

# POTENSI PEMANFAATAN SATELIT ALOS-3

**Samsul Arifin**

**Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh  
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional  
Jl. Kalisari No. 8, Pekayon 13710 Indonesia  
e-mail: samsul\_japan@yahoo.com**

## RINGKASAN

*Advanced Land Observing Satellite-3 (ALOS-3)* merupakan kelanjutan misi satelit optik JAXA dari ASTER dan ALOS. ALOS-3 yang akan diluncurkan pada 2015/2016. Tujuan tulisan ini adalah untuk mengkaji potensi pemanfaatan dari ALOS-3, agar dapat dimanfaatkan oleh pengguna di Indonesia. Berdasarkan hasil kajian ALOS-3, bahwa ALOS-3 PRISM-2 dan HISUI memiliki peningkatan kemampuan kapasitas dari berbagai aspek dibandingkan PRISM, AVNIR satelit ALOS dan satelit ASTER.PRISM-2. ALOS-3 dapat digunakan untuk pembuatan data *Digital Surface Model (DSM)*. Multispektral (MSS) HISUI ALOS-3 berpotensi untuk pemantauan lingkungan, kebencanaan, obsevasi survey permukaan tanah, pesisir dan perairan laut. Hiperspektral (HSS) HISUI ALOS-3 sangat berpotensi untuk pemantauan lingkungan atau pemetaan dalam skala global. Pemanfaatan sensor komplemen dari ALOS-3 dapat meningkatkan kemampuan dalam ketersediaan resolusi lebih tinggi dan cakupan yang luas dengan menghasilkan citra *pansharpen*, *multispectral* dan *hiperspektral*.

Kata Kunci: *ALOS-3, HISUI, PRISM-2, Potensi, Aplikasi, Sumberdaya, Kebencanaan*

## 1 PENDAHULUAN

Indonesia dan Jepang telah lama menjalin kerja sama dalam kegiatan penelitian teknologi dan pemanfaatan penginderaan jauh. Kedua negara tersebut diwakili oleh masing-masing instansi Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) dan *Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)*. Teknologi dan pemanfaatan penginderaan jauh yang telah diadakan kegiatan dan penelitian bersama diantaranya adalah satelit *Japanese Earth Resource Satellite-1 (JERS-1)* dan *Advanced Land Observing Satellite (ALOS)*. LAPAN mendapatkan hibah pembangunan stasiun bumi untuk dapat menerima data JERS-1 untuk dapat dimanfaatkan di Indonesia. Kerjasama masih terus berlanjut dengan hadirnya ALOS dan ALOS-2 sampai sekarang.

Setelah JAXA berhasil meluncurkan ALOS-2 pada tanggal 24 Mei 2014, kini JAXA berencana meluncurkan ALOS-3 pada 2015/2016. ALOS-3 merupakan tindak lanjut misi optik dari ASTER dan ALOS (optik) yang telah

mengalami masalah sehingga tidak operasional lagi. Dengan adanya pengembangan teknologi satelit ini, dimungkinkan akan diadakannya suatu kerjasama berkelanjutan antara Jepang dan Indonesia untuk perolehan data dan pemanfaatannya dalam bidang sumberdaya alam dan kebencanaan. Hal ini disebabkan ALOS-3 memiliki misi memberikan pelayanan untuk dukungan operasional dalam bidang pemantauan, memperbarui data untuk kelanjutan arsip data yang terkait dengan informasi sumberdaya alam, vegetasi, survey tanaman, kondisi lingkungan pesisir dan pemantauan lingkungan, termasuk pembuangan ilegal limbah industri. (Imai, et al, 2009, 2011, 2012). ALOS-3 dan produksi datanya tersebut sangat menguntungkan bagi Indonesia, mengingat Indonesia memiliki sumberdaya alam beraneka ragam dan memiliki dinamika/fenomena lingkungan yang kompleks serta negara Indonesia sering mengalami berbagai bencana.

Selain itu, Indonesia dan Jepang telah menjalin kerjasama dalam bidang perkembangan teknologi dan pemanfaatan datanya baik dalam bentuk penelitian bersama dan pelatihan untuk berbagai aplikasi, antara lain bidang pertanian, pembuatan DEM, Interferometri dan lain-lain. Oleh karena itu dipandang perlu Indonesia (LAPAN) untuk mengkaji dan menelaah teknologi dan pemanfaatan satelit yang dibuat Jepang khususnya satelit ALOS yang berkelanjutan. Tujuan tulisan ini untuk mengkaji karakteristik dan potensi aplikasi dari ALOS-3 agar dapat dimanfaatkan pengguna di Indonesia.

## 2 STUDI PUSTAKA

### 2.1 ALOS

*Advanced Land Observing Satellite* (ALOS) atau juga bernama *Daichi* diluncurkan pada tanggal 24 Januari 2006 mempunyai 5 misi utama yaitu pengamatan kartografi, pengamatan regional, pemantauan bencana alam, penelitian sumber daya alam dan pengembangan teknologi satelit JERS-1 dan ADEOS. ALOS dilengkapi dengan tiga sensor indera, yaitu sensor *Panchromatic Remote Sensing Instrument for Stereo Mapping* (PRISM) dan sensor *Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type-2* (AVNIR-2), serta sebuah sensor gelombang mikro atau radar yaitu *Phased Array type L-Band Synthetic Aperture Radar* (PALSAR). (Shimada, 2009, Fukuda, 2011)

PRISM adalah radiometer pankromatik dengan resolusi spasial 2,5 m di titik nadir. Data yang dihasilkan bermanfaat untuk membuat *Digital Surface Model* (DSM) yang sangat akurat. PRISM tidak bisa mengamati kawasan di luar 82 derajat selatan dan lintang utara, karena area tersebut merupakan area kutub atau es yang memiliki ketinggian sama, sehingga PRISM saat melintasi dinonaktifkan atau dikonsisikan tidak mengakuisisi untuk efisiensi energi dan penyimpanan data. AVNIR-2 adalah radiometer sinar

tampak dan inframerah dekat untuk mengamati tanah dan wilayah pesisir. AVNIR-2 adalah penerus AVNIR yang berada pada *Advanced Earth Observing Satellite* (ADEOS). Sensor ini menyediakan informasi spasial tanah yang lebih baik dan peta klasifikasi penggunaan lahan untuk memantau lingkungan regional. PALSAR merupakan sensor gelombang mikro aktif menggunakan frekuensi L-band yang bebas awan dan observasi lahan siang dan malam. Sensor ini memiliki kapasitas lebih baik dari JERS-1 *Synthetic Aperture Radar* (SAR). Pengembangan PALSAR merupakan proyek kerjasama antara JAXA dan *Japan Resources Observation System Organization* (JAROS). Kekurangan PALSAR tidak bisa mengamati kawasan di luar 87,8 derajat lintang utara dan 75,9 derajat Lintang Selatan ketika sudut *off-nadir* adalah 41,5 derajat.

ALOS berakhir pada tanggal 12 Mei 2011. Satelit ini telah merekam 6,5 juta informasi dalam lima tahun sejak mulai operasi dan telah banyak berkontribusi dalam mengakuisisi data dalam keadaan darurat untuk keperluan bencana dengan pengamatan sekitar 100 wilayah yang dilanda bencana dalam skala besar pertahun. Sejak ALOS berakhir, kurang lebih 3 tahun Jepang (JAXA) tidak mengakuisisi data dan memberikan informasi. Pada tanggal 24 Mei 2014.



Gambar 2-1: Satelit ALOS (sumber: <http://global.jaxa.jp>)

### 2.2 ALOS-2

*Advanced Land Observing Satellite-2* (ALOS-2) atau "Daichi-2" merupakan

salah satu jenis satelit Radar untuk pemetaan yang berhasil diluncurkan oleh Jepang pada tanggal 24 Mei 2014. Satelit ini diluncurkan dengan menggunakan roket H-IIA No. 24 (H-IIA F24) dari *Tanegashima Space Center*, JAXA (Arifin, 2014, Graham, 2014). ALOS-2 merupakan satelit radar observasi bumi yang dioperasikan oleh *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA) untuk mendapatkan citra radar resolusi tinggi dari permukaan bumi dan dimanfaatkan bagi pemetaan/kartografi, observasi wilayah, pengelolaan sumber daya, manajemen bencana dan tujuan penelitian (Sitanggung, 2010). ALOS-2 diproduksi oleh *Mitsubishi Electric Corporation* di bawah kontrak dengan JAXA (Kamimura, et al, 2008, Anonim, 2012, Clark, 2014). JAXA telah meluncurkan kembali satelitnya sebagai penerus ALOS yaitu ALOS-2. Tidak seperti ALOS yang membawa muatan sensor PRISM, AVNIR-2 dan PALSAR-1, pada ALOS-2 hanya membawa muatan sensor PALSAR-2 saja.

ALOS-2 memiliki kelebihan dari pada ALOS sebelumnya. ALOS-2 diluncurkan hanya membawa muatan utama *Phased Array type L-Band Synthetic Aperture Radar-2* (PALSAR-2). ALOS-2 memiliki muatan (*payload*) SAR dengan resolusi spasial lebih baik, resolusi temporal lebih cepat, dan pengamatan sudut insiden tinggi dari pada ALOS yang diluncurkan sebelumnya. ALOS-2 dirancang untuk memfasilitasi instrumen utama yaitu PALSAR-2 dan muatan sekunder sebagai misi ujicoba (demonstrasi) teknologi yang terdiri dari *Compact Infrared Camera* (CIRC) dan

*Space-based Automatic Identification System Experiment 2* (SPAISE-2) (Oki, 2012)

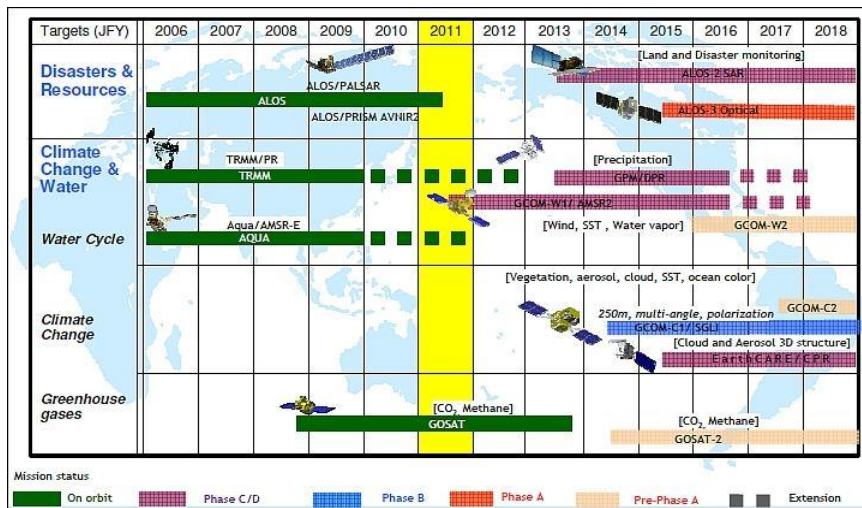
Satelit ini memiliki berat 2.120 kilogram dan ukuran 9,9 x 16,5 x 3,7 meter ketika sepenuhnya diluncurkan ke orbit. Satelit ini dilengkapi dengan tiga panel yaitu dua unit disusun untuk tenaga matahari (surya) dengan menggunakan *triple-junction gallium arsenide* sel surya untuk kapasitas daya output total 5.200 Watt pada akhir operasi dan sebuah unit *avionik* khusus untuk pendingin listrik badan utama satelit dan memenuhi peraturan negara yang harus bertanggung jawab atas baterai satelit.



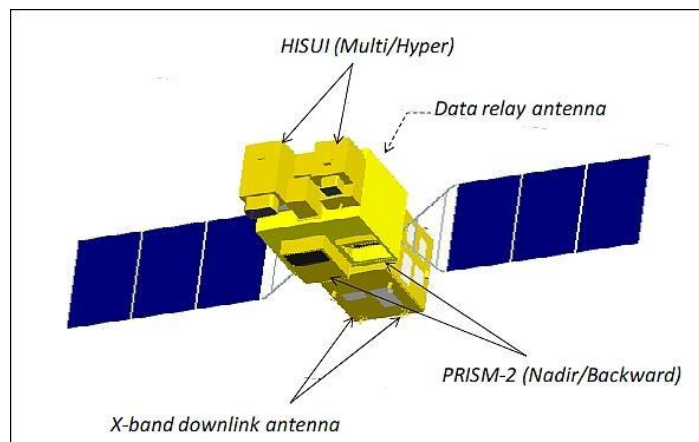
Gambar 2-2: Satelit ALOS-2 (sumber: <http://www.spaceflight101.com>)

### 2.3 ALOS-3

Proyek lanjutan setelah sukses meluncurkan ALOS-2, JAXA merencanakan meluncurkan ALOS-3. Gambar 2-3, merupakan jadwal program proyek ALOS JAXA mulai 2006 sampai tahun 2018. Untuk proyek ALOS-3 rencananya selesai dan diluncurkan tahun di atas tahun 2016. (Imai, et al, 2010).



Gambar 2-3: Gambaran rencana jangka panjang ALOS (<http://global.jaxa.jp>)



Gambar 2-4: Ilustrasi satelit ALOS-3 (sumber: <http://global.jaxa.jp>)

ALOS-3 merupakan tindak lanjut misi satelit optik JAXA dari ALOS/Daichi dan untuk melengkapi layanan misi SAR dari ALOS-2. ALOS-3 dilengkapi muatan sensor optik dengan kemampuan lebih baik dari pada instrumen PRISM dan AVNIR-2 pada satelit ALOS. Perancangan ALOS-3 memiliki tujuan untuk memberikan dukungan operasional dalam pemantauan kebencanaan, memperbarui data, monitoring tanaman, pemantauan pesisir dan pemantauan lingkungan. Salah satu persyaratan yang paling utama atau penting dari program pasca ALOS adalah resolusi spasial tinggi, pengamatan dan pengiriman informasi yang cepat setelah bencana. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, JAXA telah melakukan desain konseptual dari sistem satelit pasca ALOS (Imai, *et al.*, 2009), termasuk konstelasi satelit optik

dan satelit radar. Desain satelit ALOS-3 akan mengadopsi desain satelit ALOS-2 hampir pada semua aspek. Ada beberapa perbedaan antara satelit ALOS-2 dan ALOS-3; misalnya, kemampuan mengarahkan sensor dan jumlah penyimpanan data.

Secara umum ALOS-3 memiliki tujuan untuk penyediaan citra resolusi tinggi dengan resolusi spasial <1 m pada liputan 50 km, memperoleh citra *pan-sharpen* dengan akuisisi simultan *band* pankromatik dan gambar empat *band* multispektral (MS), memperoleh citra stereo dari berbagai sudut pandang dan memiliki kemampuan dapat diaktifkan langsung untuk mengakuisisi citra pada titik wilayah yang cukup luas untuk mencapai pemantauan yang tepat waktu jika terjadi bencana. ALOS-3 direncanakan luncur pada  $\geq 2016$  dengan pesawat roket H-2A dari *Tanegashima Space*

Center, Jepang. Orbit *Sun-sinkron* pada ketinggian 618 km, kemiringan =  $97.9^\circ$  dan waktu *Local Time on Descending Node* (LTDN) pada jam  $10:30 \pm 15$  menit serta periode waktu adalah 60 hari. ALOS-3 direncanakan beroperasi selama 5 tahun.

ALOS-3 dilengkapi muatan komunikasi frekwensi radio dengan ukuran volume besar sebagai sumber data membutuhkan *onboard* dengan kapasitas tinggi, sistem penyimpanan serta teknik *irreversibel (lossy)* kompresi berkualitas tinggi. ALOS-3 menggunakan *downlink X-band* dan sistem *Intersatellite Link* (ISL) untuk menangani beberapa Gb/s misi sumber data. Data rate 800 Mb/s dengan skema modulasi 16 *Quadrature Amplitude Modulation* (QAM). Pada ALOS-3 dikembangkan pemanfaatan *Multi mode High Speed Modulator* (XMOD) baru seperti dalam ALOS-2 dengan kapasitas penyimpanan *onboard* > 200 Gbdan volume data maksimum adalah 1.440 Gb/hari.

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

ALOS-3 dilengkapi sensor optik *Panchromatic Remote Sensing Instrument for Stereo Mapping-2* (PRISM-2) dan *Hyperspectral Imager Suite* (HISUI) yang memiliki kemampuan pencitraan *panchromatic*, *multispectral* dan *hiperspektral* (Iwasaki, et al., 2010). Orbit diatur sedemikian rupa sehingga PRISM-2 dapat mengamati seluruh permukaan bumi dengan liputan 50 km

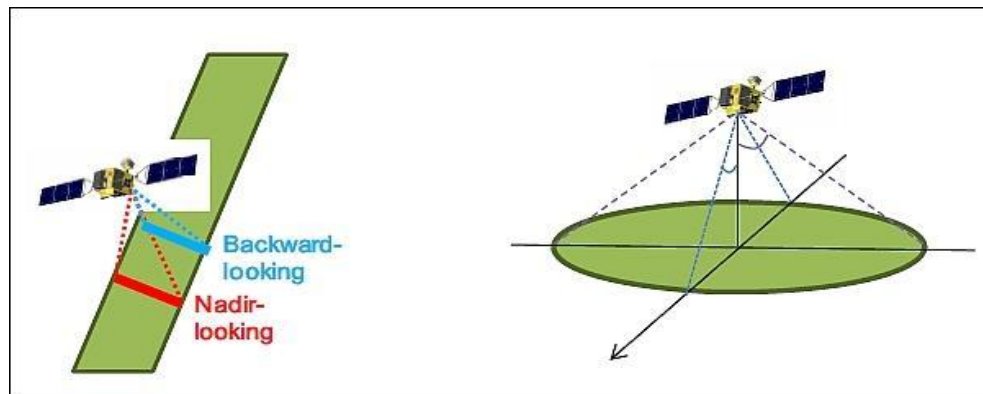
tanpa satelit memutar arah ke objek observasi. Untuk kelangsungan misi, ALOS-3 beredar pada waktu lokal matahari pada jam 10:30 sama dengan ALOS. HISUI merupakan kelanjutan dari satelit *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* (ASTER) dari JAXA yang diluncurkan bersama misi Terra NASA pada 18 Desember 1999 dengan misi operasi lebih dari 10 tahun dan ASTER beroperasi sampai tahun 2010. Pengembangan instrumen HISUI dimulai pada 2007 yang dikerjakan dengan kerjasama antara *Ministry of Economy, Trade, and Industry* (METI) Japan, *Japan Resources Observation System Organization* (JAROS) dan NEC Corporation. (Nagamitsu, et al, 2010)

#### 3.1 Karakteristik PRISM-2

PRISM-2 merupakan suatu sensor optik pankromatik yang beroperasi pada kisaran spektral  $0,52-0,77 \mu\text{m}$ . PRISM-2 terdiridua baris instrumen *pushbroom* yaitu jenis stereo resolusi tinggi *nadir and backward-looking* (tampak tegakdan tampak mundur) merupakan tindak lanjut PRISM ALOS. PRISM-2 memiliki detektor teleskop *Field of View* (FOV) dan *Focal Plane Assembly* (FPA) dengan kapasitas besar untuk mewujudkan lebar liputan 50 km pada permukaan bumi yaitu 0,8 m pada liputan 50 km. Desain teleskop yang digunakan adalah *Off-axis Three Mirror Anastigmat* (TMA) (Rodolfo et al, 2012).

Tabel 3-1: KARAKTERISTIK PRISM-2 ALOS-3 (Sumber: eoPortal Directory)

| Parameter                                         | PRISM-2 ALOS-3                                                                                                           |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Skema pencitraan                                  | Pushbroom                                                                                                                |
| Resolusi Spasial                                  | <i>Nadir-looking</i> (Tampak Nadir): 0,8 m<br><i>Backward-looking</i> (Tampak Mundur): 1,25 m (di titik nadir footprint) |
| Lebar Liputan / citra                             | 50 km                                                                                                                    |
| Rentang spektral                                  | $0,52-0,77 \mu\text{m}$                                                                                                  |
| Detektor untuk pengamatan <i>nadir-looking</i>    | Si array 65.000 piksel (8 array CCD dari ~ masing-masing 8000 piksel)                                                    |
| Detektor untuk pengamatan <i>backward-looking</i> | Si array 40.000 piksel (6 array CCD dari ~ masing-masing 8000 piksel)                                                    |
| Data kuantisasi                                   | 11 bit / pixel                                                                                                           |
| <i>Data compression technique</i>                 | JPEG2000 (atau JPEG200 metode setara)                                                                                    |



Gambar 3-1: Konsep skema dari PRISM-2 (Sumber: eoPortal Directory)

Tabel 3-2: PENINGKATAN KEMAMPUAN SENSOR PRISM-2, ALOS-3 (Imai et al, 2013, Tadono et al, 2013)

| Parameter                            | ALOS / PRISM                                          | ALOS-3 / PRISM-2              |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Resolusi Spasial                     | 2,5 m                                                 | 0,8 m                         |
| Lebar Liputan / citra                | 35 km / 70 km                                         | 50 km                         |
| S/N (signal-to-noise)                | > 70                                                  | > 200                         |
| Kuantisasi Data                      | 8 bit                                                 | 11 bit                        |
| Sudut pengarahannya titik (pointing) | $\pm 1.5^\circ$ (dalam lintas-track)                  | $\pm 60^\circ$ (kerucut, max) |
| Aliran Data                          | 277,52 Mbit / s (Ka-band)<br>138,76 Mbit / s (X-band) | 800 Mbit / s (X dan Ka-band)  |
| Geolocation accuracy                 | 6,1 m (rms)                                           | Lebih baik dari PRISM         |

Gambar 3-1 menunjukkan konsep pengamatan stereo untuk pencitraan dua baris *pushbroom stripmap*. Citra menggambarkan kemampuan gerakan satelit untuk menunjuk ke arah  $\pm 60$  derajat. PRISM-2 memungkinkan akses dengan cepat ke setiap titik permukaan bumi dalam satu hari dengan badan satelit. Untuk memenuhi persyaratan misi satelit ini, beberapa alat observasi ditingkatkan kemampuannya dari badan sensor (*onboard*) PRISM ALOS (Hiroko et al., 2013). Sebagai tinjauan ulang tentang karakteristik PRISM ALOS dan kemampuan PRISM-2/ALOS-3 ditunjukkan pada Tabel 3-2.

Berdasarkan perbandingan antara karakteristik PRISM dengan PRISM-2/ALOS-3, maka PRISM-2 memiliki beberapa peningkatan kemampuan instrumen lebih baik, karena PRISM-2 menyediakan data stereo resolusi yang lebih tinggi yaitu 0,8 meter, liputan citra lebih luas dengan liputan 50 km<sup>2</sup> dan akurasi *geolocation* yang lebih baik, kuantisasi

data dan pengarahannya pada titik observasi cepat serta memiliki transfer data (*downlink*) lebih besar. Dengan memanfaatkan citra stereo yang diakuisisi dua teleskop PRISM-2/ALOS-3 berpotensi untuk membangun data citra *Digital Surface Models* (DSMs) yang lebih akurat dengan resolusi lebih tinggi. Dengan kemampuan sensor PRISM-2 dapat mengamati seluruh permukaan bumi dengan liputan 50 km tanpa memutar arah ke obyek observasi bencana, maka sensor ini memiliki potensi memberikan informasi secara efektif dan efisien dalam penanganan kebencanaan, hal ini merujuk pada kajian kemampuan PRISM ALOS (Sitanggang, 2010). Sensor PRISM-2 merupakan sensor yang menghasilkan citra resolusi melebihi kemampuan sensor PRISM ALOS. Selain itu dengan resolusi yang tinggi dan sapuan yang cukup luas, DSMs, dan komplemen dengan sensor lainnya (AVNIR, SAR) maka dimungkinkan PRISM-2 dapat

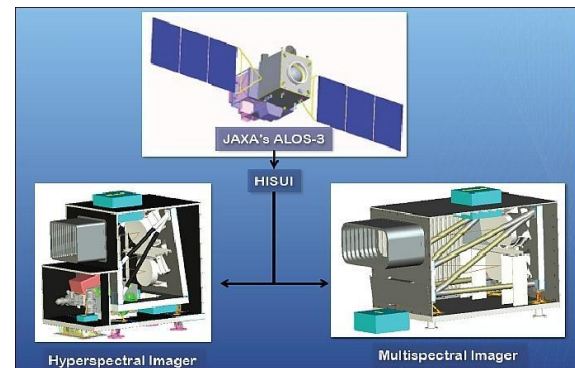
mengidentifikasi adanya potensi longsong, banjir, aliran lahan gunung berapi dan lain-lain.

### 3.2 Karakteristik dan Potensi *Hyperspectral Imager Suite* (HISUI)

HISUI terdiri dari dua elemen yaitu *Multispectral Sensor* (MSS) dengan resolusi spasial dan lebar liputan yang sangat baik yaitu 5 meter dan lebar liputan 90 km, sedangkan *Hyperspectral Sensor* (HSS) memiliki resolusi spasial 30 meter dengan lebar liputan 30 km dan resolusi spektral tinggi yaitu 185 *band*, serta memiliki kemampuan identifikasi yang tinggi. Untuk memenuhi *Rasio Signal to Noise* (SNR) tinggi, diameter teleskop dirancang dengan ukuran lubang 30 cm untuk observasi permukaan bumi dengan resolusi spasial 30 m. Cahaya yang diterima dua spektrometer yaitu radiometer *Visible dan Near Infrared* (VNIR) dengan 57 *band* dan radiometer *Short-Wavelength Infrared* (SWIR) dengan 128 *band*.

HISUI diorbitkan pada ketinggian (IFOV)  $\pm 618$  km, dan dirancang menghasilkan resolusi spasial pada hiperspektral 30 m dan resolusi spasial multispektral 5 m, sedangkan liputan (FOV) diharapkan 30 km pada

hiperspektral dan 90 km pada multispektral. HISUI bekerja pada panjang gelombang hiperspektral 400 – 970 nm sebanyak 57 *band* untuk VNIR dan panjang gelombang 900 – 2500 nm sebanyak 128 *band* untuk SWIR dan panjang gelombang multispektral VNIR bekerja pada kisaran 485 sampai 835 nm. Resolusi spektral VNIR dan SWIR pada sensor hiperspektral masing-masing berkisar 10 nm dan 12,5 nm, sedangkan resolusi spektral VNIR pada sensor multispektral berkisar antara 70 nm sampai 110 nm (Tanii, *et al.*, 2012, Matsunaga, *et al.*, 2009,2010,2011). Secara rinci spesifikasi instrument HISUI dapat dilihat pada Tabel 3-3.



Gambar 3-2: Skema HISUI ALOS-3 (Tsuneo Matsunaga *et al.*, 2012)

Tabel 3-3: SPESIFIKASI INSTRUMEN HISUI (Tanii , *et al.*, 2012)

| Parameter                                                   | Hyperspectral pushbroom radiometer |                               | Multispectral pushbroom radiometer               |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------|
|                                                             | VNIR                               | SWIR                          | VNIR                                             |
| Daerah spektral                                             | VNIR                               | SWIR                          | VNIR                                             |
| IFOV (@ 618 km ketinggian)                                  | 48,5 $\mu$ rad (30m)               |                               | 8,1 $\mu$ rad (5 m)                              |
| FOV (lebar petak)                                           | 48,5 mrad (~ 30 km)                |                               | 144,7 mrad (~ 90 km)                             |
| Frekuensi observasi                                         | $\leq 4.36$ ms                     |                               | $\leq 0.73$ ms                                   |
| Daerah panjang gelombang                                    | 400-970 nm (57 band)               | 900-2500 nm (128 band)        | B1: 485 nm, B2: 560 nm<br>B3: 660 nm, B4: 835 nm |
| Resolusi spektral (sampling, lebar band)                    | 10 nm                              | 12,5 nm                       | B1: 70 nm, B2: 80 nm<br>B3: 60 nm, B4: 110 nm    |
| ILS (Instrumen Jalur <i>Shape</i> ) resolusi spektral, FWHM | $\leq 11$ nm                       | $\leq 16$ nm                  | -                                                |
| <i>Dynamic range</i>                                        | Jenuh pada $\geq 70\%$ Albedo      | Jenuh pada $\geq 70\%$ Albedo | Jenuh pada $\geq 70\%$ Albedo                    |

|                                 |                                   |                 |                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|
| S/N                             | ≥450 @ 620 nm                     | ≥300 @ 2.100 nm | ≥200 (untuk masing-masing band)   |
| MTF                             | ≥0.2                              | ≥0.2            | ≥0.3                              |
| <i>Smile and keystone</i>       | ≤1 gambar pixel                   | ≤1 gambar pixel | -                                 |
| Akurasi kalibrasi (radiometrik) | Absolute: ± 5%, antara band: ± 2% |                 | Absolute: ± 5%, antara band: ± 2% |
| Akurasi kalibrasi (spektral)    | 0,2 nm                            | 0,625 nm        | -                                 |
| Data Kuantisasi                 | 12 bit                            |                 | 12 bit                            |
| Kehidupan Misi (Operasi)        | 5 tahun                           |                 | 5 tahun                           |

Seperti disebutkan di atas bahwa proyek sensor optik HISUI pada ALOS-3 dikembangkan untuk melanjutkan ASTER yang telah tidak beroperasi pada tahun 2010. Pada kajian ini dipandang penting untuk diulas atau dibahas mengenai spesifikasi utama HISUI ALOS-3 dan ASTER, sehingga kedua sensor dapat dilihat kelebihan dan kekurangannya.

HISUI memiliki peningkatan instrumen yaitu adanya sensor multispektral (MSS) dan hyperspektral (HSS) sedangkan pada ASTER hanya membawa sensor multispektral. Resolusi spasial HISUI memiliki peningkatan resolusi spasial VNIR 5 meter pada MSS dari pada ASTER yang memiliki resolusi spasial 15 meter, sedangkan pada SWIR resolusi spasialnya sama. Resolusi spectral HISUI memiliki 4 *band* VNIR MSS dan dirancang memiliki 57 band HSS sedangkan VNIR ASTER hanya memiliki 3 *band*. Pada spektral SWIR ASTER memiliki 9 *band*, sedangkan SWIR HSS HISUI dirancang memiliki 128 *band*. Kekurangan sensor HISUI tidak menyediakan *Thermal Infra Red* (TIR).

Sementara kelebihan sensor TIR Aster yang menyediakan infra merah thermal dapat digunakan untuk mengetahui distribusi awan panas yang dikeluarkan oleh gunung, distribusi suhu permukaan laut dimana aplikasi dari citra ini dapat digunakan untuk mengetahui distribusi panas air laut, dimana informasi ini dapat diterapkan untuk mengetahui fenomena kelautan (Subardjo et al, 2006, Sukoyo et al., 2009). Dalam memonitor area kebakaran hutan,

TIR menunjukkan lahan bakar berdasarkan intensitas suhu permukaan lahan bakar. Suhu permukaan bumi dapat digunakan untuk mengetahui fenomena pemanasan yang terjadi di daerah perkotaan. Sensor ini juga memiliki kelebihan dapat dioperasikan untuk siang dan malam hari.

Selain itu HISUI memiliki kemampuan mengarahkan sensor secara cepat pada daerah bencana yang akan dipantau. Perbandingan antara HISUI dan ASTER dilihat pada Tabel 3-4.

Multispektral pada HISUI ALOS-3 meliputi VNIR daerah spektral dengan resolusi spasial 5 m dapat berpotensi untuk memenuhi kebutuhan pengguna akan citra resolusi spasial tinggi. Dengan mengkombinasikan *band* yang dihasilkan sensor VNIR dengan panjang gelombang antara 0,52 samapi 0.9 pm, dimana kisaran panjang gelombang 0,52- 0,6 berfungsi untuk pantulan vegetasi, 0,61 – 0,69 berfungsi untuk membedakan absorpsi klorofil dan tipe vegetasi dan 0,76 – 0,89 berfungsi untuk kandungan biomas, tipe vegetasi dan pemetaan garis pantai (Swargana, 2014), Pada citra ALOS-3 berpotensi dapat pemanfaatan dalam skala besar baik untuk data analisis penutup lahan, tata ruang, perkebunan, pertanian dan lain-lain. *Band* biru yang ditambahkan pada VNIR HISUI ALOS-3 dengan panjang gelombang 0,45 sampai 0,5 dapat dimanfaatkan untuk meneliti atau menganalisis wilayah pesisir dan perairan laut seperti budidaya tambak, kekeruhan dan lingkungan terumbu karang.



Tabel 3-4: PERBANDINGAN PARAMETER HISUI DENGAN ASTER (<http://www.eoPortal Directory>)

| Parameter                   |               | ASTER                                                                                                                                    | HISUI                                                        |                                                                                         |
|-----------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |               |                                                                                                                                          | MSS<br>(Multispektral<br>Sensor)                             | HSS<br>(Hiperspektral<br>Sensor)                                                        |
| Resolusi<br>Spasial         | VNIR          | 15 m                                                                                                                                     | 5 m                                                          | 30 m                                                                                    |
|                             | SWIR          | 30 m                                                                                                                                     | -                                                            | 30 m                                                                                    |
|                             | TIR           | 90 m                                                                                                                                     | -                                                            | -                                                                                       |
| Liputan Citra               |               | 60 km                                                                                                                                    | 90 km                                                        | 30 km                                                                                   |
| Resolusi<br>spektral        | VNIR          | Band1: 0,52-0,60 pM<br>Band2: 0,63-0,69 pM<br>Band3N, B: 0,76-0,86 pM                                                                    | 0,45-0,52 pM<br>0,52-0,60 pM<br>0,63-0,69 pM<br>0,76-0,90 pM | 0,4-0,97 pM<br>Panjang<br>gelombang sampel<br>Interval; Rata-rata<br>10 nm<br>57 band   |
|                             | SWIR          | Band4: 1,6-1,7 pM<br>Band5: 2,145-2,185 m<br>Band6: 2,185-2,225 m<br>Band7: 2,235-2,285 m<br>Band8: 2,295-2,365 m<br>Band9: 2,36-2,43 pM | -                                                            | 0,9-2,5 pM<br>Panjang<br>gelombang sampel<br>Interval;<br>Rata-rata 12,5 nm<br>128 band |
|                             | TIR           | Band10: 8,125-8,475 m<br>Band11: 8,475-8,825 m<br>Band12: 8,925-9,275 m<br>Band13: 10,25-10,95 m<br>Band14: 10,95-11,65 m                | -                                                            | -                                                                                       |
| S/N                         | VNIR          | Band1,2,3N, 3B: > 200                                                                                                                    | ≥ 200                                                        | ≥ 450 @ 0.62 pm                                                                         |
|                             | SWIR          | Band4 > 200<br>Band8 > 100<br>Band 5,6,7,9 > 75                                                                                          | -                                                            | ≥ 300 @ 2,1 m                                                                           |
|                             | TIR<br>(NEDT) | Band 10,11,12,13,14: <0,3 K                                                                                                              | -                                                            | -                                                                                       |
| Data<br>kuantisasi          |               |                                                                                                                                          | 12 bit                                                       | 12 bit                                                                                  |
| Data rate (70%<br>kompresi) |               |                                                                                                                                          | 1 Gbit / s                                                   | 0,4 Gb / s                                                                              |
| Menunjuk<br>kemampuan       |               |                                                                                                                                          | Tidak Satupun                                                | ± 3° (± 30 km)                                                                          |

Hiperspektral pada HISUI ALOS-3 pencitraannya dibatasi liputan yang sempit 30 km dan jumlah data yang sangat besar. Hasil simulasi yang telah dilakukan oleh tim perancang untuk berbagai pemangatan per hari menunjukkan prestasi yang baik dalam pemetaan global. Jika citra hiperspektral HISUI dapat di *downlink* data 300 GByte per hari sekitar 20% dari

kapasitas *downling* ALOS-3, maka lebih 40% dari data permukaan bumi global dapat diamati setidaknya sekali dalam 4 bulan dan 97% dalam 10 bulan. Hal ini sangat berpotensi dalam pemantauan atau pemetaan dalam skala global. HSS HISUI memiliki 57 *band* dengan interval 10nm pada panjang gelombang 0,4 sampai 0,97 pM untuk VNIR dan memiliki 128 *band* dengan interval 12,5 nm pada

panjang gelombang 0,9 – 2,5  $\mu\text{m}$  untuk SWIR. Secara teori fungsi dari pada VNIR yang ada pada HSS memiliki manfaat sama seperti seperti MSS HISUI, sedangkan fungsi SWIR memiliki manfaat sama seperti pada SWIR Aster dengan resolusi spasial lebih tinggi. Pada dasarnya hiperspektral merupakan kelanjutan dari multi spektral. Sensor hiperspektral memanfaatkan jumlah kanal yang jauh lebih banyak dari pada sensor multispektral dengan resolusi *bandwidth* yang lebih sempit. Umumnya sensor hiperspektral terdiri dari 100-200 kanal dengan resolusi *bandwidth* 5-10 nm. Akan jauh berbeda jika dibandingkan dengan multispektral yang rata rata hanya terdiri dari 5 - 10 kanal, dengan resolusi *bandwidth* yang lebih besar antara 70-400 nm. Dengan *band-band* yang lebih sempit dengan jumlah yang jauh lebih banyak, sensor hiperspektral dapat digunakan untuk melakukan pemisahan, klasifikasi dan identifikasi obyek/material di muka bumi, sebagaimana obyek aslinya. Kemampuan lainnya adalah untuk mendeteksi target subpixel, yang akan sangat membantu dalam mendeteksi obyek dengan resolusi piksel yang lebih kecil.

#### 4 PENUTUP

Berdasarkan kajian dan analisis dapat disimpulkan bahwa ALOS-3 terdiri dari 2 instrumen optik PRISM-2 dan HISUI memiliki peningkatan kemampuan (kapasitas) yang lebih baik dari pada ALOS dan ASTER, sehingga ALOS-3 memberikan harapan ketersediaan dan pembaharuan secara berkelanjutan. PRISM-2 memiliki kemampuan stereo yang dapat digunakan citra *Digital Surface Model* (DSM) dan memiliki potensi untuk memberikan informasi secara cepat, akurat, efektif dan efisien dalam cakupan yang luas. Multispektral (MSS) HISUI ALOS-3 berpotensi untuk pemantauan lingkungan, kebencanaan, observasi dan survey permukaan tanah serta berpotensi untuk lingkungan

pesisir dan perairan laut. Pemanfaatan sensor komplemen dari ALOS-3 dapat meningkatkan kemampuan dalam ketersediaan resolusi lebih tinggi 0.8 dengan cakupan 50 km yang dapat menghasilkan citra pansharpen, multispektral dan hiperspektral. Sensor hiperspektral (HSS) HISUI ALOS-3 sangat berpotensi dalam pemantauan lingkungan atau pemetaan dalam skala global. Sensor hiperspektral dapat digunakan untuk melakukan pemisahan, klasifikasi dan identifikasi obyek/material di muka bumi, sebagaimana obyek aslinya. Sementara kelemahan ALOS-3 tidak memiliki sensor TIR seperti pada satelit Aster yang dapat digunakan untuk mendeteksi suhu atau temperatur obyek di permukaan bumi.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Sebagai penutup saya mengucapkan terimakasih atas segala bantuan dan dukungan serta saran dari berbagai pihak, khususnya para pejabat struktural dan fungsional di lingkungan Pusfaja - LAPAN, sehingga karya tulis ini dapat diterbitkan.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Anonim, 2012. *PALSAR User's Guide*, 2nd Edition, Japan Space Systems.
- Arifin, S., 2014. *ALOS-2 Akan Tatap Ekspresi Muka Bumi*, Media Dirgantara, Lapan, Jakarta.
- Clark S., 2014. *Japanese Craft Launched with Night-Vision Mapping Radar*, <http://www.Spaceflightnow.com>.
- Fukuda, Toru, 2011. *JAXA's Satellite Program to Contribute Sustainable Development in Asia*, Second International Conference On Sustainability Science In Asia (Icss-Asia), Hanoi.
- Goetz, A. F. H., Vane, G., Solomon, J. E. and Rock, B. N., 1985. *Imaging Spectrometry for Earth Remote Sensing*, Science, 228, 1147-1153.
- Graham, William, 2014. *Japanese HII-A Successfully Launches ALOS-2 mission*, <http://www.nasaspaceflight.com>.
- <http://global.jaxa.jp/projects/sat/alos>.

- <http://www.eoPortal Directory>.
- <http://www.spaceflight101.com/alos-2.html>.
- Imai, H., Haruyoshi Katayama, Shinichi Suzuki, Yasushi Hatooka, Yuji Osawa, 2011. *The Latest Status of Advanced Land Observing Satellite-3*, Proceedings of the 28<sup>th</sup> ISTS (International Symposium on Space Technology and Science), Okinawa, Japan.
- Imai, H., Haruyoshi Katayama, Tadashi Imai, Shinichi Suzuki, Yasushi Hatooka, Yuji Osawa, 2009. *A Conceptual Design of the Optical Satellite for the Post-ALOS Program*, Proceedings of the 27<sup>th</sup> ISTS (International Symposium on Space Technology and Science), Tsukuba, Japan.
- Imai, T., Haruyoshi Katayama, Hiroko Imai, Yasushi Hatooka, Shinichi Suzuki, Yuji Osawa, 2010. *Current Status of Advanced Land Observing Satellite-3 (ALOS-3)*, Proceedings of SPIE, 'Sensors, Systems, and Next-Generation Satellites XIV,' edited by Roland Meynart, Steven P. Neeck, Haruhisa Shimoda, Vol. 7826, Toulouse, France.
- Imai, H., Fumi Ohgushi, Haruyoshi Katayama, Masakazu Sagisaka, Shinichi Suzuki, Yuji Osawa, Takeo Tadono, 2013. *Wide Swath and High Resolution Stereo Mapping by PRISM-2 Onboard ALOS-3*, Proceedings of IGARSS (IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium), Melbourne, Australia.
- Imai, H., Haruyoshi Katayama, Masakazu Sagisaka, Yasushi Hatooka, Shinichi Suzuki, Yuji Osawa, Masuo Takahashi, Takeo Tadono, 2012. *A Conceptual Design of PRISM-2 for Advanced Land Observing Satellite-3 (ALOS-3)*, Proceedings of SPIE Remote Sensing 2012, 'Sensors, Systems, and Next-Generation Satellites', Edinburgh, Scotland.
- Iwasaki A., Nagamitsu Ohgi, Jun Tanii, Takahiro Kawashima, Hitomi Inada, 2011. *Hyperspectral Imager Suite (HISUI) - Japanese hyper-multispectral radiometer*, Proceedings of IGARSS (International Geoscience and Remote Sensing Symposium), Vancouver, Canada.
- Kamimura, Haruchika, *et al.*, 2008. *Promotion Activities Of Alos Data Utilization in Jaxa*, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B6a. Beijing.
- Kruse, F. A, Boardman, J. W. and Huntington, J. F., 2003. *Comparison of Airborne Hyperspectral Data And EO-1 Hyperion for Mineral Mapping*, IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, 41(6), 1388–1400.
- Matsunaga, T., N. Ohgi, 2009. *Japanese Hyperspectral and Multispectral Sensor System Development Status*, Proceedings of the 2<sup>nd</sup> HyspIRI Science Workshop, Pasadena, CA, USA.
- Matsunaga, T., Akira Iwasaki, Osamu Kahimura, Kenta Ogawa, Nagamitsu Ohgi, Satoshi Tsuchida, 2010. *HISUI - A Japanese Spaceborne Hyperspectral and Multispectral Remote Sensing Mission*, HyspIRI Science Workshop, Pasadena, USA.
- Matsunaga, T., S. Yamamoto, O. Kashimura, T. Tachikawa, K. Ogawa, A. Iwasaki, S. Tsuchida, N. Ohgi, 2011. *Operation Plan Study for Japanese Future Hyperspectral Mission: HISUI*, 34<sup>th</sup> ISRSE (International Symposium on Remote Sensing of Environment), Sydney, Australia.
- Ohgi, N., Akira Iwasaki, Takahiro Kawashima, Hitomi Inada, 2010. *Japanese Hyper-multispectral mission*, Proceedings of IGARSS (IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium) 2010, Honolulu, HI, USA.
- Oki, Riko, 2012. *JAXA's Current and Future Remote Sensing*, Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA).
- Ramakrishnan\* and Rishikesh Bharti, *Hyperspectral Remote Sensing and Geological Applications*, Special Section: Hyperspectral Remote Sensing Currentscience, Vol.108, No. 5, Department of Earth Sciences, Indian

- Institute of Technology Bombay, Powai, Mumbai 400076, India, 10 March 2015.
- Rodolfo, J., R. Geyl, H. Leplan, E. Ruch, 2012. *TMA Optics for HISUI HSS and MSS Imagers*, Proceedings of the ICSSO (International Conference on Space Optics), Ajaccio, Corse, France.
- Shimada, Masanobu, 2009. *Advance Land-Observation Satellite (Alos) And Its Follow-On Satellite, Alos-2*, Japan Aerospace Exploration Agency, Earth Observation Research Center, Japan.
- Sitanggang, G., 2010. *Sistem Penginderaan Jauh Satelit ALOS dan Analisis Pemanfaatan Data*, Jurnal Lapan, Jakarta.
- Subardjo, P., et al., 2006. *Pemanfaatan Citra Aster untuk Inventarisasi Sumberdaya Laut dan Pesisir Pulau Karimunjawa dan Kemujan, Kepulauan Karimunjawa*, IJMS, Undip, Semarang.
- Sukojo, et al., 2009. *Studi Perubahan Suhu Permukaan Laut Dalam Rangka Pembuatan Sistem Informasi Kelautan (Studi Kasus: Pembuangan Lumpur Lapindo Di Selat Madura*, Jurnal Geoid Vol.4, No.2, Februari 2009, 105-200, Issn: 1858-2281 189.
- Suwargana, N., 2014. *Analisis Citra Alos Avnir-2 untuk Pemetaan Terumbu Karang (Studi kasus: Banyuputih, Kabupaten Situbondo)*, Sinas Inderaja, Jakarta.
- Tadono, T, Hiroko Imai, Fumi Ohgushi, Junichi Takaku, Tomohiro Watanabe, *Feasibility Study of PRISM-2 Onboard ALOS-3 — Simulated Image Generation*, Proceedings of IGARSS (IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium), Melbourne, Australia, July 21-26, 2013.
- Tanii, J., Akira Iwasaki, Takahiro Kawashima, Hitomi Inada, 2012. *Results of Evaluation Model of Hyperspectral Imager Suite (HISUI)*, Proceedings of IGARSS (International Geoscience and Remote Sensing Symposium), Munich, Germany.
- Zhang, X. and Pazner, M., *Comparison of Lithologic Mapping with ASTER, Hyperion, and ETM data in the Southeastern Chocolate Mountains, USA*, Photogramm. Eng. Remote Sensing, 2007, 73(5), 555-561.