikan bahwa di ruang sekeliling bumi telah dipenuhi oleh potongan-potongan kecil atau puing-puing alami yang tidak terdeteksi dan akan menghambat penerbangan luar angkasa berawak. Puing-puing alami ini disebut dengan *natural debris* yang berupa populasi meteoroid (Hall, 2014). Seiring berjalannya waktu, mulai muncul populasi puing-puing lain. Berbeda dengan meteoroid, puing-puing ini merupakan buatan manusia. Istilah puing-puing ini disebut sebagai *space debris* atau *orbital debris* atau sampah antariksa. Sebagian besar sampah antariksa buatan manusia berada di sekitar orbit bumi sehingga juga disebut dengan *orbital debris* (NASA.gov, 2021). Menurut

*Inter-Agency Space Debris Coordination Committee* atau *IADC* (1999), definisi sampah antariksa yaitu puing-puing hadir dari kegiatan eksplorasi dan penggunaan antariksa oleh manusia yang sudah tidak berfungsi lagi yang berada di ruang angkasa berupa fragmen-fragmen dan elemen-elemennya, yang berada di orbit bumi atau memasuki kembali ke dalam atmosfer bumi. Puing-puing sampah antariksa bisa berupa bintik kecil cat atau potongan logam yang terlepas dari pesawat antariksa, atau bahkan berupa satelit utuh yang sudah tidak lagi berfungsi. Sampah-sampah ini bisa berupa bagian roket yang dibuang dan tidak berfungsi lagi, kepingan cat mikroskopis, ataupun puing-puing pecahan yang dihasilkan dari pertabrakan antar satelit di luar angkasa (Encyclopædia Britannica Inc., 2019). Tidak hanya itu saja, sampah antariksa juga bisa berupa benda-benda kecil yang ditinggalkan dari kegiatan eksplorasi ruang angkasa seperti, cat yang mengelupas, mur, baut, kantong-kantong sampah, tutup lensa, obeng, bahkan spatula (National Geographic, 2019).

Ruang angkasa sangatlah luas, akan tetapi orbit bumi terbatas. Aktivitas luar angkasa manusia sebagian besar terkonsentrasi di tiga wilayah ketinggian orbit bumi (Gambar 2.1). Wilayah tersebut adalah *Low Earth Orbit (LEO)*, *Semi-Synchronous Orbit*, dan *Geosynchronous Earth Orbit (GEO)*. *Low Earth Orbit* merupakan wilayah yang paling dekat dengan bumi, dengan ketinggian antara 200-2.000 km, memberikan keuntungan untuk pesawat ruang angkasa otomatis dan komunikasi berkekuatan sinyal tinggi. Sedangkan untuk wilayah *Semi-Synchronous Orbit*, memiliki ketinggian antara 10.000 hingga 20.000 km, yang penting untuk satelit navigasi (GPS) dan komunikasi. *Geosynchronous Earth Orbit*



berketinggian sekitar 36.000 km umumnya digunakan oleh industri komunikasi dan satelit cuaca (Loftus & Portree, 1999). Setiap objek yang ditempatkan di orbit bumi, akan tetap berada di orbit sampai nantinya diperlambat oleh gesekan dari atmosfer bumi untuk secara bertahap memasuki kembali kedalam bumi. Semakin tinggi wilayah orbit, semakin lambat proses tersebut terjadi.



**Gambar 2.1**

Obtained from: Challenges to Security in Space Report (2019)

Dalam setiap peluncuran objek ke ruang angkasa baik itu berupa satelit ataupun pesawat antariksa, terdapat komponen-komponen yang mengalami pelepasan selama proses peluncuran berlangsung. Selain itu kecelakaan juga menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya *space debris*, seperti tabrakan antara objek antariksa satu dengan lainnya maupun antara objek antariksa dengan debris yang sudah ada. Penyebab selanjutnya adalah kesengajaan, dimana objek antariksa dengan sengaja diledakkan atau ditabrakkan dengan objek antariksa lainnya (Kusumaningtyas, 2017).



**Gambar 2.2**

Obtained from: <https://www.iso.org/news/ref4321.html>

Semua benda yang mengorbit di ruang angkasa memiliki potensi untuk mengalami kegagalan ataupun bertabrakan dengan benda-benda lainnya. Pada 29 Juni 1961, satelit *Transit-4A* Amerika Serikat diluncurkan. Setelah berhasil mengirimkan *Transit-4A* ke orbit, *Thor-Ablestar* meledak menjadi setidaknya 298 fragmen yang dapat dilacak, dan hampir 200 diantaranya masih berada di orbit hingga 40 tahun kemudian. Pada Oktober 1965, peledakan secara sengaja dilakukan kepada *Cosmos-50* setelah sebelumnya mengalami kegagalan. Pada tahun 1968, *Cosmos-249* digunakan untuk meledakkan *Cosmos-248* dan menjadikannya sebagai senjata anti satelit atau *anti-satellite weapon* (ASAT) pertama. Pada tahun 1970-an, pertumbuhan populasi sampah antariksa sebagian besar berasal dari serangkaian tes ASAT (Klinkrad, 2006). Peluncuran *anti-satellite weapon* yang dilakukan oleh Cina pada tahun 2007, mendemonstrasikan secara nyata proses terjadinya sampah antariksa. Karena kecepatan yang tinggi, bahkan serpihan kecil pun dapat menyebabkan kerusakan fatal dan kehancuran objek-objek ruang angkasa termasuk pesawat ruang angkasa. Dengan terus berlangsungnya

peluncuran ke ruang angkasa, maka jumlah *space debris* masih akan terus berkembang bahkan hingga saat ini.