

Implementasi Manajemen Aset untuk Peningkatan Kinerja Benda Antariksa Berbasis Teknologi Informasi

Itsna Imroatus Sholihah^{*)}, Eko Wiyatnanto, dan Chusnul Tri Judianto

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

^{*)}E-mail: itsna.imroatus@lapan.go.id

ABSTRAK - Teknologi keantariksaan Indonesia (satelit) terus berkembang sejak pertama kali diluncurkannya satelit PALAPA pada tahun 1976 yang menempatkan Indonesia menjadi negara pertama di Asia yang menggunakan teknologi satelit dalam membangun sistem komunikasi domestiknya. Pengembangan teknologi satelit nasional bertumpu pada lembaga riset nasional yaitu Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) yang hingga saat ini terus mengembangkan satelit berbagai misi untuk memenuhi kebutuhan pengguna nasional. Aset benda antariksa milik LAPAN saat ini adalah tiga satelit mikro yang telah diluncurkan tahun 2007, 2015 dan 2016 yang telah berada di bidang orbit polar dan ekuatorial dengan status masih beroperasi hingga saat ini. Satelit LAPAN ini membawa misi *attitude control demonstration technology experiment, earth surveillance*, sistem monitoring lalu lintas kapal, penginderaan jauh dan sains. Oleh karena itu penanganan aset keantariksaan (satelit) di Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) perlu dikelola secara terukur dan terstruktur dengan manajemen aset yang tepat berbasis *online monitoring system* untuk mempermudah pemantauan kinerja aset antariksa tersebut. Sesuai dengan konvensi internasional terkait pendaftaran benda antariksa tahun 1975 yang telah diratifikasi oleh Indonesia pada tahun 1997 menekankan kewajiban negara mendaftarkan benda antariksanya ke *United Nation Office for Outer Space Affairs (UNOOSA)*. Di dalam Undang-Undang Keantariksaan nomor 21 tahun 2013 Pasal 71 juga telah tersurat bahwa setiap peluncuran benda antariksa dari wilayah republik Indonesia atau yang dimiliki oleh badan hukum Indonesia maka wajib melakukan pendaftaran benda antariksanya ke Lembaga (LAPAN). Sejak tahun 2017, LAPAN ditetapkan oleh UNOOSA sebagai national registry untuk pendaftaran benda antariksa milik negara atau swasta nasional. Pendaftaran benda antariksa nasional ini selain bertujuan untuk memastikan kepemilikan yuridis, monitoring operasional benda antariksa yang diluncurkan juga untuk perencanaan disposal benda antariksa. Penelitian ini mencoba melakukan pembenahan sistem manajemen aset satelit LAPAN menggunakan metoda siklus manajemen aset yaitu *acquire, commission, operation* dan *dispose* dan pengamatan kinerja aset benda antariksa berbasis teknologi informasi (*online monitoring system*) yang terintegrasi dengan data base aset keantariksaan UNOOSA.

Kata kunci: manajemen aset, benda antariksa, satelit mikro LAPAN

ABSTRACT – Indonesian space technology (satellite) has continued to develop since the first launch of the PALAPA satellite in 1976, which placed Indonesia as the first country in Asia to use satellite technology in building its domestic communication system. The development of national satellite technology rests on national research institutions namely Indonesian National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN) which until now continues to develop various missions satellites to meet the needs of national users. Currently, LAPAN's space object assets are three micro satellites which were launched in 2007, 2015 and 2016 and have been in the field of polar and equatorial orbit with the status still in operation. The LAPAN satellites bring the mission of attitude control demonstration technology experiment, earth surveillance, shipping traffic monitoring systems, remote sensing and science. Therefore the handling of space assets (satellite) in LAPAN needs to be managed in a measured and structured manner with appropriate asset management based on online monitoring systems to facilitate monitoring of the performance of space assets. In accordance with international conventions related to the registration of space objects in 1975 which has been ratified by Indonesia in 1997 emphasizing the obligation

of the state to register its space objects into the United Nation Office for Outer Space Affairs (UNOOSA). In the law number 21 of 2013 on Space, it is also stated that every space object launch from the territory of the Republic of Indonesia or owned by an Indonesian legal entity is obliged to register its space objects to the Institute (LAPAN). Since 2017 LAPAN was established by UNOOSA as the national registry for the registration of state-owned or national private sector space objects. Besides aiming to ensure juridical ownership, the registration of national space object aims to monitor the operation of space objects launched and space object disposal planning. This research attempts to reform the LAPAN satellite asset management system using the asset management cycle method (acquire, commission, operation and dispose) and monitoring the performance of space object asset based on information technology (online monitoring system) that is integrated with the UNOOSA space assets database.

Keywords: asset management, national registry, LAPAN satellite micro

1. PENDAHULUAN

LAPAN adalah satu-satunya Lembaga riset nasional yang memiliki tugas dan fungsi untuk mengembangkan dan memanfaatkan teknologi penerbangan dan antariksa secara nasional, bertanggung jawab dalam proses penelitian dan pengembangan teknologi penerbangan dan antariksa serta pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dan teknologi atmosfer dan sains antariksa. Hasil litbang LAPAN inilah yang kemanfaatannya digunakan oleh seluruh masyarakat umum, akademisi, litbang dan industri. Salah satu hasil litbang keantariksaan yang saat ini sedang dikembangkan adalah litbang teknologi satelit.

Aset benda antariksa seperti satelit yang merupakan hasil litbang keantariksaan yang dibangun dengan biaya tinggi, resiko tinggi dan teknologi tinggi ini tentu memerlukan perencanaan, pengelolaan hingga pemanfaatan aset yang sangat terukur dan terstruktur juga kemanfaatannya bagi masyarakat. Dengan menggunakan fasilitas stasiun kendali dan penerima satelit (*Mission Control Centre*), seluruh satelit yang diluncurkan ke orbit dapat dimonitor, dikendalikan dan dimanfaatkan sesuai misi yang dibawanya.

Perlakuan aset berwujud yang keberadaannya di antariksa tentu sangat berbeda dibanding aset berwujud yang keberadaannya di bumi. Perlakuan aset berwujud yang keberadaannya di bumi dapat dilihat dalam Peraturan Pemerintah Nomor 27 tahun 2014 tentang pengelolaan barang milik negara/daerah yang menjelaskan bahwa barang milik negara adalah semua barang yang dibeli atau diperoleh atas beban anggaran pendapatan dan belanja negara atau berasal dari perolehan lainnya yang sah sehingga pengelolaannya didasarkan pada asas fungsional kepastian hukum, transparansi, efisiensi, akuntabilitas dan kepastian nilai. Sementara aset berwujud yang keberadaannya di antariksa diatur dalam perjanjian internasional terkait pemanfaatan antariksa yang mengatur penggunaan aset yang ditempatkan di antariksa yaitu *outer space treaty 1967, rescue agreement 1968, liability convention 1972, registration convention 1975* dan *moon agreement 1979*. Hal ini dilakukan karena antariksa (*outer space*) merupakan kekayaan umat manusia dan bukan merupakan teritori suatu negara, sehingga pengelolaan aset benda antariksa harus dilakukan dengan sangat hati-hati memperhatikan semua perjanjian internasional yang sudah disepakati.

Dalam pengelolaan aset benda antariksa perlu diimplementasikan sistem manajemen aset yang tepat sejak dilakukan perencanaan dan pengadaan (*acquire*), pengujian dan pengawasan (*commission*), operasi dan perawatan (*operate*) dan pemusnahan (*dispose*) yang setiap langkah pelaksanaan kegiatannya dilakukan secara transparan. Monitoring kinerja benda antariksa adalah proses penting untuk meyakinkan berfungsinya sistem satelit, pelaksanaan misi, hasil misi dan pemanfaatan misi satelit yang dapat diinformasikan secara berkala kepada *share holder* (pemerintah). Oleh karena itu selain membenahan manajemen aset benda antariksa juga pengamatan kinerja aset tersebut secara berkala dan

berkelanjutan hingga akhir masa pakai dan dilakukan disposal aset, maka dibangun sistem pengamatan aset benda antariksa berbasis teknologi informasi (*online monitoring system*) yang terintegrasi dan dapat melakukan pertukaran data secara otomatis (*interoperable*) dengan data base aset benda antariksa *United Nation Office for Outer Space Affairs* (UNOOSA).

Dalam pengembangan sistem manajemen aset berbasis teknologi informasi ini masih terbatas pada manajemen aset benda antariksa milik LAPAN yaitu LAPAN-TUBSAT, LAPAN-A2/ORARI, dan LAPAN-A3/IPB. Selanjutnya akan dikembangkan untuk menangani aset benda antariksa nasional milik Indonesia. Untuk itulah maka pembenahan manajemen aset benda antariksa berupa satelit yang merupakan aset LAPAN saat ini akan dilakukan dengan mengimplementasikan teknologi informasi untuk peningkatan efektifitas dan efisiensi manajemen aset dan pengamatan kinerja aset benda antariksa.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Benda Antariksa dan Perjanjian Internasional dalam Pemanfaatan Antariksa

Wilayah udara dan antariksa telah menjadi sumber daya yang penting bagi kehidupan manusia sehingga antariksa yang merupakan sumber daya terbatas harus dijaga dan dimanfaatkan secara bersama untuk kebutuhan umat manusia. Oleh karena itu dalam perjanjian bersama negara-negara dalam koordinasi UNOOSA, diberikan kebebasan untuk melakukan eksplorasi dan memanfaatkan antariksa hanya untuk tujuan damai. Beberapa instrumen hukum internasional yang mengatur pemanfaatan antariksa tersebut adalah:

- a. *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies 1967*, disingkat *The Outer Space Treaty 1967*, mengatur tentang kegiatan negara-negara dalam eksplorasi dan penggunaan antariksa termasuk bulan dan benda-benda langit lainnya-
- b. *Agreement on the Rescue of Astronauts, the Return of Astronauts and the Return of Object Launched into Outer Space 1968 (Rescue Agreement 1968)*, mengatur tentang pertolongan serta pengembalian astronot dan pengembalian benda-benda yang diluncurkan ke antariksa.
- c. *Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects 1972 (Liability Convention 1972)*, instrumen hukum ini mengatur tentang tanggung jawab internasional terhadap kerugian yang disebabkan oleh benda-benda antariksa.
- d. *Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space 1975 (Registration Convention 1975)*, mengatur tentang registrasi objek yang diluncurkan ke antariksa untuk membantu mengidentifikasi objek-objek yang telah diluncurkan ke antariksa.
- e. *Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies (Moon Agreement 1979)*.

The Outer Space Treaty 1967 merupakan perjanjian yang dibentuk oleh negara-negara peserta perjanjian dengan tujuan untuk mengatur hak, kewajiban, dan larangan bagi negara-negara dalam melaksanakan kegiatan eksplorasi dan pemanfaatan antariksa, termasuk bulan dan benda-benda langit lainnya. Sesuai perjanjian dalam *The Outer Space Treaty 1967* tersebut, kegiatan eksplorasi dan pemanfaatan antariksa pada dasarnya secara eksklusif hanya untuk tujuan damai, sehingga bentuk kegiatan yang ditujukan untuk kepentingan militer merupakan pelanggaran atas perjanjian ini. Perjanjian ini juga dibuat untuk mencegah tuntutan-tuntutan kedaulatan di antariksa oleh negara-negara secara individu dan untuk membuat ketentuan dalam memanfaatkan antariksa secara damai tanpa memandang tingkat ekonomi atau perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi suatu negara.

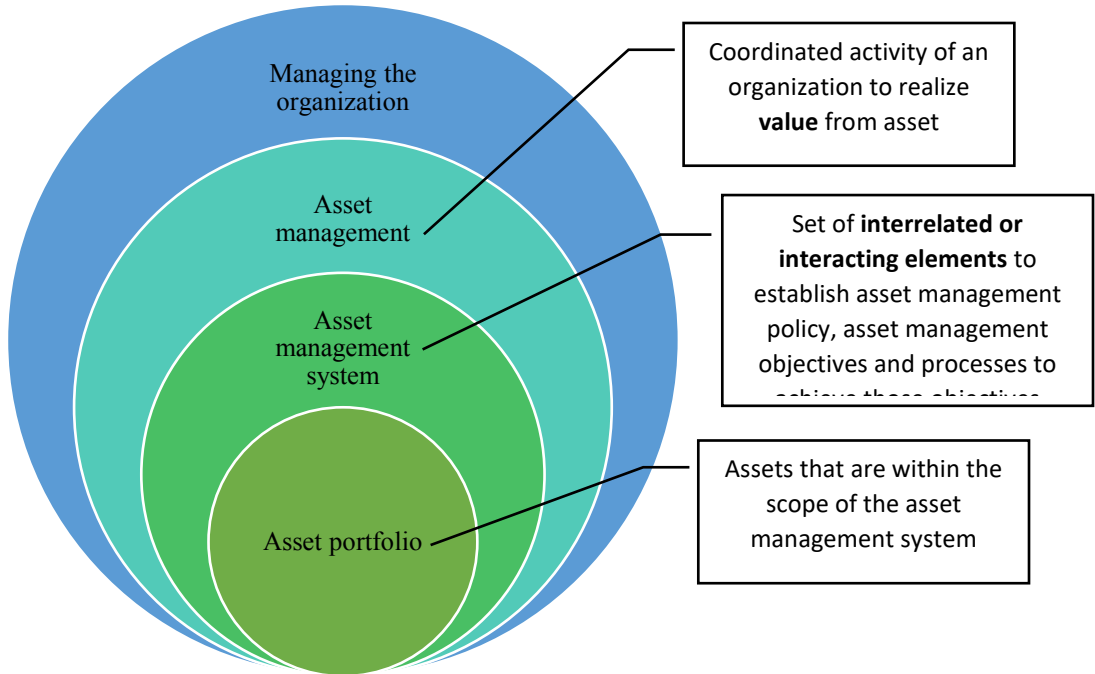
Dalam pemanfaatan antariksa tersebut, banyak negara maju yang memiliki teknologi tinggi ingin menggunakan antariksa dengan meluncurkan teknologi satelit buatannya. *The Outer Space Treaty 1967* juga menyebutkan kepentingan pendaftaran objek-objek yang diluncurkan ke antariksa. Perjanjian internasional terkait pendaftaran benda antariksa ini dengan jelas tertuang dalam *Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space 1975 (Registration Convention 1975)* yang telah diratifikasi oleh Indonesia pada tahun 1997. Menurut Verschoor dan Diederiks dalam Nessia (2018), *Registration Convention 1975* memiliki dua fungsi penting untuk menciptakan pemanfaatan antariksa untuk tujuan damai, yaitu pertama: pendaftaran yang dibuat dengan baik dan lengkap akan dapat meminimalkan kemungkinan dan bahkan kecurigaan terhadap penggunaan senjata pemusnah massal yang dimasukkan secara sembunyi ke orbit, dan kedua: tanpa sistem registrasi internasional tidak mungkin dapat mengidentifikasi objek antariksa mana yang menyebabkan kerusakan.

2.2 Manajemen Aset

Menurut Hidayat (2012), aset dalam pengertian hukum adalah benda, yang terdiri dari benda tidak bergerak dan benda bergerak, baik yang berwujud (*tangible*) ataupun yang tidak berwujud (*intangible*), yang tercakup dalam aktiva/kekayaan atau harta kekayaan dari suatu instansi, organisasi, badan usaha atau individu perorangan. Menurut *International Standard* (2014) pada ISO 55000 tentang manajemen aset, aset merupakan “*an item, thing or entity that has potential or actual value to an organization*” atau sebuah barang, benda atau entitas yang memiliki nilai potensial atau aktual bagi organisasi. Nilai tersebut berbeda-beda antar setiap organisasi tergantung dari pemanfaatannya dan dapat berwujud atau tidak berwujud serta berupa nilai secara finansial maupun non-finansial. Sedangkan Siregar (2006) menambahkan bahwa aset memiliki nilai ekonomi, nilai tukar, serta nilai komersial.

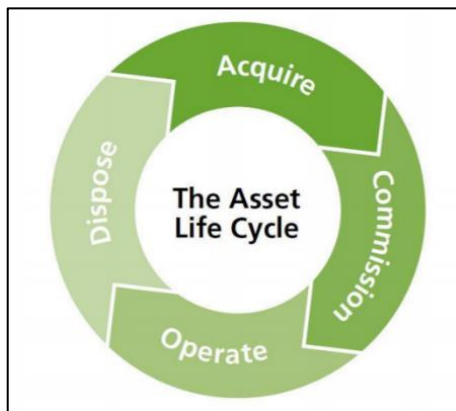
Ricky W. Griffin mendefinisikan manajemen sebagai sebuah proses perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian, dan pengontrolan sumber daya untuk mencapai sasaran (*goals*) secara efektif dan efisien. Efektif berarti bahwa tujuan dapat dicapai sesuai dengan perencanaan, sementara efisien berarti bahwa tugas yang ada dilaksanakan secara benar, terorganisir, dan sesuai dengan jadwal (Batlajery, 2016). Sementara itu manajemen aset diartikan sebagai suatu kesatuan yang terdiri dari berbagai aset yang membentuk suatu sistem dalam *life-cycle* yang menjamin keberlangsungan pendapatan suatu organisasi dengan memastikan kualitas layanan (*serve*) dan standar keamanan operasional (Schuman, 2005). Manajemen aset penting dilakukan karena dapat membantu organisasi dalam mengetahui tingkat kinerja siklus hidup aset, termasuk operasional aset, ketersediaan aset, *reliability*, dan kualitas aset tersebut (Davis, 2012). Dalam ISO 55000 dijelaskan bahwa manajemen aset dapat memberikan jaminan bahwa aset yang digunakan akan memenuhi tujuan organisasi. Jaminan tersebut berlaku untuk aset, manajemen aset dan sistem manajemen aset (International Standard, 2014).

Sistem manajemen aset adalah serangkaian elemen yang saling terkait dan berinteraksi dalam suatu organisasi untuk membentuk suatu kebijakan dan tujuan, serta proses untuk mencapai tujuan tersebut. Serangkaian elemen tersebut dapat dijadikan sebagai *tools* termasuk kebijakan, rencana, proses bisnis dan sistem informasi, yang saling terintegrasi untuk memberikan jaminan bahwa aktivitas kegiatan manajemen aset dapat mencapai tujuan yang diharapkan. Sistem manajemen aset juga digunakan oleh organisasi untuk mengarahkan, mengkoordinasikan, serta mengontrol aktivitas manajemen aset. Namun tidak semua aktivitas manajemen aset tercakup dalam sistem manajemen aset. Terdapat beberapa aspek yang dikelola oleh organisasi menggunakan pengelolaan di luar sistem manajemen aset (International Standard, 2014). Keterkaitan manajemen aset dan sistem manajemen aset tergambar dalam model relasi sebagai berikut:



Gambar 2.1 Keterkaitan antara manajemen aset dan sistem manajemen aset
(sumber: *International Standard*, 2014)

Siklus manajemen aset mempertimbangkan semua pilihan dan strategi manajemen sebagai bagian dari siklus hidup aset. Seperti dijelaskan dalam *International Standard* (2014) pada ISO 55000 bahwa siklus hidup aset atau *Asset Life Cycle* merupakan tahapan-tahapan serta kegiatan yang dilakukan dalam pengelolaan aset. Siklus hidup aset dilakukan secara terus-menerus selama aset masih berada dalam masa hidup aset yaitu sejak aset dihitung aktif hingga mencapai akhir masa pakai yang telah ditentukan oleh sebuah organisasi.



Gambar 2.2 Siklus hidup aset
(Sumber: Davis, 2012)

Menurut Davis (2012), konsep kunci dalam manajemen aset adalah adanya siklus hidup aset yang layak dicermati. Terdapat banyak cara dalam menggambarkan proses siklus hidup aset, namun secara garis besar dapat direpresentasikan dalam 4 tahapan berikut:

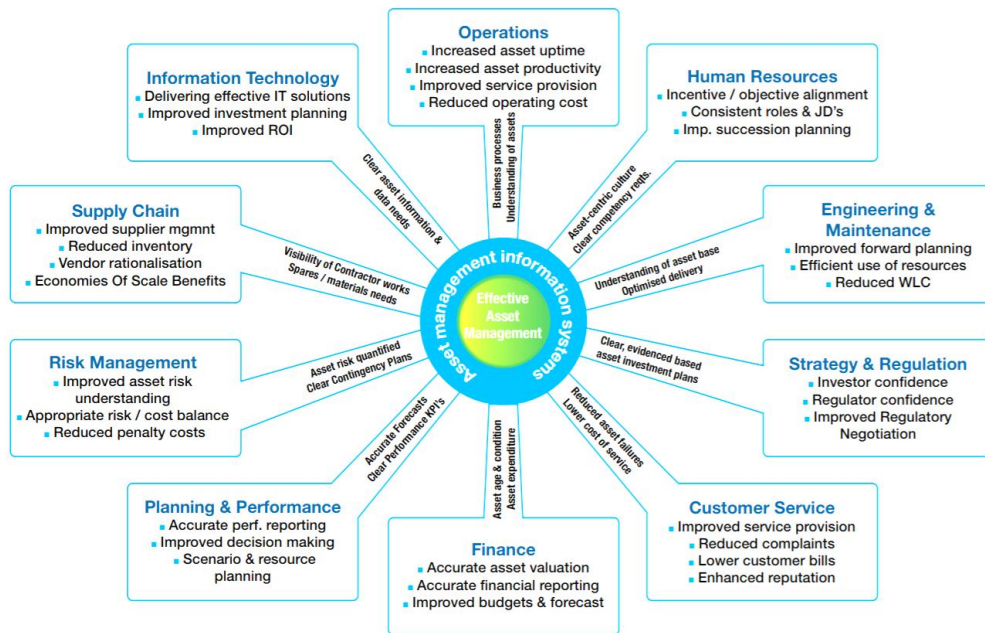
- a. *Acquire*
Mencakup segala aktivitas yang berkaitan dengan proses perencanaan, perancangan dan pengadaan aset. Tujuan dari aktivitas tersebut adalah memastikan agar aset yang digunakan sesuai dengan fungsi dan hasil yang diharapkan.
- b. *Commission*
Mencakup segala aktivitas yang bertujuan untuk mengawasi dan memastikan bahwa aset dapat berfungsi dengan baik pada awal operasionalnya dan dapat digunakan untuk operasional organisasi. Aktivitas yang dimaksud dapat berupa pemasangan, pembangunan, pembuatan dan sebagainya.
- c. *Operate*
Aktivitas ini merupakan bagian terpenting dari siklus hidup aset yaitu tahapan dimana aset dioperasikan dan memberikan fungsi dan hasil yang diharapkan organisasi. Tahapan ini mencakup proses pengawasan, pemeliharaan, perbaikan dan peningkatan potensial yang bertujuan untuk memenuhi setiap perubahan yang terjadi.
- d. *Dispose*
Mencakup segala aktivitas yang dilakukan untuk memastikan bahwa penanganan terhadap aset yang telah habis masa pakainya tidak mengganggu sistem manajemen aset yang tengah berjalan. Rangkaian aktivitas tersebut dapat berupa pembuangan, pemusnahan, atau pendaurulangan aset, maupun menentukan kebutuhan dalam operasional ketika rangkaian proses tersebut dilakukan.

2.3 Teknologi Informasi dalam manajemen aset benda antariksa

Dalam era revolusi industri 4.0 dimana teknologi informasi menjadi perangkat utama dalam mendorong seluruh aktivitas manusia dilakukan berbasis internet atau teknologi *internet of thing* (IOT), sehingga pada akhirnya internet menjadi penentu (*enabler*) setiap aktivitas bisnis dan menjadi sebuah keniscayaan. Teknologi IOT memungkinkan terjadinya komunikasi antar mesin melalui jaringan internet dalam skala besar dan luas salah satunya adalah penggunaan teknologi IOT untuk membangun sistem monitoring terhadap seluruh perangkat yang dilakukan secara digital dan terkoneksi jaringan internet. Pesatnya perkembangan kebutuhan manusia akan internet ini akhirnya akan memaksa terbangunnya sistem yang tersusun dari jutaan sistem yang saling mendukung dan dapat beroperasi bersama (*interoperability*), terkoneksi secara jaringan (*network connected*) dan terintegrasi (*integrated*). Penggunaan teknologi IOT ini dalam litbang keantariksaan dilakukan dalam industri keantariksaan seperti smart farming, navigasi berbasis satelit, mitigasi bencana yang semuanya merupakan integrasi antara jaringan internet, sensor dan sistem komunikasi satelit.

Sementara penerapannya dalam manajemen aset dapat berupa pengembangan sistem data dan informasi yang terintegrasi dengan beberapa sistem data base yang dibutuhkan untuk diolah menghasilkan informasi terkait aset yang dibutuhkan, monitoring aset, juga dapat melakukan pengolahan data berbasis teknologi *artificial intelligence* (AI) dimana secara otomatis melakukan proses *planning*, *learning* dan *problem solving* (*machine learning*) dengan menggunakan data yang diberikan. Manajemen aset benda antariksa yang dibangun akan sangat membantu dalam melakukan tata kelola aset karena semua dokumen terkait aset sudah dilakukan digitalisasi dan tersimpan dengan aman di dalam data base. Sementara sistem informasi yang dibangun merupakan sistem terintegrasi dengan prinsip interoperabilitas dengan sistem informasi dan data base dari beberapa sumber data (wali data)

dan informasi lainnya. Sehingga informasi yang dihasilkan dapat dipertanggungjawabkan validitasnya dan dapat diakses oleh publik atau sesuai kewenangan yang diberikan.



Gambar 2.3 Penggunaan teknologi informasi pada sistem manajemen aset
(Sumber: Westall, 2014)


3. TATA KELOLA KINERJA ASET KEANTARIKSAAN LAPAN

3.1 Aset Benda Antariksa LAPAN

Salah satu teknologi keantariksaan yang terus dikembangkan LAPAN karena tuntutan kebutuhan bangsa dan masyarakat Indonesia adalah teknologi satelit. Pemanfaatan teknologi ini sudah menjadi kebutuhan dasar dalam aktivitas hidup manusia. Indonesia yang merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan ribuan pulau dengan keanekaragaman hayati didalamnya menjadikan teknologi satelit merupakan perangkat utama dalam membangun sistem komunikasi domestik, alat bantu observasi bumi, navigasi, militer dan sains yang andal. Hingga tahun 2019, LAPAN telah mengembangkan tiga satelit kelas mikro (10-500 kg) dengan berbagai jenis misi yang dibawanya seperti *surveillance*, komunikasi radio amatir, monitoring lalu lintas kapal (shipping traffic monitoring), observasi bumi (remote sensing). Pengembangan teknologi satelit mikro LAPAN sudah dilakukan sejak tahun 2003 dan berhasil pertama kali diluncurkan satelit mikro LAPAN-TUBSAT pada tahun 2007 hasil kerja sama LAPAN dengan *University of Technology Berlin* (TU Berlin) Jerman yang membawa misi demonstrasi teknologi kendali sikap (*attitude control system*) yang menggunakan kamera video untuk misi pengamatan bumi (*earth surveillance*). Selanjutnya dikembangkan satelit LAPAN-A2/ORARI yang diluncurkan pada tahun 2015 membawa misi pengamatan bumi (*earth surveillance*), pengamatan lalu lintas kapal dan navigasi serta komunikasi amatir untuk mitigasi bencana yang beroperasi di orbit dekat ekuator (*near equatorial orbit*). Pada tahun 2016 diluncurkan satelit LAPAN/A3-IPB yang merupakan satelit mikro pertama

yang memanfaatkan teknologi kamera imager untuk misi penginderaan jauh untuk observasi bumi yang bekerjasama dengan Institut Pertanian Bogor (IPB) untuk observasi pertanian, perkebunan, kehutanan dan kelautan. Gambar 3.1 memperlihatkan tiga satelit mikro yang dibuat oleh LAPAN dengan spesifikasi khusus untuk mendukung misi yang dibawa oleh masing-masing satelit tersebut untuk kemanafaatannya bagi masyarakat.

Pengembangan lanjut teknologi satelit LAPAN dalam 5-10 tahun ke depan difokuskan pada misi *surveillance*, observasi bumi berbasis teknologi radar (SAR), telekomunikasi menggunakan konstelasi 9 satelit mikro, radio amatir (*Voice Repeater*) untuk diseminasi informasi saat bencana, monitoring lalu lintas kapal dan navigasi menggunakan teknologi *Automatic Identification System (AIS)*, *Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B)* untuk kendali lalu lintas pesawat dan presisi layanan informasi penerbangan (cuaca, posisi, kecepatan dll), *Automatic Packet Reporting System (APRS)* untuk respon cepat informasi kebencanaan dan *VHF Data Exchange System (VDES)* untuk peningkatan system komunikasi maritim dimana seri satelit mikro LAPAN-A4 dan LAPAN-A5 direncanakan akan diluncurkan pada tahun 2020 dan 2022.



| Parameter | Mission | Video surveillance | Earth Surveillance, NE Maritime Monitoring, Amateur Communications | Imager Remote Sensing Experiment, Global Maritime Monitoring, Science Experiment |
|------------------------------|---------|---|--|--|
| Payload | | Sonny Color Video Camera Kappa Color Video Camera | 4M Pixel Digital Camera AIS, Analog Camera, APRS | 4 Band Push broom Imager, 4M Pixel Digital Camera |
| Spectral Resolution | | RGB Kappa PAL, Color Camera (CCD 700X700 pixel) | RGB Digital Visible Camera (CCD 2048 x 2048 Pixel) | Band 1: 450 – 520 nm Band 2: 520 – 600 nm Band 3: 630 – 690 nm Band 4: 760 – 900 nm |
| Spatial Resolution | | 5 m (3.5 km x3.5 km) 200 m (80 km x 80 km) | 5 m (12 km x 12 km) 5 m (3.5 km x 3.5 km) | 8 m (100 km Swath Width) 6 m (12 km x 12 km) |
| Orbit/Inclination | | 635 km/97.6 °(deg) | 650 km / 8 °(deg) | 650 km/97.6 °(deg) |
| Communication TX Payload TTC | | S Band UHF | S Band UHF | X Band UHF |
| Down Link Rate | | 5 Mbps | 5 Mbps | 105 Mbps |
| Total Weight | | 55 kg | 78 kg | 115 kg |
| Dimension | | 45 x 45 x 27 cm ² | 50 x 47 x 38 cm ² | 55 x 50 x 70 cm ² |
| Launch | | January 10, 2007 | September 27, 2015 | June 22, 2016 |

Gambar 3.1 Aset satelit mikro LAPAN 2007-2019
(Sumber: Judianto, 2013)

Dengan sumber daya litbang mandiri baik SDM, fasilitas litbang dan teknologi dikembangkan LAPAN dalam melanjutkan program kemandirian dalam penguasaan teknologi satelit (Gambar 3.2). Secara bertahap sejak peluncuran satelit pertama LAPAN ditahun 2007, fasilitas litbang teknologi satelit terus dikembangkan dan juga peningkatan kompetensi SDM dari berbagai disiplin keilmuan. Peningkatan kompetensi ini dilakukan dengan berbagai program baik nasional maupun internasional. Sehingga SDM sebagai aset utama LAPAN dalam pengembangan teknologi satelit dapat selalu siap untuk pencapaian program satelit nasional.



Gambar 3.2 Litbang satelit mikro LAPAN

3.2 Sistem Monitoring Kinerja Aset Keantariksaan

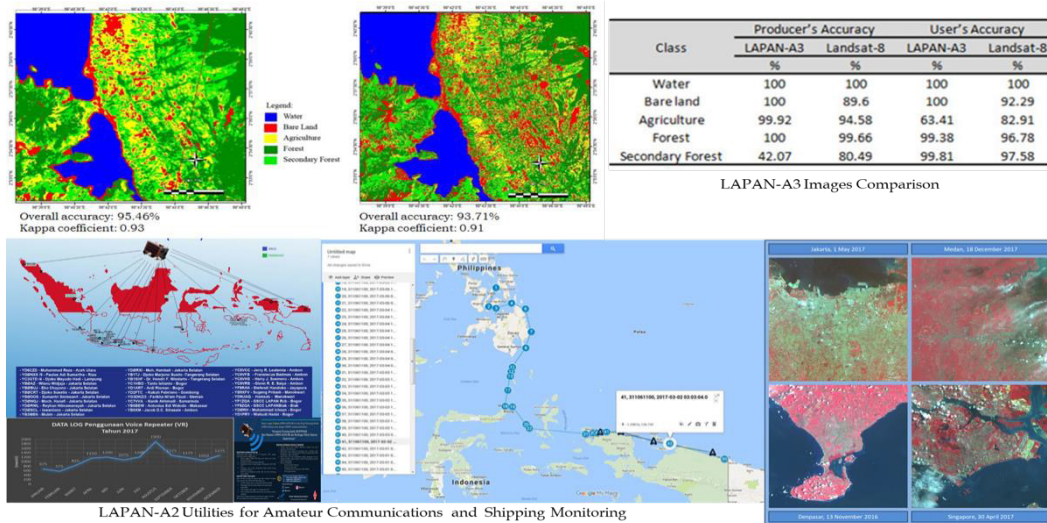
Sebagai upaya untuk meningkatkan hubungan komunikasi internasional berkaitan dengan penggunaan antariksa (*outer space*) dimana setiap benda antariksa ditempatkan seperti halnya satelit LAPAN yang diatur dalam perjanjian internasional melalui *outer space treaty 1975*, *rescue agreement 1968*, *liability convention 1972*, *registration convention 1975* juga pengaturan penggunaan frekuensi radio untuk sistem komunikasi satelit yang dilakukan oleh *International Telecommunication Union (ITU)*, maka LAPAN telah memenuhi kewajibannya untuk melaporkan dan mendaftarkan seluruh aset keantariksaannya (satelit LAPAN) ke *United Nation Office for Outer Space Affair (UNOOSA)* serta satelit nasional lainnya yang telah mengorbit di antariksa.

Sementara itu monitoring aset keantariksaan LAPAN sangat diperlukan untuk memantau perkembangan aset keantariksaan baik kondisi fisik, operasional, kemanfaatannya hingga masa akhir operasinya. Aset antariksa menjadi aset yang unik karena sejak perolehan (*acquire*), dibangun dan dikembangkan dilakukan di bumi tetapi memasuki fase *commissioning* hingga operasional berada di luar angkasa yang secara kasat mata tidak terlihat. Disamping itu penanganan aset keantariksaan ini tidak dapat dilakukan secara sepihak saja oleh pemilik aset tetapi melibatkan banyak pihak terutama dengan negara-negara lain dan institusi internasional. Gambar 3.3 memperlihatkan beberapa aset benda antariksa Indonesia yang telah didaftarkan ke badan dunia UNOOSA sebagai kewajiban negara pengembang dan pengguna teknologi antariksa.

| NO | SATELIT NAME | LAUNCH DATE | OWNERS | REGISTRY DOCUMENT | REGISTRY DATE |
|----|------------------------|-------------|---------------|---------------------|-------------------|
| 1 | PALAPA-C2 | 15-05-1996 | PT.INDOSAT | DOC ST/SG/SER.E/551 | |
| 2 | CAKRAWARTA-1 | 12-11-1997 | PT. MCI | DOC ST/SG/SER.E/551 | |
| 3 | TELKOM-1 | 12-08-1999 | PT.TELKOM | DOC ST/SG/SER.E/551 | August 28, 2008 |
| 4 | GARUDA | 12-02-2000 | PT.ACES | DOC ST/SG/SER.E/551 | |
| 5 | TELKOM-2 | 15-09-2005 | PT.TELKOM | DOC ST/SG/SER.E/551 | |
| 6 | TELKOM-3 | 6-08-2012 | PT. TELKOM | DOC ST/SG/SER.E/661 | December 24, 2013 |
| 7 | LAPAN-TUBSAT | 10-01-2007 | LAPAN | DOC ST/SG/SER.E/793 | |
| 8 | LAPAN-AZ/ORARI | 28-09-2015 | LAPAN | DOC ST/SG/SER.E/793 | February 16, 2017 |
| 9 | LAPAN-A3/IPB | 22-06-2016 | LAPAN | DOC ST/SG/SER.E/793 | |
| 10 | BRISAT | 18-06-2017 | BRI | DOC ST/SG/SER.E/883 | |
| 11 | TELKOM-3S | 14-02-2017 | PT. TELKOM | DOC ST/SG/SER.E/883 | January 24, 2018 |
| 12 | TELKOM-1 (DEORBIT) | 07-12-2017 | PT.TELKOM | DOC ST/SG/SER.E/883 | |
| 13 | TELKOM-4 (MERAH PUTIH) | 07-08-2018 | PT. TELKOMSAT | Submitted to UN | |
| 14 | NUSANTARA SATU | 21-02-2019 | PT. PSN | - | |

Gambar 3.3 Aset benda antariksa Indonesia dalam data base UNOOSA

Monitoring aset benda antariksa LAPAN juga telah dilakukan dengan pencatatan arsip manual yang terpusat pada pusat teknis pelaksana kegiatan dan sesuai prosedur kearsipan maka dokumen arsip yang tergolong sudah tidak aktif (*inactive*) maka akan diserahkan ke tingkat arsip pusat. Seluruh pelaksanaan program keantariksaan secara komprehensif terdokumentasikan dengan baik sejak perolehan hingga informasi pemanfaatan aset dan proses disposal. Hanya saja monitoring saat operasional hingga rencana disposal yang sangat berkaitan dengan institusi dunia (UNOOSA) tidak dapat dimonitor dengan baik. Sehingga lebih lanjut akan dikembangkan sistem manajemen aset yang terstruktur dan terukur dengan melakukan sinkronisasi terhadap data base yang dimiliki UNOOSA. Oleh karena itu pengembangan sistem interoperabilitas dan terintegrasi harus dilakukan baik antar data base benda antariksa LAPAN dengan data base Pusat pengembangan teknologi antariksa di LAPAN yang menjadi data base internal LAPAN dengan sistem data base UNOOSA. Sehingga pertukaran data dan informasi dapat dilakukan dengan terstruktur dan terukur agar ketersediaan (*availability*) dan keakuratan data (*validity*) data dan informasinya dapat terjamin. Sementara manfaat teknologinya bagi masyarakat umum, akademisi, lembaga litbang dan industri terus ditingkatkan dan berdampak langsung bagi penggunanya (gambar 3.4). Selain masyarakat umum yang memperoleh informasi keantariksaan, pengguna teknologi satelit LAPAN lainnya adalah lembaga litbang dan kementerian dalam dan luar negeri seperti KKP, BNPB, BAKAMLA, TU Berlin, ISRO India. Sementara lembaga pendidikan (akademisi) mencakup ITS, UNPATI, IPB dan UNHAS dan beberapa industri (PT.Telkom, PT.PSN).



Gambar 3.4 Hasil pemanfaatan teknologi satelit mikro LAPAN
(sumber: Judianto 2018)

4. ANALISIS

4.1 Manajemen aset Satelit LAPAN berbasis siklus hidup aset (*life cycle asset*)

Proses pembuatan satelit mikro LAPAN tentunya dimulai dari adanya kebutuhan oleh negara akan pentingnya penguasaan teknologi satelit untuk kebanggaan negara (*national pride*), menjamin keutuhan negara kepulauan, menjawab tantangan demografi dan geografi juga peningkatan ekonomi karena teknologi antariksa merupakan sektor teknologi tinggi terkemuka yang menciptakan aktivitas ekonomi yang besar dan mendorong bidang teknologi lainnya (Leloglu dan Kocaoglan 2008). Sehingga penguasaan teknologi antariksa yang salah satunya teknologi satelit akan sangat berdampak pada peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional. Sehingga manajemen aset satelit sejak direncanakan hingga disposal menjadi proses penting dan harus ditangani dengan baik terutama melakukan monitoring perkembangan kinerjanya pada fase operasional dimana satelit telah berada di orbit dan beroperasi sesuai misi yang dibawanya. Informasi terkait kondisi actual satelit, hasil misinya serta pemanfaatan misi satelit harus dapat dimonitor secara berkala.

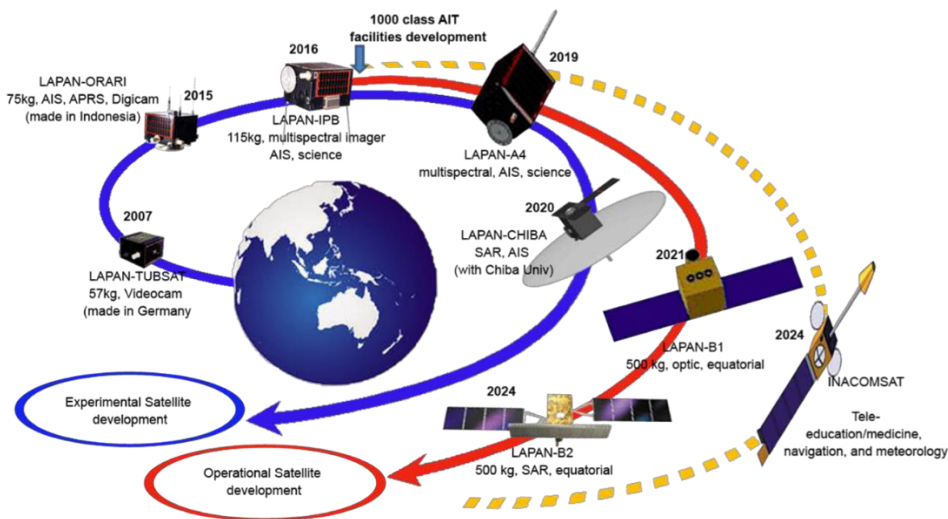
Bila merujuk pada siklus hidup aset yang dikemukakan oleh Davis (2012), maka pengembangan teknologi satelit mikro LAPAN dapat dibagi dalam empat fase penting yaitu:

a. Fase perolehan (*Acquire*)

Fase ini mencakup (perencanaan, perancangan dan pengadaan aset) dan LAPAN telah merencanakan pengembangan satelit mikro untuk kemandirian teknologi satelit nasional sehingga dapat meningkatkan fungsinya untuk memanfaatkan teknologi satelit bagi pembangunan nasional di bidang pertahanan keamanan, ekonomi dan lingkungan hidup dan memberikan pelayanan data dan informasi keantariksaan kepada pengguna (*stakeholder*) dari berbagai institusi pemerintah, swasta, dunia usaha dan masyarakat umum. Di samping itu dalam upaya meningkatkan daya saing di pasar internasional, LAPAN mengembangkan teknologi satelit nasional yang mencakup tiga sasaran utama yaitu: menguasai pembuatan satelit eksperimental kelas mikro (Series A), menguasai pembangunan satelit operasional

kelas mini/small untuk misi pemantauan bumi/penginderaan jauh (Series B), dan menguasai pembuatan satelit komunikasi (Series C) (LAPAN, 2015).

Oleh karena itu LAPAN terus berupaya membangun kemampuan penelitian dan perekayasa teknologi satelit di dalam negeri baik kompetensi SDM, fasilitas litbang, kolaborasi internasional dan dukungan pemerintah dalam membangun kemandirian teknologi satelit untuk misi komunikasi, navigasi dan penginderaan jauh. Perencanaan yang baik telah membuat keberhasilan LAPAN dalam membuat satelit eksperimen LAPAN-Tubsat pertama yang diluncurkan pada tahun 2007 dengan menggunakan roket peluncur satelit milik India PSLV. Secara berkelanjutan, LAPAN juga menyelesaikan satelit kedua yang bernama LAPAN-A2/ORARI yang membawa misi surveillance, monitoring lalu lintas kapal dan komunikasi amatir. Satelit ini diintegrasikan di dalam negeri oleh SDM LAPAN dan diluncurkan pada tahun 2015 yang hingga saat ini masih berfungsi dengan baik juga bermanfaat bagi penggunaannya. Dalam perkembangan berikutnya sesuai perencanaan pengembangan satelit, LAPAN membuat satelit LAPAN-A3/IPB bekerjasama dengan Institut Pertanian Bogor (IPB) untuk penguasaan teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) yang sangat dibutuhkan oleh pengguna untuk observasi bumi (pertanian, hutan, kelautan, bencana dll). Setelah penguasaan teknologi remote sensing berbasis kamera optik maka dilanjutkan dengan misi remote sensing berbasis radar atau *Synthetic Aperture Radar* (SAR), juga pengembangan teknologi satelit untuk misi komunikasi, navigasi dan sains dengan meluncurkan satelit lebih dari satu secara simultan dalam satu bidang orbit (*satellite constellation*). Rencana selanjutnya adalah pengembangan satelit remote sensing dan komunikasi operasional dengan bobot lebih dari 500 kg.



Gambar 4.1 Roadmap Satelit LAPAN

(sumber: Pusteksat, 2017)

Proses perencanaan, perolehan dan perancangan (*acquire*) selanjutnya dapat dimonitor proses kerjanya, hasil kerja dan kualitas pekerjaan yang dilakukan dengan melakukan proses

digitalisasi semua produk data dan informasi yang dihasilkan oleh aset benda antariksa dan penerapan teknologi informasi dalam system aplikasi dan data base aset benda antariksa. Dengan berbasis teknologi informasi, maka seluruh data dan informasi dapat disimpan dengan aman dan diproses dengan tingkat validitas yang dapat dipertanggungjawabkan serta dapat diakses secara terbuka kepada *stakeholder* maupun *shareholder* secara *real time*.

b. Fase Pengawasan (*Commission*)

Dalam fase ini, proses pengembangan satelit sudah melewati proses perancangan dan pengadaan komponen dan memasuki proses *assembly integration and test (AIT)*. Proses *ground test* sistem satelit (*flight model*) satelit hingga diluncurkan ke orbit. Pengawasan ini juga dilakukan saat mulai dioperasionalkan system stasiun bumi kendali (TT&C) dan system penerima data misi satelit dengan melakukan berbagai tahapan pengujian baik *ground test* maupun test menggunakan satelit (*in orbit test*).

Pada fase operasi satelit di orbit secara terprogram dilakukan monitoring dan evaluasi terhadap kinerja semua *sub-system* satelit untuk memastikan seluruh system satelit berfungsi dengan baik. Fase ini dapat berlangsung antara 1-3 bulan bergantung pada kompleksitas system satelit yang dibangun. Dalam fase ini semua satelit mikro LAPAN yang diluncurkan dimonitor dari beberapa stasiun bumi kendali yang berada di Indonesia yaitu di Rancabungur Bogor, Kototabang Agam, Parepare Sulsel dan Biak Papua. Sedangkan pada saat operasi misinya dimana data misi seperti citra satelit, video observasi bumi, dan data posisi kapal akan diterima di beberapa stasiun bumi satelit di Indonesia juga di svalbarg, Norwegia yang memiliki kerja sama dengan LAPAN dalam penggunaan stasiun bumi.

Bersamaan dengan proses peluncuran satelit LAPAN dan sesuai dengan *Registration Convention 1975* yang telah diratifikasi oleh Indonesia pada tahun 1997 maka negara wajib mendaftarkan benda antariksanya ke UNOOSA. Oleh karena itu, LAPAN melakukan pengajuan usulan pendaftaran benda antariksa ke UNOOSA melalui Kementerian Luar Negeri dengan melengkapi dokumen pendaftaran benda antariksa yang menyertakan informasi terkait kepemilikan aset benda antariksa, tanggal dan lokasi peluncuran, parameter orbit, misi, dan perubahan kepemilikan aset benda antariksa. Dokumen tersebut akan diverifikasi oleh Kedutaan Besar RI (KBRI) Vienna, Austria dan dikoordinasikan bersama LAPAN dan KBRI Vienna sebelum ditetapkan oleh UNOOSA. Hasil penetapan pendaftaran benda antariksa akan di publikasikan oleh UNOOSA melalui website resmi UNOOSA (www.unoosa.org) yang terintegrasi dengan website LAPAN (www.lapan.go.id). Sesuai dengan usulan negara Indonesia ke UNOOSA tanggal 18 september 2017, maka LAPAN dalam hal ini Pustikpan ditetapkan oleh UNOOSA sebagai *vocal point for the national registry* of Indonesia (COPUOS, 2017). Sehingga seluruh benda antariksa yang diluncurkan dari wilayah Indonesia atau dimiliki oleh negara, swasta nasional atau perorangan maka wajib melaporkan ke LAPAN aktivitas benda antariksa yang ditempatkan di orbit. Selanjutnya LAPAN akan melaporkannya ke UNOOSA sebagai bagian dari kesepakatan internasional.

c. Fase Operasional (*Operation*)

Pengoperasian satelit mikro LAPAN dilakukan terjadwal sesuai perjalanan satelit di orbitnya. Saat ini LAPAN mengoperasikan tiga satelit mikro yaitu satelit LAPAN-Tubsat yang masih digunakan untuk *experiment* kendali sikap yang menggunakan video kamera

(*surveillance*) sebagai muatan satelitnya, satelit LAPAN-A2/Orari yang beroperasi di orbit dekat ekuator (*near equator*) yang memberikan manfaat untuk observasi bumi menggunakan kamera video dan mampu melakukan deteksi posisi kapal sehingga digunakan untuk navigasi lalulintas kapal laut di wilayah dekat ekuator hingga 8 derajat LU dan LS. Satelit lainnya adalah satelit LAPAN-A3/IPB yang melintas di orbit polar dan berfungsi sebagai satelit remote sensing untuk observasi wilayah pertanian, kehutanan dan kelautan. Hasil proses data remote sensing yang dihasilkan digunakan untuk pemetaan wilayah persawahan, perkebunan, kehutanan dan wilayah hasil laut juga sebagai informasi saat terjadi bencana alam.

Fase operasi satelit ini menghasilkan banyak data dan informasi baik terkait kondisi satelit maupun hasil data misi dan informasi yang dapat digunakan oleh pengguna. Oleh karena itu fase operasional ini sangat penting dalam runtutan kerja manajemen aset karena sangat menentukan keberhasilan penggunaan aset yang dioperasikan. Oleh karena itu sentralisasi data dan informasi hasil operasi satelit yang secara digital tersimpan dalam data base dan dapat diakses oleh pengguna maupun menjadi informasi penting bagi pimpinan dalam memonitor kinerja aset yang berada jauh di orbit secara *real time*.

d. Fase Pemusnahan (*Dispose*)

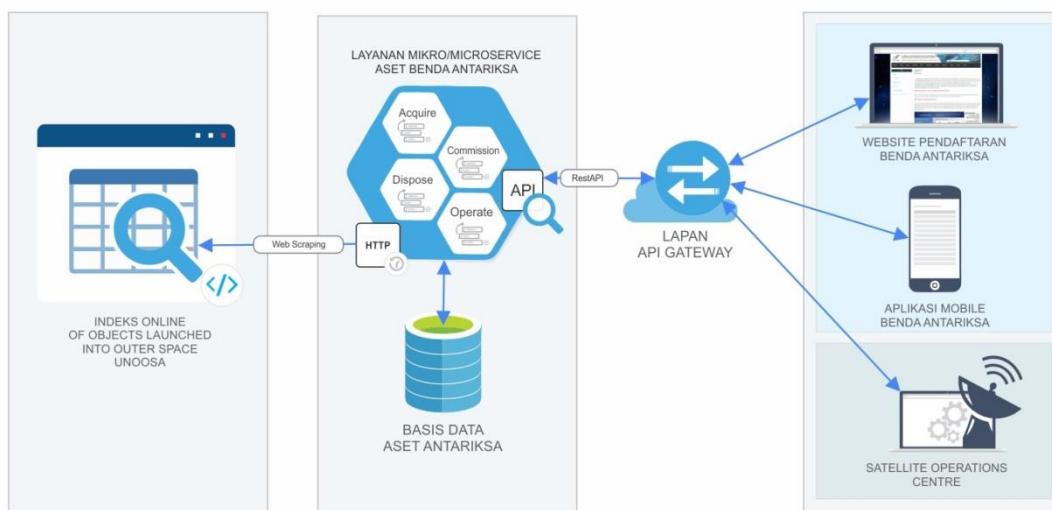
Fase pemusnahan aset tidak dilakukan terhadap aset benda antariksa karena memiliki perlakuan khusus dimana pemusnahannya harus mengikuti aturan dalam perjanjian internasional yang sudah disepakati bersama-sama diantara negara-negara anggota UNOOSA. Pemusnahan yang dilakukan terhadap benda antariksa (satelit) adalah bergantung pada penempatan satelit di orbit. Satelit LAPAN yang berada di orbit rendah (*low earth orbit*) pada ketinggian 300-1000 km ketika selesai usia pakai satelit maka tetap ditempatkan di orbit yang sama dan dinyatakan sebagai sampah antariksa (*debris*) setelah dilaporkan status tidak aktifnya satelit ke UNOOSA. Sementara untuk posisi satelit yang berada di orbit *geostationary orbit* (GEO) diketinggian 36.000 km maka disposal dilakukan dengan menempatkan satelit diposisi *disposal orbit* yang berjarak 300 km dari orbit Geo. Standar operasi disposal satelit inilah yang dilakukan oleh setiap negara pemilik satelit bila melakukan disposal benda antariksanya dibawah regulasi UNOOSA.

Sementara itu pengaturan operasionalisasi satelit di Indonesia berpedoman pada peraturan menteri komunikasi dan informatika Nomor: 13/P/M.KOMINFO/8/2005 tentang Penyelenggaraan Telekomunikasi yang Menggunakan Satelit dan peraturan menteri komunikasi dan informatika nomor: 37/P/M.KOMINFO/12/2006 tentang Perubahannya. Peraturan ini mengatur tentang perizinan penggunaan satelit dan penyelenggaraan satelit Indonesia. Jika satelit Indonesia telah mencapai akhir masa operasi normal atau tidak dapat berfungsi sesuai dengan rencana penggunaannya, maka penyelenggara telekomunikasi Indonesia wajib membuang satelit telekomunikasi dari orbitnya (deorbit) atau memindahkan satelit komunikasi ke lokasi orbit lain jika satelit akan dimanfaatkan kembali dengan prinsip tidak mengganggu satelit lain yang beroperasi. Permenkominfo ini juga sejalan dengan *Registration Convention 1975* bahwa setiap pemilik benda antariksa wajib untuk menginformasikan status operasional satelitnya. Jika satelit tersebut sudah tidak beroperasi, maka harus dilaporkan ke UNOOSA untuk mengubah status operasional menjadi non operasional. Mekanisme yang dilaksanakan oleh LAPAN dalam menginformasikan status

operasional satelit adalah dengan menyampaikan informasi perubahan status operasi (tanggal dan waktu ketika satelit berhenti melakukan fungsi operasional, tanggal dan waktu ketika satelit dipindahkan ke *disposal orbit*).

4.2 Sistem manajemen Aset Benda Antariksa

Sistem aset benda antariksa memiliki rangkaian integrasi data diantaranya database layanan micro/microservice aset benda antariksa, database *satellite operation center*, dan database objek yang diluncurkan ke luar angkasa yang disediakan UNOOSA pada *online index of objects launched into outer space*. Ketiga database tersebut diolah menjadi informasi aset berdasarkan rangkaian siklus aset yang berjalan pada manajemen aset benda antariksa dan dapat dipantau secara *realtime*.



Gambar 4.2 Rancangan Sistem manajemen Aset Benda Antariksa

Pada Gambar 4.2, rancangan pengembangan sistem online monitoring aset benda antariksa memanfaatkan layanan micro (*microservice*) benda antariksa untuk menangkap informasi benda antariksa yang telah terdaftar dan disediakan UNOOSA melalui *online index of objects launched into outer space*. *Microservice* aset benda antariksa ini berfungsi menangkap informasi daftar benda antariksa melalui pencarian berdasarkan kategori negara Indonesia. Dengan menggunakan metode *web scraping* layanan *microservice* aset keantariksaan dapat mempelajari dokumen HTML pada tabel yang tampil pada *online index of objects launched into outer space* UNOOSA dan dengan menentukan teknik menjelajah tag HTML, *microservice* aset benda antariksa dapat mengambil dan mengekstraksi data tersebut dan mengkonversinya menjadi format json yang kemudian disimpan dalam tabel atau basis data. Selain itu, *microservice* benda antariksa juga berfungsi sebagai media penyimpanan informasi terkait aset benda antariksa yang dikelola dan diperbarui berdasarkan siklus aset yang berjalan dari tahap *Acquire* sampai dengan *dispose*. Data yang tersimpan dalam basis data *microservice* aset keantariksaan kemudian disediakan dalam bentuk API (Application Programming Interface) yang menyediakan layanan berupa Rest (*REpresentational State Transfer*). Rest API tersebut dapat secara

realtime dimanfaatkan oleh berbagai layanan yang membutuhkan informasi terkait aset benda antariksa salah satunya adalah layanan website pendaftaran benda antariksa yang menampilkan informasi status benda antariksa yang telah teregistrasi pada UNOOSA. Integrasi dan interoperabilitas data ini dilakukan antara sistem aplikasi dan data base benda antariksa di Pustikpan dengan data base pusat kendali satelit (*Satellite Operation Centre*) di satker Pusteksat yang melibatkan aplikasi dan data base UNOOSA. Sistem inilah yang akan dikembangkan untuk melakukan perbaikan manajemen aset benda antariksa khususnya satelit LAPAN. Sehingga diharapkan monitoring terhadap aset satelit yang berada di orbit dapat dilakukan secara terstruktur dan terukur dengan mengetahui semua data dan informasi kinerja satelit secara *real time* melalui sistem informasi manajemen aset benda antariksa.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan hasil penelitian terhadap proses pelaksanaan manajemen aset benda antariksa berupa aset satelit mikro yang dimiliki LAPAN saat ini dapat disimpulkan bahwa:

- a. LAPAN telah memiliki aset benda antariksa berupa tiga satelit mikro yang ditempatkan di orbit *polar* dan *near equatorial*.
- b. Keberadaan benda antariksa satelit LAPAN di orbit telah dimanfaatkan sesuai misi satelit yang dibawa dimana data dan informasinya dimanfaatkan oleh masyarakat umum, lembaga litbang, akademisi dan industry nasional dan internasional.
- c. Aset benda antariksa yang berada di antariksa sangat berkorelasi dengan regulasi dan kesepakatan internasional dibawah koordinasi UNOOSA dan ITU sehingga dibutuhkan kemampuan dalam membangun komunikasi dalam hubungan internasional.
- d. Siklus manajemen aset sejak proses perolehan, pengawasan, operasional dan disposal terhadap aset benda antariksa berupa satelit LAPAN telah dilakukan secara manual di pusat teknis.
- e. Pembinaan proses manajemen aset benda antariksa dengan melakukan pendekatan teknologi informasi dapat meningkatkan efisiensi dan efektifitas dalam pengelolaan arsip digital juga memudahkan dalam melakukan monitoring kinerja benda antariksa secara *real time*.

5.2 Saran

- a. Proses pengarsipan data dan informasi hasil litbang yang menghasilkan benda antariksa di satuan kerja teknis sudah harus dilakukan secara digital dan dipusatkan pada sistem data base benda antariksa LAPAN
- b. Untuk peningkatan pengawasan proses manajemen aset (perolehan, pengawasan, operasional dan disposal) maka lebih lanjut dikembangkan sistem monitoring aset benda antariksa berbasis teknologi informasi yang terintegrasi dengan prinsip interoperabilitas antar LAPAN dan sistem data base benda antariksa UNOOSA.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Kepala Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi Penerbangan dan Antariksa (Pustikpan) yang telah banyak membimbing, mengarahkan dan membantu dalam penelitian dan pembuatan makalah ilmiah ini, tim operasi satelit LAPAN

Pusteksat juga semua teman-teman Pustikpan Army yang ikut mendukung dalam rancangbangun sistem monitoring aset benda antariksa LAPAN sebagai bagian dari pelaksanaan tugas dan fungsi Pustikpan.

DAFTAR ACUAN

- Batlajery, Semuel, 2016, *Penerapan Fungsi-Fungsi Manajemen pada Aparatur Pemerintahan Kampung Tambat Kabupaten Merauke*, Jurnal Ilmu Ekonomi & Sosial, Vol.VII, No. 2, Hlm. 135-155.
- Bertovic, Hrugo., O. Kaganova, J. Rutledge, 2002, *Asset Management Model for Local Governments, Local Government Reform Project (LGRP)*, The Urban Institute.
- COPUOS, 2017, *Note verbale dated 18 September 2017 from the Permanent Mission of Indonesia to the United Nations (Vienna) addressed to the Secretary-General*, ST/SG/SER.E/INF/39, 29 September 2017, Vienna, Austria.
- Davis, R, 2012, *An Introduction to Asset Management: A simple but informative introduction to the management of physical assets*, EA Technology Ltd, Chester.
- Hidayat, 2012, *Manajemen Aset (Privat dan Publik)*, Laksbang Pressindo, Yogyakarta.
- Jakhu, R.S, Jasani, B, McDowell, J.C, 2017, *Critical issues related to registration of space objects and transparency of space activities*, Elsevier Ltd, Acta Astronautica 143, Hlm. 406-420.
- Judianto, C.T., Harianto, and A. Maulana, 2018, *Development Strategy of National Micro satellite Industry: Case Study of Indonesia*. Journal of STI Policy and Management, 3(2), 145–159.
- Judianto, C.T, Nasser, E.N, 2015, *The analysis of LAPAN-A3/IPB satellite image data simulation using high data rate modem*. Procedia Environmental Sciences Journal, 24, 285–296.
- Kementerian Sekretariat Negara RI, 2013, *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2013 Tentang Keantariksaan*, 6 Agustus 2013, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2013 Nomor 133, Jakarta.
- LAPAN, 2018, *LAKIN Pusteksat 2017*, Pusat Teknologi Satelit LAPAN, Bogor.
- Siregar, 2006, *Optimalisasi Pemberdayaan Harta Kekayaan Negara*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Leloglu UM, Kocaoglan E. 2008. *Establishing space industry in developing countries: Opportunities and difficulties*. Advances in Space Research Journal. 42 (2008): 1879–1886.
- Leta, N.M, 2017, *Implementasi Pendaftaran Benda Antariksa*, Dalam Kajian Kebijakan dan Informasi Kedirgantaraan, Editor Husni Nasution, dkk, Buku 1, In Media, Hlm. 90-110.
- Schuman, 2005, *Asset Life Cycle Management: Towards Improving Physical Asset Performance in the Process Industry*, International Journal of Operations & Production Management, 25(6), Hlm. 566-579.

Westall, K, 2014, *The Landscape of Asset Management Information System*, Capgemini, United Kingdom.