

SISTEM PENGINDERAAN JAUH SATELIT ALOS DAN ANALISIS PEMANFAATAN DATA

Gokmaria Sitanggung

Peneliti Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh, LAPAN

ABSTRACT

The ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*) which has been successfully launched on January, 24, 2006 has five main missions i.e. 1) Cartography, 2) Regional Observation, 3) Disaster Monitoring, 4) Resources Surveying, 5) Technology Development. To achieve the ALOS main missions, the satellite is equipped with three remote sensing sensors and mission supporting subsystems. The three sensors consist of two optical sensors i.e. PRISM (*Panchromatic Remote Sensing Instrument for Stereo Mapping*) and AVNIR-2 (*Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type-2*), and one microwave sensor or radar i.e. PALSAR (*Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar*). This paper describes the technical characteristics of the ALOS satellite, and the three sensors, the mission supporting subsystems, the characteristics of the ALOS image data, the ALOS data products, the ALOS data application, and the analysis of the use of the ALOS data for several applications. The study method is accomplished by studying literature/information/data which was obtained from the satellite operator, the internet, the current and previous research results, and by performing analysis as well.

ABSTRAK

Satelit ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*) yang telah berhasil diluncurkan pada tanggal 24 Januari 2006, mempunyai 5 misi utama yaitu 1) Kartografi, 2) Pengamatan Regional, 3) Pemantauan Bencana Alam, 4) Penelitian Sumber Daya Alam, 5) Pengembangan Teknologi. Untuk dapat mencapai misi utama ALOS, satelit dilengkapi dengan tiga buah sensor penginderaan jauh dan subsistem pendukung misi. Tiga buah sensor tersebut terdiri dari dua buah sensor optik yaitu sensor PRISM (*Panchromatic Remote Sensing Instrument for Stereo Mapping*) dan sensor AVNIR-2 (*Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type-2*), sebuah sensor gelombang mikro atau radar yaitu PALSAR (*Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar*). Makalah ini menguraikan karakteristik teknis satelit ALOS dan ketiga buah sensor, subsistem pendukung misi, karakteristik data citra ALOS, produk data ALOS, aplikasi data ALOS, serta analisis pemanfaatan data ALOS untuk bermacam aplikasi. Metode pelaksanaan kajian adalah dengan mempelajari literatur/informasi/data yang diperoleh dari operator satelit, media internet, hasil-hasil penelitian yang berkembang dewasa ini, dan melakukan analisis.

1 PENDAHULUAN

ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*) adalah suatu satelit penginderaan jauh (inderaja) Jepang yang diutamakan untuk pengamatan daratan dengan menggunakan teknologi terdepan; diprogramkan untuk meneruskan dan meningkatkan fungsi satelit JERS-1 (*Japanese Earth Resources Satellite-1*) dan satelit ADEOS (*Advanced Earth*

Observing Satellite). Satelit ALOS dilengkapi dengan tiga buah sensor indera, terdiri dari dua buah sensor optik yaitu sensor PRISM (*Panchromatic Remote Sensing Instrument for Stereo Mapping*) dan sensor AVNIR-2 (*Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type-2*), sebuah sensor gelombang mikro atau radar yaitu PALSAR (*Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar*).

Misi utama dari satelit ALOS adalah 1) untuk memberikan kontribusi terhadap aplikasi kartografi (Kartografi), 2) untuk memberikan kontribusi terhadap pengamatan regional (Pengamatan Regional), 3) untuk memberikan kontribusi terhadap pemantauan bencana alam (Pemantauan Bencana Alam), 4) untuk memberikan kontribusi terhadap penelitian sumber daya alam (Penelitian Sumber Daya Alam), 5) untuk meningkatkan teknologi pengamatan daratan (Pengembangan Teknologi). Satelit ALOS yang rencananya akan diluncurkan pada bulan September 2005 yang lalu, akhirnya telah berhasil diluncurkan pada tanggal 24 Januari 2006 dengan pesawat peluncur roket H-IIA, dari lokasi peluncuran *Tanegashima Space Center* di Jepang bagian selatan (JAXA, 2006).

Untuk mendukung sensor-sensor pengamatan pada satelit ALOS dan pencapaian tujuan misi, satelit ALOS dilengkapi dengan subsistem pendukung misi. Subsistem tersebut adalah 1) Subsistem Pengontrol Orbit dan Kedudukan Satelit (*Attitude and Orbit Control Subsystem*), 2) Subsistem Penentuan Kedudukan Satelit dan Posisi secara Otonom (*Attitude Determination and Autonomous Position Subsystem*), 3) Subsistem Penanganan Data Misi (*Mission Data Handling Subsystem*)

Seperti diketahui Stasiun Bumi Inderaja Parepare yang dioperasikan oleh LAPAN, berkembang mampu menerima, merekam, mengolah dan mendistribusikan data *Synthetic Aperture Radar* (SAR) dari satelit ERS-1/2 dan JERS-1, OPS JERS-1, SPOT-4, TM Landsat-5 dan sekarang ini ETM plus Landsat-7. Pengembangan Sistem Stasiun Bumi tersebut untuk dapat menerima data MODIS juga telah dimulai dilakukan semenjak tahun 2003, dan telah selesai atau mampu menerima data MODIS semenjak pertengahan tahun 2004 (Kartasasmita, 2001; Tejasukmana, 2002).

Ketersediaan data inderaja satelit optik (seperti OPS JERS-1, TM Landsat-5 dan ETM plus Landsat-7, SPOT-4) dan

radar (SAR JERS-1, SAR ERS-1/2) serta kemudahan perolehan data dari Stasiun Bumi Inderaja Parepare tersebut di atas, telah membuka peluang untuk pemanfaatan data inderaja dalam berbagai bidang aplikasi. Hal itu dapat dilihat dari penelitian/pengembangan dan operasionalisasi pemanfaatan data tersebut untuk sektor kehutanan, pertanian, perkebunan, pengembangan wilayah, geologi/pertambangan, pemetaan dan lain sebagainya di Indonesia.

Setelah beroperasi kurang lebih 4 tahun, pada tanggal 31 Mei 2003, Landsat-7 mengalami suatu anomali yang disebabkan SLC (*Scan Line Corrector*) berhenti berfungsi secara normal (*OFF*). Tidak berfungsinya SLC tersebut menyebabkan garis-garis *scan* secara individu *overlap* secara bergantian dan meninggalkan suatu *gap* yang besar dan tampak seperti garis (*striping*) pada bagian tepi (*edge*) dari citra tersebut (NASA, 2003).

Saat ini produk TM Landsat-5 dan ETM plus Landsat-7 (sebelum anomali), masih merupakan andalan pengguna Indonesia karena kemampuan resolusi spektralnya yang lebih baik dibandingkan SPOT. Mengingat keadaan teknis Landsat-7 yang mengalami keadaan SLC *OFF* dengan kondisi data ETM plus tersebut, maka untuk mempertahankan kontinuitas penyediaan data kepada pengguna dan untuk pengembangan pemanfaatan data dan teknologi penginderaan jauh, LAPAN perlu melakukan kajian satelit masa depan yaitu dari sistem inderaja satelit yang sejenis, seperti serial satelit inderaja India dan Jepang. Seperti misalnya Sitanggang, *et. al.*, 2004 telah melakukan kajian sistem inderaja satelit IRS P-6 (*Indian Remote Sensing Satellite-P-6*) yang sekarang ini sedang dioperasikan India, dan juga kajian sistem inderaja satelit SPOT-5.

Berkaitan dengan ketersediaan teknologi dan data dari satelit ALOS seperti diuraikan di atas, LAPAN perlu melakukan kajian mengenai sistem inderaja satelit ALOS tersebut yang meliputi kemampuan atau karakteristik

teknis satelit dan sensor, subsistem untuk mendukung misi ALOS (sistem penanganan data, sistem kontrol kedudukan satelit, sistem transmisi data, dan yang lainnya), karakteristik data citra, jenis produk data, serta potensi data untuk bermacam aplikasi.

Makalah ini merupakan hasil kajian mengenai sistem inderaja satelit ALOS yang meliputi karakteristik teknis satelit ALOS dan ketiga buah sensor, subsistem pendukung misi, karakteristik data citra ALOS, produk data ALOS, aplikasi data ALOS, serta analisis pemanfaatan data ALOS untuk bermacam aplikasi.

Kajian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi kepada pengguna data akan keunggulan data untuk berbagai aplikasi serta memberikan rekomendasi keperluan penyediaan data ALOS untuk pengguna data melalui akuisisi data pada Stasiun Bumi Inderaja yang dikelola oleh LAPAN di Indonesia.

Metode pelaksanaan kajian adalah dengan mempelajari materi studi yang dikumpulkan dari referensi-referensi yang tersedia berupa literatur/informasi/data yang diperoleh dari operator satelit ALOS (NASDA, JAXA, dan lainnya), media internet, hasil-hasil penelitian yang berkembang dewasa ini, dan melakukan analisis pemanfaatan data ALOS untuk berbagai aplikasi.

2 KAJIAN SISTEM PENGINDERAAN JAUH SATELIT ALOS

2.1 Sistem Satelit ALOS

Satelit ALOS adalah satelit penginderaan jauh terbesar yang dibangun oleh Jepang, dengan massa kira-kira 4000 kg. Satelit ALOS bergerak pada orbit sinkron matahari pada ketinggian 691,65 km pada ekuator, inklinasi 98,16° derajat. Satelit tersebut dirancang untuk dapat tetap beroperasi pada orbitnya pada kurun waktu 3-5 tahun. Satelit ALOS melintasi katulistiwa jam 10.30 waktu lokal pada posisi satelit ke arah kutub selatan atau mode menurun

(*descending mode*) dan jam 22.30 waktu lokal pada posisi satelit ke arah kutub utara atau mode menaik (*ascending mode*). Periode pengulangan orbit adalah 46 hari, dengan kemampuan pengulangan 2 hari untuk sensor pandangan sisi (*side-looking*) (NASDA, 2004a, JAXA, 2004).

Satelit ALOS membawa tiga buah sensor penginderaan jauh yang terdiri dari dua buah sensor optik yaitu sensor PRISM (*Panchromatic Remote Sensing Instrument for Stereo Mapping*) dan sensor AVNIR-2 (*Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type-2*) serta satu buah sensor gelombang mikro atau radar yaitu PALSAR (*Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar*) (NASDA, 2004b).

Untuk mendukung sensor-sensor pencitra pada satelit ALOS dan pencapaian tujuan misi, satelit ALOS dilengkapi dengan subsistem pendukung misi, sebagai berikut

- Subsistem Pengontrol Orbit dan Kedudukan Satelit (*Attitude and Orbit Control Subsystem*).
- Subsistem Penentuan Kedudukan Satelit dan Posisi secara Otonom (*Attitude Determination and Autonomous Position Subsystem*).
- Subsistem Penanganan Data Misi (*Mission Data Handling Subsystem*).

Karakteristik Subsistem tersebut di atas (Osawa, 2004, JAXA, 2004, Maeda, 2005) diuraikan sebagai berikut :

a. Subsistem Pengontrol Orbit dan Kedudukan Satelit [*Attitude and Orbit Control Subsystem*]

Subsistem Pengontrol Orbit dan Kedudukan Satelit (*Attitude and Orbit Control Subsystem*), mempunyai kestabilan yang tinggi. Untuk meminimalkan distorsi geometrik dari citra, kedudukan (*attitude*) satelit (kecepatan sudut) distabilkan pada 2×10^{-4} derajat setiap lima detik (sama dengan distorsi 2,5 m di dalam citra (*scene*) 35 km²). Gangguan dari sumber vibrasi yang utama, yaitu mekanis *pointing antenna*, komunikasi *relay data*, mekanis penggerak cermin *pointing*

AVNIR-2, dan mekanis penggerak susunan matahari (*solar array*) dikontrol secara hati-hati menggunakan teknik *feed forward* dan pengatur parameter pada *onboard* satelit.

b. Subsistem Penentuan Kedudukan Satelit dan Posisi secara Otonom (*Attitude Determination and Autonomous Position Subsystem*)

Subsistem Penentuan Kedudukan Satelit dan Posisi secara Otonom (*Attitude Determination and Autonomous Position Subsystem*) dengan presisi tinggi memungkinkan para pengguna untuk melokasikan posisi yang tepat dari masing-masing elemen gambar (*pixel*) dari citra tanpa menggunakan titik-titik referensi pada permukaan Bumi. Kemampuan ini penting sekali untuk kartografi pada daerah-daerah yang tidak dipetakan. Kemampuan ini dicapai tanpa menggunakan penjejak bintang (*star-trackers*) yang akurat, sistem penerima GPS jenis penjejak fasa dengan sinyal pembawa frekuensi rangkap-dua (*dual-frequency carrier phase tracking GPS receivers*), dan sensor-sensor *jitter* pada satelit.

c. Subsistem Penanganan Data Misi (*Mission Data Handling Subsystem*)

Data sensor-sensor optik dipadatkan secara *real-time* sampai dengan 1/9 menggunakan Transformasi Cosinus Diskrit (*Discrete Cosine Transform*) untuk pemadatan kerugian dan Modulasi Kode Pulsa Differensial (*Differensial Pulse Code Modulation*) untuk pemadatan tanpa kerugian untuk membuat tepat dengan *bandwidth* saluran komunikasinya. Kemampuan komunikasi antar satelit-satelit memungkinkan akuisisi data secara *real-time* melalui satelit relay data Jepang

(*Data Relay Technology Satellite-DRTS*) pada 240 Mbps (Hihara, 2002 di dalam Osawa, 2004). Kemampuan ini sangat penting untuk misi pemantauan bencana alam.

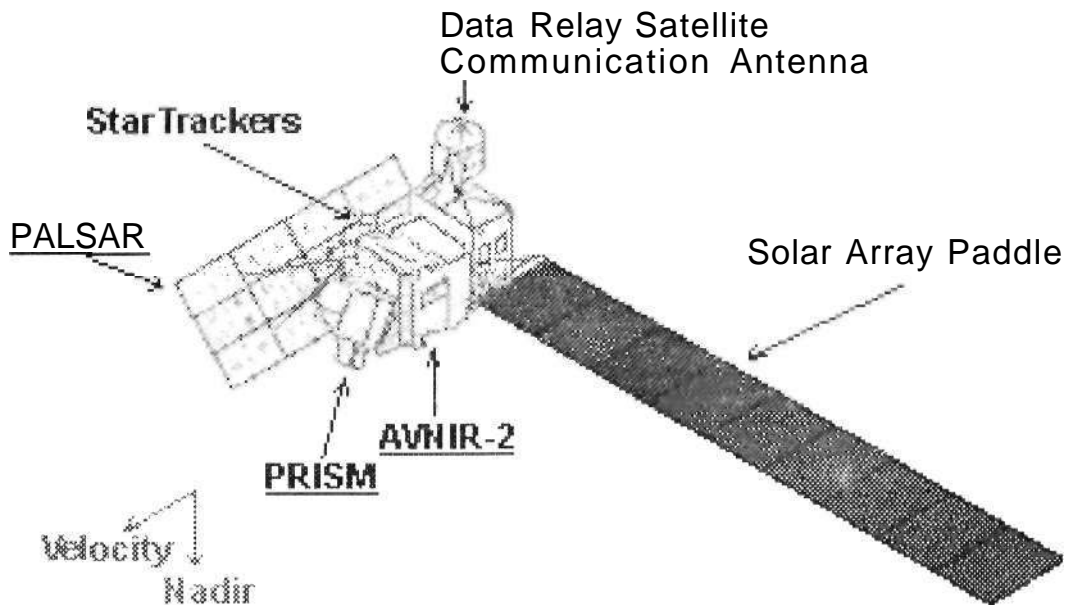
Untuk mengakomodasi data yang dihasilkan dalam jumlah yang sangat besar oleh ketiga instrumen penginderaan jauh pada satelit ALOS, satelit dilengkapi dengan suatu Perekam Data *solid-state* dengan kemampuan 96 GByte. Aliran data dari semua data global dari satelit ke stasiun bumi (*down-linking*) dilakukan secara langsung ke *Hatoyama Earth Observation Center* (EOC), di Jepang bagian utara melalui *Data Relay Technology Satellite* (DRTS) milik JAXA. DRTS diluncurkan ke suatu orbit geostationer (E 90°) dalam bulan September 2002, dan beroperasi dengan kecepatan data 240 Mbps (Ka-band). Transmisi langsung dari ALOS ke semua stasiun-bumi lokal dapat dilakukan pada kecepatan data 120 Mbps (*X-band*).

Konfigurasi satelit ALOS ditunjukkan di dalam Gambar 2-1 dan karakteristik teknis satelit ALOS ditunjukkan di dalam Tabel 2-1.

2.2 Sensor Penginderaan Jauh pada Satelit ALOS

Seperti telah disebutkan pada bagian sebelumnya, satelit ALOS dilengkapi dengan tiga buah sensor pencitra terdiri dari dua buah sensor optik yaitu PRISM, sebuah sensor gelombang mikro atau radar yaitu PALSAR.

Karakteristik teknis ketiga buah sensor tersebut di atas serta karakteristik datanya (Osawa, 2004; Rosenqvist, et al, 2004; NASDA, 2004b; JAXA, 2006), secara detail diuraikan sebagai berikut:

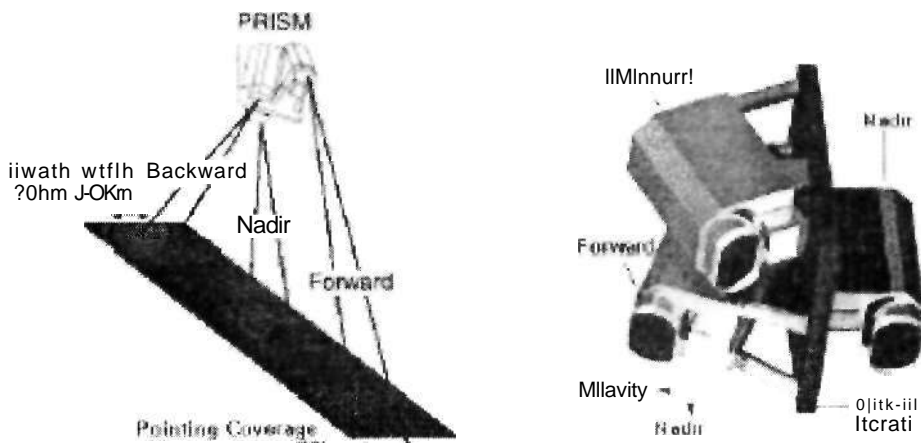


Gambar 2-1: Konfigurasi satelit ALOS

Tabel 2-1: KARAKTERISTIK TEKNIS SATELIT ALOS

Parameter	Karakteristik Teknis
Tanggal Peluncuran	24 Januari 2006
Pesawat Peluncur	Roket H-IIA
Lokasi Peluncuran	Tanegashima Space Center
Orbit	Sinkron rnahari, <i>sub-recurrent</i>
Ketinggian orbit	691.65 km
Periode <i>recurrent</i>	46 hari. <i>sub/cle</i> : 2 hari
Inklinasi	98.16 derajat
Power yang dihasilkan	7 k W (akhir masa operasi)
Berat atau massa	Kira-kira 4000 kg
Perekam Data	96 G bytes, <i>solid state</i>
Aliran data {Data link}	240 Mbps (melalui DRTS). 120 Mbps (aliran data langsung dari satelit ke stasiun bumi (<i>direct down link</i>))

Panchromatic **Remote-sensing Instrument**
For **Stereo Mapping**



Sub-satelit track

Gambar 2-2: Sensor PRISM dan karakteristik observasi PRISM

Tabel 2-2: KARAKTERISTIK TEKNIS SENSOR DAN DATA CITRA PRISM

Parameter	Karakteristik Teknis
Jumlah kanal spektral	1 (pankromatik)
Panjang Gelombang	0,52-0,77 μ m
Metode <i>Scanning</i>	<i>Push broom</i> dengan 8 CCD untuk masing-masing Telescope nadir, <i>backward</i> , dan <i>forward</i>
FOV	> 7,6 derajat
IFOV	3,61 <i>firad</i>
Lebar Liputan Satuan Citra	70 km (nadir). 35 km (<i>forward</i> dan <i>backward</i>) atau mode <i>triplet</i>
Resolusi Spasial	2,5 m (nadir)
S/N	>70
MTF @ Frekuensi Nyquist	0,27 untuk <i>cross-track</i> 0,21 untuk <i>long-track</i>
Jumlah detektor	28000/ kanal (lebar liputan 70 km) 14000/ kanal (lebar liputan 35km)
Pencitraan Stereo	B/H= 1,0
Sudut pengarah titik [<i>pointing</i>]	(+ / - 1,5 $^{\circ}$) (mode <i>triplet</i> , arah <i>cross track</i>)
Kuantisasi	8 bit

2.2.1 Karakteristik teknis sensor dan data citra PRISM

PRISM adalah suatu sensor optik berupa kamera pankromatik yang beroperasi pada kisaran spektral 0,52-0,77 μ m. Sensor PRISM terdiri dari tiga buah sistem optik (tiga set teleskop) yang bebas untuk pandangan *forward*, *nadir* dan *backward* untuk memperoleh citra-citra stereoscopic sepanjang jejak satelit (*long track steroscope*). Masing-masing teleskop terdiri dari tiga cermin dan susunan detektor-detektor CCD untuk melakukan *scanning* dengan metode *push-broom* dengan tidak mempunyai penyimpangan *chromatic* pada medan pandangan yang luas, sehingga memberikan citra-citra yang tajam dan jelas. Masing-masing teleskop menghasilkan citra dengan resolusi spasial 2,5 m.

Sensor PRISM menghasilkan citra resolusi tinggi dengan lebar liputan satuan citra yang besar sampai 70 km. Teleskop pandangan *nadir* menghasilkan lebar liputan satuan citra 70 km, dan teleskop pandangan *forward* dan *backward* masing-masing menghasilkan lebar

liputan satuan citra 35 km. Teleskop *forward* dan *backward* diinklinasikan kira-kira (+/- 24 $^{\circ}$) dari *nadir* untuk menghasilkan rasio dasar terhadap tinggi (*Base to Height ratio*) =1. Spesifikasi ini diberikan untuk menghasilkan peta 3 dimensi dengan kreasi *Digital Elevation Model* (DEM) yang presisi dengan akurasi ketinggian 3 - 5 m dan untuk tujuan kartografi atau aplikasi pemetaan dengan mencapai akurasi peta-peta skala 1: 25.000, dan pemetaan dilakukan tanpa menggunakan Titik Kontrol Tanah (*Ground Control Points*). Di dalam Gambar 2-2 ditunjukkan sensor PRISM dan karakteristik observasi PRISM. Karakteristik teknis sensor dan data citra PRISM ditunjukkan di dalam Tabel 2-2.

2.2.2 Karakteristik teknis sensor dan data citra AVNIR-2

AVNIR-2 dirancang untuk meneruskan dan meningkatkan fungsi instrumen VNIR pada satelit JERS-1 dan AVNIR pada satelit ADEOS. Satelit Jepang untuk pengamatan daratan yaitu JERS-1, diluncurkan pada tahun 1992. Satelit

JERS-1 membawa dua sensor yaitu 1) *Optical Sensor* (OPS), dan 2) *Synthetic Aperture Radar* (SAR). Selama enam setengah tahun atau sampai Oktober 1998, JERS-1 menghasilkan banyak data yang tersedia di EOC untuk pengguna.

Satelit ADEOS yang dilengkapi dengan sensor AVNIR diluncurkan pada tanggal 17 Agustus 1996. ADEOS adalah satelit dengan *performance* tinggi yang membawa banyak sensor untuk pengamatan lautan, atmosfer dan daratan. Akan tetapi 10 bulan setelah peluncuran, operasi ADEOS berhenti karena terjadi kecelakaan pada *solar paddle*. AVNIR/ADEOS adalah sensor optik dengan 4 - kanal spektral, mempunyai resolusi spasial sebesar 16 m untuk pengamatan lahan darat dan zona-zona garis pantai. AVNIR-2/ALOS juga merupakan suatu sensor optik 4 kanal spektral pada daerah spektral tampak dan inframerah dekat yang dirancang untuk menghasilkan resolusi spasial yang lebih tinggi dari AVNIR/ADEOS untuk pengamatan lahan darat dan zona-zona garis pantai. Sensor AVNIR-2 melakukan scanning¹ dengan metode *push broom* dengan 1 buah CCD untuk masing-masing kanal spektral.

Sensor AVNIR-2 mempunyai sistem optik dan konfigurasi yang hampir sama dengan AVNIR/ADEOS. Bagian modifikasi yang utama adalah detektor-detektor dan elektronik yang mengikutinya. Perubahan-perubahan ini diberikan sehingga AVNIR-2 menghasilkan citra dengan resolusi spasial 10 meter, dengan lebar liputan satuan citra sebesar 70 km. Modifikasi lain adalah kemampuan pengarahannya (*pointing*) AVNIR-2, yaitu (+/- 44°) dari nadir dalam arah menyilang terhadap lintasan satelit (*cross track*). Dengan kemampuan pandangan menyilang jejak satelit tersebut di atas, dapat diperoleh daerah pengamatan yang lebih lebar sampai dengan 1500 km (lebar *pointing* maksimum dari AVNIR-2). Kemampuan ini efektif untuk pengamatan global (Osawa, 2005).

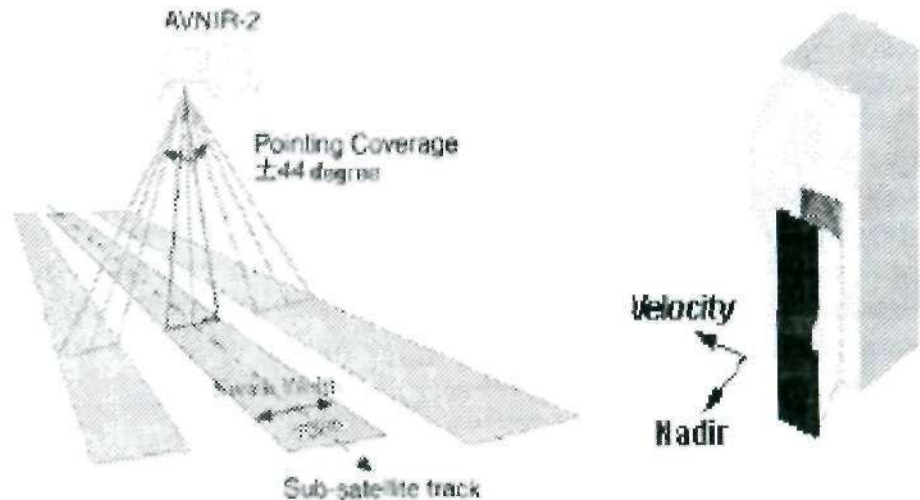
Tujuan utama AVNIR-2 untuk pemantauan bencana alam dan pemetaan penutup lahan, direalisasikan dengan

kemampuan pandangan menyilang jejak satelit (*cross-track*) seperti disebutkan di atas. Dengan kemampuan tersebut, pengamatan daerah-daerah bencana alam dalam waktu pengulangan 2 hari dapat dilakukan. Kemampuan *side-looking* juga memungkinkan pengamatan AVNIR-2 secara serentak dengan PALSAR, sehingga dapat dilakukan kontribusi terhadap aplikasi fusi data optik (AVNIR-2) dengan gelombang mikro (PALSAR). Citra hasil pengamatan AVNIR-2 akan digunakan untuk menghasilkan peta-peta liputan lahan dan peta-peta klasifikasi tata guna lahan untuk pemantauan lingkungan regional (NASDA, 2003). Di dalam Gambar 2-3 ditunjukkan sensor AVNIR-2 dan karakteristik observasi AVNIR-2 dan Tabel 2-3 menunjukkan karakteristik teknis sensor dan data citra AVNIR-2.

2.2.3 Karakteristik teknis sensor dan data citra PALSAR

PALSAR adalah suatu sensor gelombang-mikro aktif pada *L-band* (frekuensi-pusat 1270 MHz/23,6 cm) yang dikembangkan oleh JAXA bekerja sama dengan JAROS (*Japan Resources Observation Systems Organization*). Sensor PRISM mempunyai suatu kemampuan *off-nadir* yang variabel antara 10-51° (sudut datang 8-60°) dengan menggunakan teknik *phased array* aktif dengan 80 modul-modul untuk mentransmisikan/penerimaan. PRISM merupakan peningkatan dari SAR-JERS-1 (polarisasi HH, sudut *off-nadir* 35°, juga beroperasi pada L-band). PALSAR adalah suatu instrumen yang secara penuh polarimetrik, bekerja dengan salah satu dari mode yang berikut : polarisasi tunggal (HH atau W), polarisasi rangkap dua (HH+ HV atau W + VH) atau polarimetrik penuh. Polarisasi diubah dalam setiap pulsa dari sinyal transmisi, dan sinyal polarisasi ganda diterima secara simultan. Operasi dibatasi dalam sudut datang yang lebih rendah untuk mencapai hasil guna yang lebih baik. Pada mode polarisasi, lebar liputan satuan citra adalah 30 km dengan resolusi spasial 30 m; terjadi pada kondisi kecepatan data 240 Mbps.

Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2



Gambar 2-3: Sensor AVNIR-2 dan karakteristik observasi AVNIR-2

Tabel 2-3: KARAKTERISTIK TEKNIS SENSOR DAN DATA CITRA AVNIR-2

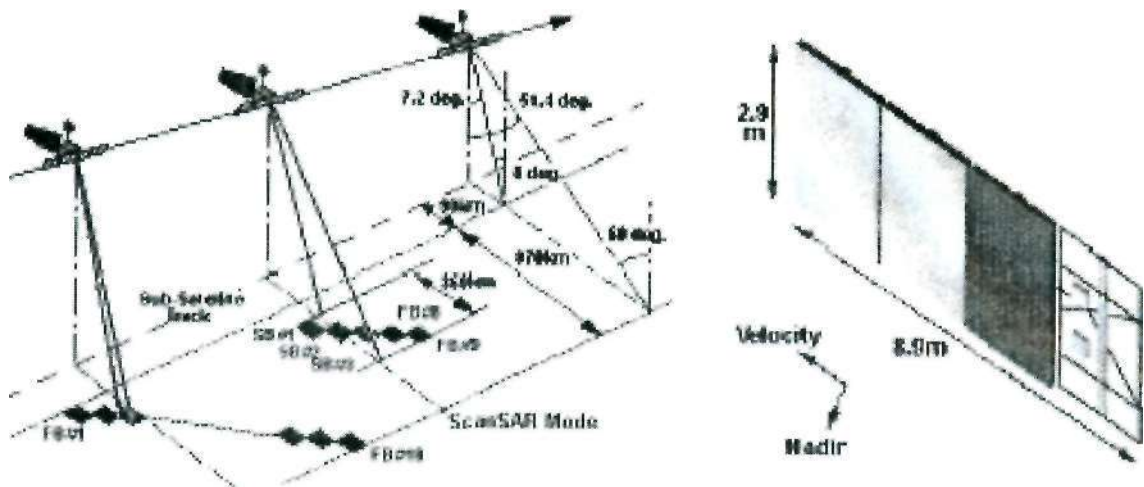
Parameter	Karakteristik Teknis
Metode <i>Scanning</i>	<i>Push broom</i> dengan 1 CCD untuk masing-masing kanal
Panjang Gelombang	Kanal 1 0.42 - 0.50 μm Kanal 2 0,52 - 0.60 μm Kanal 3 0,61 - 0.69 μm Kanal 4 0.76 - 0.89 μm
FOV	5,8"
IFOV	14,28 u rad
Lebar Liputan Satuan Citra	70 km (pada <i>nadir</i>)
Resolusi Spasial	10 m (pada <i>nadir</i>)
S/N	> 200
MTF @ Frekuensi Nyquist	Kanal 1 s/d 3 : > 0.25 Kanal 4 : > 0,20
Jumlah detektor	7000/ kanal spektral.
Sudut Pengarahan Titik (<i>Pointing Angle</i>)	(+/- 44") dari nadir
Kuantisasi	8 bit

Tiga mode operasi utama dari PALSAR adalah 1) mode *Fine* yaitu mode resolusi tinggi dengan resolusi spasial 10 m dan mode operasi yang umum untuk observasi interferometrik dengan lebar liputan satuan citra 70 km dalam polarisasi tunggal HH atau W (mode *Fine Beam Single pol-FBS*); mode *Fine* dilengkapi juga dengan polarisasi HH+HV atau W+VH (mode *Fine Beam Dual pol -FBD*), 2) mode *ScanSAR* yaitu mode yang memungkinkan untuk memperoleh citra dengan lebar liputan satuan citra sampai

dengan 350 km dengan polarisasi tunggal HH atau W dan resolusi spasial 100 m di dalam arah azimuth dan *range*, 3) mode Polarimetrik (*Fine Beam Polarimetri*) yaitu mode yang dioperasikan pada basis eksperimental, dalam polarisasi HH+ W+ HV+VH.

Gambar 2-4 menunjukkan sensor dan karakteristik observasi PALSAR dan Tabel 2-4 menunjukkan karakteristik teknis sensor dan data citra PALSAR (Osawa, 2005).

Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar



PalartiiMiiie Kinds f BS1 -M)

Gambar 2-4: Sensor PALSAR dan karakteristik observasi PALSAR

Tabel 2-4 : KARAKTERISTIK TEKNIS SENSOR DAN DATA CITRA PALSAR

Mode Operasi	<i>Fine Beam Single pol- (FBS)</i>	<i>Fine Beam Dualpol - (FBD)</i>	<i>ScanSAR</i>	<i>Polarimetrik</i>
<i>Chirp Bandwidth</i>	28 MHz	14 MHz	14 MHz, 28 MHz	14 MHz
Polarisasi	HH, W	HH+HV, W+VH	HH, W	HH+W+HV+VH
Sudut Datang	8-60 derajat	8- 60 derajat	18-43 derajat	8- 30 derajat
Resolusi spasial Range	7- 4.4 m	14- 8.8 m	100 m (<i>multi Look</i>)	24 - 89 m
Lebar Liputan satuan citra dari pengamatan	40 - 70 km	40 - 70 km	250 - 350 km	20 - 65 km
Panjang bit	5 bit	5 bit	5 bit	3 / 5 bit
Kecepatan data	240 Mbps	240 Mbps	120 Mbps, 240 Mbps	240 Mbps
Akurasi Radiometrik	Citra (<i>Scene</i>) : 1 dB/ orbit : 1,5 dB			
Frekuensi Pusat	L band (1270 MHz)			

Tabel 2-5: MODE OBSERVASI *DEFAULT* PALSAR

Polarisasi	Sudut <i>off-nadir</i> (lebar liputan satuan citra, resolusi)
HH	34.3 derajat (70 km. 10 m)
HH	43.4 derajat (70 km, 10 m)
HH + HV	34.3 derajat (70 km, 20 m)
HH + HV	43.4 derajat (70 km. 20 m)
HH + HV + VH + VV	21.5 derajat (30 km, ~30 m)
ScanSAR (HH)	5- <i>bean i mode</i> (350 km. 100 m)

PALSAR secara teknik dapat dioperasikan pada sejumlah 132 mode yang berbeda. Akan tetapi dari titik pandang aplikasi, sejumlah besar dari kombinasi-kombinasi mode potensial tersebut menjadi agak kontra-produktif. Untuk meminimalkan konflik-konflik dari mode yang demikian, tujuh mode operasi telah diidentifikasi sebagai *default modes*, yang ditunjukkan di dalam Tabel 2-5 (Rosenqvist, *et. al*, 2004). Pemilihan *default mode* dibuat sebagai suatu kompromi kriteria yang mengikuti kriteria ilmiah, aspek-aspek programatik, dan pembatasan-pembatasan operasional satelit menjadi pertimbangan.

Kecepatan perekaman data 240 Mbps dalam mode tunggal, mode rangkap dua (*dual mode*), dan mode polarimetrik penuh, karenanya diperlukan aliran data dari satelit ke stasiun bumi (*down-linking*) melalui DRTS. Akan tetapi mode ScanSAR beroperasi pada 120 Mbps, yang memungkinkan aliran data secara langsung dari satelit ke semua stasiun bumi lokal (di dalam jaringan stasiun bumi ALOS).

2.2.4 Produk data

Produk data ALOS dibagi dalam dua kategori (NASDA, 2004a) yaitu 1) Produk Data Standar, 2) Produk Data Riset. Produk Data Standar terdiri dari a) Produk standar untuk data PRISM, b) Produk standar untuk data AVNIR-2, c) Produk standar untuk data PALSAR. Produk standar untuk masing-masing data sensor terdiri dari beberapa level, sebagai berikut :

- Data sensor PRISM dan AVNIR-2 : Level 1A, 1 B1, dan 1 B2.
- Data sensor PALSAR : Level 1.0 , 1.1 dan 1.5.

Selain Produk Data Standar, NASDA juga mengeluarkan Produk Data Riset yang terdiri dari 4 macam produk, sebagai berikut :

- Produk Data Riset-1: a) Produk *Ortho Image* (AVNIR-2), b) Produk *Ortho Image*

(PALSAR), c) Produk *Ortho Image* (PRISM).

- Produk Data Riset-2 : a) DEM Nilai Relatif (PRISM), b) DEM Nilai Absolut (PRISM), c) DEM dihasilkan dari SAR (PALSAR), Klasifikasi Penutup Lahan (PALSAR/AVNIR-2), d) Klasifikasi Vegetasi (PALSAR/AVNIR-2).
- Produk Data Riset -3 : Pemetaan Hutan (PALSAR).
- Produk Data Riset-4 : a) Pemetaan Pergerakan Lapisan Bumi (PALSAR), b) Peta Biomass (PALSAR), c) Peta Lautan Es (PALSAR), d) Peta Kelembaban Tanah (PALSAR), e) Peta *Snowpack/Glacier* (PALSAR/AVNIR-2), f) Peta Albedo (AVNIR-2), g) Peta (PALSAR/AVNIR-2).

3 APLIKASI DATA ALOS (PRISM, AVNIR-2 DAN PALSAR)

Potensi data ALOS (PRISM, AVNIR-2 dan PALSAR) untuk berbagai aplikasi, menggunakan data PRISM, AVNIR-2 dan PALSAR simulasi dari data inderaja lain yang menyerupai (seperti OPS-JERS-1, SAR-JERS-1, TM-Landsat) telah dikaji (JAXA, 2005; NASDA, 2004b; NASDA, 2005; Ono, 2004). Dalam kajian tersebut ditunjukkan bahwa dengan karakteristik data citra ALOS (seperti telah ditunjukkan di dalam Tabel 2-2-2-5), data PRISM, AVNIR-2 dan PALSAR akan efektif digunakan untuk aplikasi-aplikasi pemetaan, perencanaan pengembangan wilayah, pengelolaan sumber daya alam (pertanian, kehutanan, perkebunan, geologi, oceanografi dan lain sebagainya), pengelolaan bencana alam, pemantauan lingkungan regional/global, diuraikan sebagai berikut :

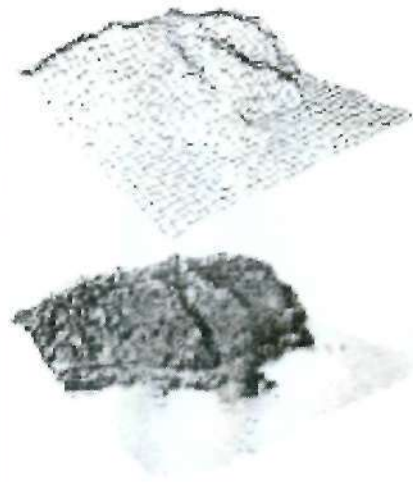
3.1 Aplikasi Data PRISM

Data PRISM akan efektif untuk berbagai aplikasi (NASDA, 2005) seperti 1) kreasi peta, 2) DEM untuk pemetaan, 3) perencanaan kota, 4) pertanian, 5) kehutanan, 6) pengelolaan garis pantai, 7) pengontrolan disposal ilegal, 8) perencanaan posisi antena, 9) pemantauan banjir skala kecil, 10) pemantauan jalur lalu lintas laut.

3D Mapping

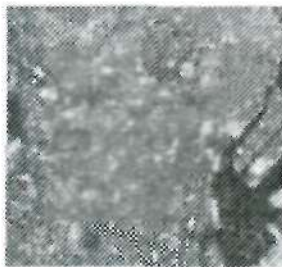


DEM Creation

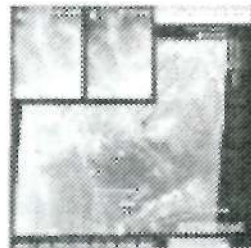


Gambar 3-1: Contoh aplikasi (hasil-hasil yang diharapkan) menggunakan data PRISM

Expected Results



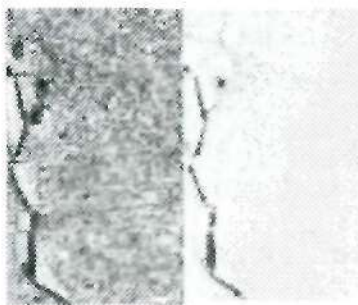
Regional Observation



Resources Survey



Land Use Mapping



Environment Monitoring



Gambar 3-2: Contoh aplikasi (hasil-hasil yang diharapkan) menggunakan data AVNIR-2

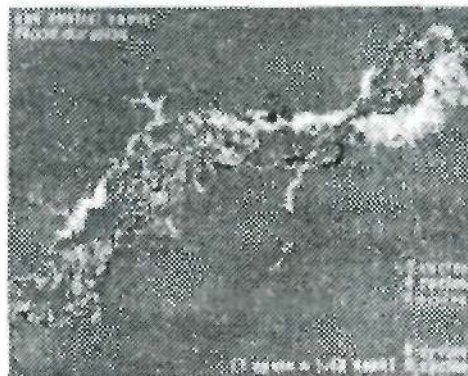
Expected Results

Global Forest Mapping



- Interferometry**
- DEM
 - Land Movement
 - Earthquake
 - Active Volcano

Water Level Monitoring



Gambar 3-3: Contoh aplikasi (hasil-hasil yang diharapkan) menggunakan data PALSAR

Gambar 3-2 menunjukkan contoh aplikasi (hasil-hasil yang diharapkan) menggunakan data PRISM (NASDA, 2004b) yaitu 1) pemetaan 3 dimensi, 2) kreasi DEM.

3.2 Aplikasi Data AVNIR-2

Data AVNIR-2 akan efektif untuk berbagai aplikasi (NASDA, 2005) seperti 1) kreasi pemetaan skala besar, 2) perencanaan kota skala besar, 3) pertanian (identifikasi tanaman, dan sebagainya), 4) kehutanan, 5) pengelolaan garis pantai, 6) pengontrolan polusi teluk, 7) pemantauan vegetasi, 8) pemantauan banjir skala besar.

Gambar 3-2 menunjukkan contoh aplikasi (hasil-hasil yang diharapkan) menggunakan data AVNIR-2 (NASDA, 2004b) yaitu 1) pengamatan regional, 2) penelitian sumberdaya alam, 3) pemetaan tata guna lahan, 4) pemantauan lingkungan.

3.3 Aplikasi Data PALSAR

Data PALSAR-2 akan efektif untuk berbagai aplikasi (NASDA, 2005) seperti 1) kreasi DEM, 2) *interferometry* dari pergerakan lahan, 3) biomasa hutan, 4) pemantauan kebakaran hutan, 5) pertanian, 6) pemantauan polusi minyak, 7) pemantauan banjir, 8) kelembaban tanah, 9) pemantauan kapal.

Gambar 3-3 menunjukkan contoh aplikasi (hasil-hasil yang diharapkan) menggunakan data PALSAR (NASDA, 2004b) yaitu 1) pemetaan hutan global, 2) pemantauan level perairan, 3) *interferometry* : a) DEM, b) pergeseran lahan, c) gempa bumi, d) gunung berapi.

4 ANALISIS PEMANFAATAN DATA ALOS

Dalam pemanfaatan data PRIM, AVNIR-2, PALSAR dan data indera lainnya, yang berorientasi pada ketersediaan data dan kebutuhan jenis infor-

masi, faktor-faktor yang menjadi pertimbangan untuk melaksanakan aplikasi kasus-kasus pemetaan atau perencanaan wilayah, pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan maupun untuk pengelolaan bencana alam dan lain sebagainya dengan hasil yang efektif dan efisien adalah sebagai berikut: (1) pemilihan data yang menyangkut pemilihan kanal/resolusi atau kombinasi kanal spektral dan resolusi spasial, resolusi temporal dan resolusi radiometrik serta luas liputan satuan citra, (2) penentuan prosedur atau teknik dan metode pengolahan dan analisis data citra, (3) pemanfaatan data secara komplementer atau fusi data optik dan radar, dapat pula dipertimbangkan untuk meningkatkan ketelitian informasi yang diperoleh, terutama pada daerah yang mayoritas daerah cakupan citra ditutupi awan.

4.1 Pemanfaatan Data ALOS (PRISM, AVNIR-2 dan PALSAR) Untuk Deteksi dan Pemantauan Bencana Alam

Seperti telah diuraikan pada bagian sebelumnya, ALOS mempunyai kemampuan resolusi temporal 46 hari, yang mempunyai kemampuan resolusi temporal 2 hari. Data citra inderaja yang diamati dengan sensor AVNIR-2 mempunyai kemampuan resolusi spektral 4 kanal spektral pada daerah spektral tampak dan inframerah dekat, yaitu 1) Kanal 1 : 0,42 - 0,50 μm , 2) Kanal 2 : 0,52-0,60 μm , 3) Kanal 3 : 0,61- 0,69 μm , 4) Kanal 4 : 0,76- 0,89 μm dengan resolusi spasial 10 m dengan lebar liputan satuan citra yang dapat disesuaikan (70-350 km). Kemampuan pengamatan menyilang jejak satelit (*across track*) dari sensor AVNIR-2 memungkinkan pengamatan daerah yang dapat diobservasi lebih lebar (sampai dengan 1500 km maksimum), sehingga efektif untuk pengamatan regional.

Dengan kemampuan *side-looking* juga memungkinkan pengamatan AVNIR-2 secara serentak dengan PALSAR, sehingga memungkinkan untuk melakukan operasi

fusi data optik (AVNIR-2) dengan gelombang mikro (radar) (PALSAR) untuk meningkatkan ketelitian informasi yang diperoleh. Dengan karakteristik teknis satelit dan sensor AVNIR-2 seperti diuraikan di atas, data AVNIR-2 akan efektif untuk aplikasi-aplikasi pengelolaan bencana alam lokal dan skala besar (regional) seperti kebakaran hutan, polusi minyak, kecelakaan kapal, banjir, letusan gunung api, gempa bumi, tanah longsor, kekeringan, prakiraan produksi pertanian atau aplikasi-aplikasi peringatan dini (*early warning*).

Pemantauan siang dan malam hari, tembus awan, serta semua cuaca dilakukan menggunakan sensor PALSAR. Sensor PALSAR dapat beroperasi pada mode *ScanSAR Mode*, *ScanSAR* memungkinkan kita untuk mendapatkan data citra dengan lebar liputan satuan citra 250 - 350 km dengan polarisasi tunggal HH atau W. Resolusi spasial adalah kira-kira 100 m dalam arah azimuth dan *range*. Pemantauan siang dan malam hari, tembus awan, serta semua cuaca dilakukan menggunakan sensor PALSAR. Operasi fusi data optik (AVNIR-2) dengan gelombang mikro (radar) (PALSAR) dapat dilakukan untuk meningkatkan ketelitian informasi yang diperoleh. Dengan karakteristik teknis satelit dan sensor PALSAR seperti diuraikan di atas, data PALSAR akan efektif untuk aplikasi-aplikasi pengelolaan bencana alam lokal dan skala besar (regional) seperti kebakaran hutan, polusi minyak, kecelakaan kapal, banjir, letusan gunung api, gempa bumi, tanah longsor, kekeringan, prakiraan produksi pertanian atau aplikasi-aplikasi peringatan dini (*early warning*), terutama pada daerah-daerah yang hampir selalu ditutupi awan, dan untuk pengamatan kondisi malam hari.

Sensor PRISM menghasilkan citra resolusi tinggi 2,5 m dengan lebar liputan satuan citra yang besar sampai 70 km. Teleskop pandangan *nadir* menghasilkan lebar liputan satuan citra 70 km, dan teleskop pandangan *forward* dan

backward masing-masing menghasilkan lebar liputan satuan citra 35 km, dengan kemampuan masing-masing teleskop menghasilkan data citra dengan resolusi spasial 2,5 meter. Dengan kemampuan data PRISM tersebut dapat dihasilkan DEM (*Digital Elevation Model*) yang presisi, dan mencapai akurasi peta-peta skala 1/25.000. Dengan karakteristik teknis satelit dan sensor PRISM seperti diuraikan di atas, data PRISM akan efektif untuk keperluan aplikasi-aplikasi deteksi dan pemantauan bencana alam skala kecil (lokal) dengan ketelitian informasi atau identifikasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan data citra AVNIR-2 atau PALSAR, seperti kebakaran hutan, banjir, letusan gunung api, gempa bumi, tanah longsor dan memungkinkan untuk memperoleh peta 3 dimensi dan juga kreasi DEM dari daerah bencana alam.

Dengan karakteristik teknis dari satelit, sensor dan data PRISM, AVNIR-2 dan PALSAR seperti yang telah disebutkan di atas, data PRISM, AVNIR-2 dan PALSAR, akan efektif untuk deteksi dan pemantauan bencana alam seperti kebakaran hutan, polusi minyak, kecelakaan kapal, banjir, letusan gunung api, gempa bumi, tanah longsor, kekeringan, prakiraan produksi pertanian atau aplikasi-aplikasi peringatan dini (*early warning*) dan lain sebagainya.

Sebagai contoh, dengan menggunakan data simulasi ALOS (JAXA, 2005; Ono, 2004; NASDA, 2005; NASDA, 2006), ditunjukkan bahwa data PRISM, AVNIR-2 dan PALSAR akan efektif untuk deteksi dan pemantauan bencana alam, di antaranya 1) Data PRISM efektif untuk deteksi dan pemantauan bencana alam, seperti a) pemantauan kekeringan, b) pemantauan kebakaran hutan, c) pengontrolan pembuangan sampah illegal, d) pemantauan banjir skala kecil, e) pemantauan jalur lalu-lintas laut atau kecelakaan kapal, f) pemantauan aktifitas gunung api, g) deteksi dan pemantauan tanah longsor, 2) Data AVNIR-2 efektif untuk deteksi dan pemantauan bencana

alam, seperti a) pemantauan kebakaran hutan regional, b) pemantauan banjir skala besar, c) pemantauan kekeringan, d) pemantauan atau pengontrolan polusi teluk, e) pemantauan jalur lalu-lintas laut atau kecelakaan kapal, 3) Data PALSAR efektif untuk deteksi dan pemantauan, seperti a) pemantauan kebakaran hutan regional, b) pemantauan polusi minyak, c) pemantauan banjir, d) pemantauan kekeringan, e) pemantauan jalur lalu-lintas laut atau kecelakaan kapal.

Contoh citra hasil pemantauan bencana alam menggunakan sensor AVNIR-2 ALOS ditunjukkan secara berurutan pada Gambar 4-1a dan 4-1b yaitu semburan awan panas yang terjadi berurutan pada tanggal 9 Juni, 14 Juni 2006, menunjukkan aktifitas Gunung Merapi, Jawa Tengah, Indonesia. (NASDA, 2006).

Hasil kajian ini menunjukkan bahwa data PRISM, AVNIR-2 dan PALSAR, akan efektif untuk deteksi dan pemantauan bencana alam seperti kebakaran hutan, polusi minyak, kecelakaan kapal, banjir, letusan gunung api, gempa bumi, tanah longsor, kekeringan, prakiraan produksi pertanian atau aplikasi-aplikasi peringatan dini (*early warning*) dan lain sebagainya (dengan kemampuan resolusi temporal 2 hari).

4.2 Pemanfaatan Data ALOS (PRISM, AVNIR-2 DAN PALSAR) Untuk Berbagai Aplikasi Lain

Dengan karakteristik teknis dari data ALOS, data ALOS (PRISM, AVNIR-2 dan PALSAR) akan efektif digunakan untuk aplikasi pemetaan. Seperti disebutkan pada bagian sebelumnya, dengan karakteristik teknis dari PRISM, tujuan utama dari PRISM untuk pemetaan topografik global pada skala 1: 25.000 dan menghasilkan DEM (*Digital Elevation Model*) dengan resolusi yang baik akan dapat dicapai. Dengan karakteristik teknis AVNIR-2, tujuan utamanya adalah untuk pemetaan penutup lahan dan peman-

tauan bencana alam akan dapat dicapai. Citra hasil pengamatan AVNIR-2 akan efektif digunakan untuk menghasilkan peta-peta liputan lahan dan peta-peta klasifikasi tata guna lahan untuk pemantauan lingkungan regional. Data PALSAR digunakan untuk pengamatan siang dan malam hari dan kondisi berawan atau cuaca buruk. Pemanfaatan data secara komplementer atau fusi data optik (AVNIR-2) dan radar (PALSAR), dapat pula dipertimbangkan untuk meningkatkan ketelitian informasi yang diperoleh. Dengan tersedianya citra-citra multi polarisasi PALSAR, dapat dilakukan operasi-operasi multi polarisasi untuk meningkatkan ketelitian ekstraksi informasi pada bermacam aplikasi (seperti pertanian, kehutanan dan lain sebagainya). Dengan kemampuan teknis satelit, sensor dan subsistem pendukung pada ALOS, seperti disebutkan di atas, sistem indera satelit ALOS dapat menghasilkan data dengan kualitas homogen untuk peta-peta global skala 1: 25.000 meliputi data elevasi, vegetasi, tata guna lahan dan penutup lahan.

Seperti telah disebutkan pada bagian 3 dari makalah ini : *Aplikasi Data ALOS (PRISM, AVNIR-2 DAN PALSAR)*, data ALOS (PRISM, AVNIR-2 dan PALSAR) akan efektif digunakan untuk berbagai aplikasi lain seperti aplikasi-aplikasi perencanaan pengembangan wilayah, pengelolaan sumberdaya alam (pertanian, kehutanan, perkebunan, geologi, oceanografi dan lain sebagainya), pengelolaan bencana alam, pemantauan lingkungan regional/global.

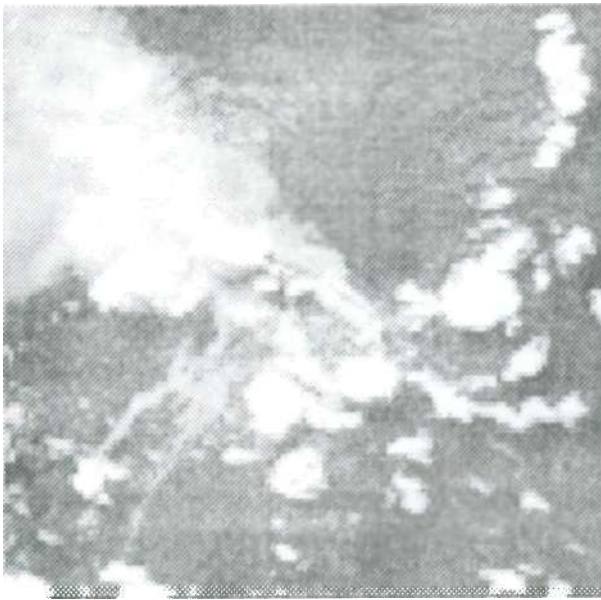
Di dalam pemanfaatan atau aplikasi data ALOS (PRISM, AVNIR-2 dan PALSAR), untuk keperluan identifikasi atau deteksi, data PRISM dengan resolusi spasial lebih tinggi dari AVNIR-2, akan memberikan

detail informasi yang lebih akurat dengan ketersediaan citra dalam 1 kanal spektral pankromatik, yang dapat dilengkapi dengan kreasi DEM atau peta 3 dimensi, bilamana diperlukan untuk tujuan aplikasi.

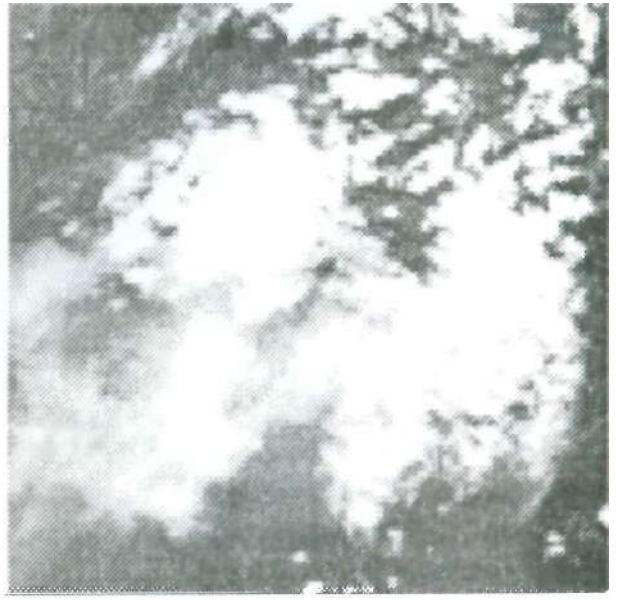
Data AVNIR-2 mempunyai resolusi spasial yang lebih rendah dari PRISM. Akan tetapi untuk tujuan identifikasi atau deteksi, dengan resolusi spasial 10 m, dan dengan ketersediaan data dalam 4 kanal spektral tampak dan inframerah dekat, akan membantu di dalam identifikasi yaitu dengan menggunakan operasi-operasi kombinasi spektral.

Data PALSAR terutama digunakan untuk daerah-daerah yang hampir selalu ditutupi awan, dan untuk pengamatan malam hari serta kondisi cuaca buruk. Pada daerah-daerah yang mayoritas ditutupi awan, dapat dipertimbangkan penggunaan fusi data AVNIR-2 dan PALSAR. Dengan tersedianya citra multi polarisasi PALSAR, dapat dilakukan operasi-operasi multi polarisasi untuk meningkatkan ketelitian ekstraksi informasi pada berbagai aplikasi (seperti pertanian, kehutanan dan lain sebagainya). Pada Gambar 4-2 ditunjukkan contoh citra multi polarisasi PALSAR, untuk aplikasi pertanian (NASDA, 2005): melengkapi sebanyak mungkin informasi obyek pertanian.

Hasil kajian ini menunjukkan data citra ALOS (PRISM, AVNIR-2, PALSAR) akan efektif digunakan untuk aplikasi pemetaan, perencanaan pengembangan wilayah, pengelolaan sumberdaya alam (pertanian, kehutanan, perkebunan, geologi, oceanografi dan lain sebagainya), pemantauan bencana alam atau pengelolaan bencana alam, pemantauan lingkungan regional/global dan lain sebagainya.



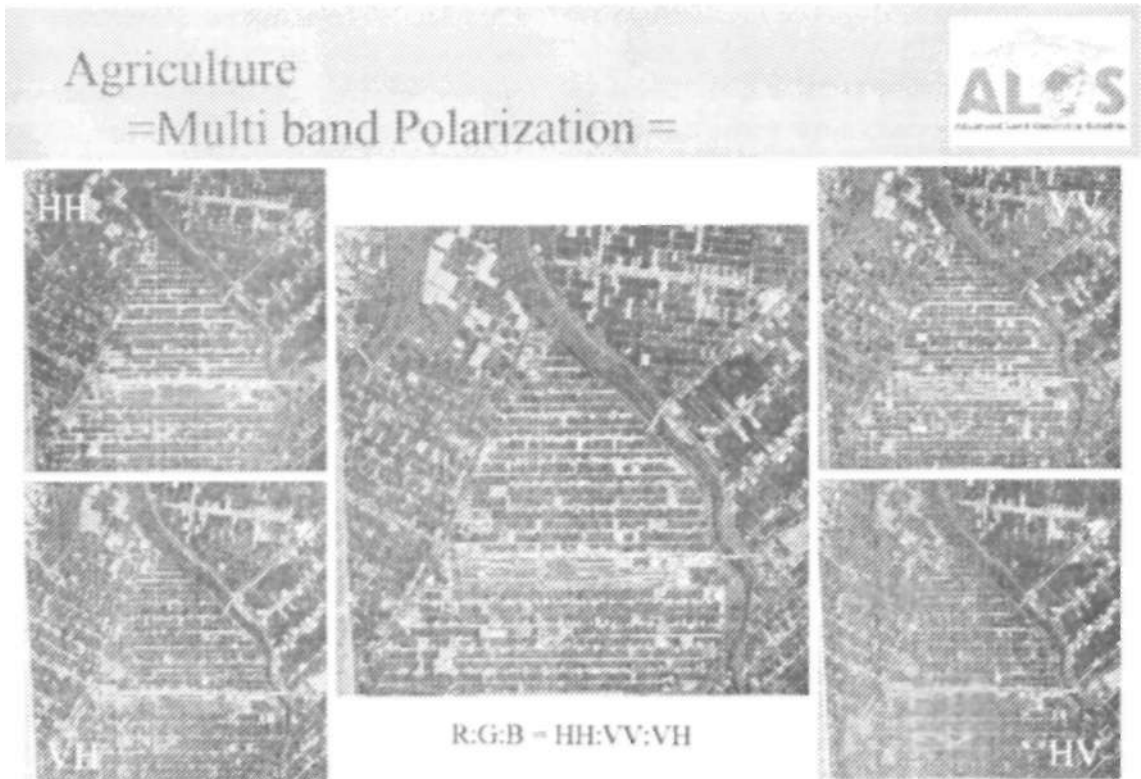
(a)



(b)

Gambar 4-1: Citra hasil pemantauan bencana alam menggunakan sensor AVNIR-2 ALOS, aktifitas Gunung Merapi, Jawa Tengah , Indonesia

(a) menunjukkan semburan awan panas terjadi pada tanggal 9 Juni, 2006
 (b) menunjukkan semburan awan panas terjadi pada tanggal 14 Juni, 2006



Multi band polarization provides us much more information about target.

Gambar 4-2: Contoh citra multi polarisasi PALSAR, untuk aplikasi pertanian: melengkapi sebanyak mungkin informasi obyek pertanian

5 KESIMPULAN

Berdasarkan kajian dan analisis yang dilakukan, disimpulkan:

- Satelit ALOS dilengkapi dengan tiga buah sensor dan subsistem untuk mendukung misi. Tiga buah sensor tersebut terdiri dari: dua buah sensor optik yaitu sensor PRISM [*Panchromatic Remote Sensing Instrument for Stereo Mapping*] dan sensor AVNIR-2 [*Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type-2*], sebuah sensor gelombang mikro atau radar yaitu PALSAR (*Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar*).
- Sensor PRISM adalah suatu kamera pankromatik (520-770 nm) dengan resolusi spasial 2,5 m pada nadir. Sensor PRISM terdiri dari tiga buah sistem optik (3 set teleskop) yang bebas untuk pandangan *forward*, *nadir* dan *backward* untuk menghasilkan citra stereoskopik sepanjang lintasan satelit. Teleskop untuk pandangan nadir meliputi satuan citra dengan lebar 70 km; *telescope forward* dan *backward* masing-masing meliputi satuan citra 35 km.
- Sensor AVNIR-2 adalah suatu pencitra multispektral dengan 4 kanal spektral pada daerah spektral tampak dan inframerah dekat untuk pengamatan daratan dan zona garis pantai. Lebar liputan satuan citra sebesar 70 km dengan resolusi spasial 10 meter. Tujuan utama dari AVNIR-2 adalah untuk pemetaan penutup lahan dan pemantauan bencana alam untuk pemantauan lingkungan regional dan dengan kemampuan pandangan menyilang jejak satelit ($\pm 44^\circ$), pengamatan daerah-daerah bencana dalam waktu pengulangan 2 hari dapat dilakukan, dan lebar liputan dapat sampai 1500 km.
- PALSAR adalah sensor gelombang mikro atau radar, beroperasi pada *L-band* (1270 Mhz/ 23,6 cm), untuk pengamatan siang dan malam hari, bebas awan dan cuaca. Tiga mode operasi utama dari PALSAR adalah 1) mode *Fine* yaitu mode resolusi tinggi dengan resolusi spasial 10 m dan mode operasi yang umum untuk observasi interferometrik, lebar liputan satuan citra 70 km dalam polarisasi tunggal HH atau W (mode *Fine Beam Single* poZ-FBS); mode *Fine* dilengkapi juga dengan polarisasi HH+HV atau W+VH (mode *Fine Beam Dual pol-FBD*), 2) mode *ScanSAR* yaitu mode yang memungkinkan untuk memperoleh citra dengan lebar liputan satuan citra sampai dengan 350 km dengan polarisasi tunggal HH atau W dan resolusi spasial 100 m di dalam arah azimuth dan *range*, 3) mode Polarimetrik (*Fine Beam Polarimetric*) yaitu mode yang dioperasikan dalam basis eksperimental, dalam polarisasi HH+W+ HV+VH.
- Pemanfaatan data secara komplementer atau fusi data citra optik (AVNIR-2) dan radar (PALSAR), dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan ketelitian informasi yang diperoleh. Dengan tersedianya citra-citra multi polarisasi PALSAR, dapat pula dilakukan operasi-operasi multi polarisasi untuk meningkatkan ketelitian ekstraksi informasi pada berbagai aplikasi.
- Data PRISM, AVNIR-2 dan PALSAR akan efektif untuk aplikasi pemantauan bencana alam atau pengelolaan bencana alam seperti kebakaran hutan, polusi minyak, kecelakaan kapal, banjir, letusan gunung api, gempa bumi, tanah longsor, kekeringan, prakiraan produksi pertanian atau aplikasi-aplikasi peringatan dini (*early warning*) dan lain sebagainya (dengan kemampuan resolusi temporal 2 hari).
- Data PRISM, AVNIR-2, PALSAR akan efektif pula untuk berbagai aplikasi lain seperti pemetaan, perencanaan pengembangan wilayah, pengelolaan sumber daya alam (pertanian, kehutanan, perkebunan, geologi, oceanografi dan lain sebagainya), pemantauan lingkungan regional /global dan lain sebagainya.

Hasil kajian ini dapat digunakan sebagai alat pertimbangan di dalam pemilihan atau pemanfaatan data ALOS untuk berbagai aplikasi berikut : deteksi dan pemantauan bencana alam,

pemetaan, perencanaan pengembangan wilayah, pengelolaan sumber daya alam (pertanian, kehutanan, perkebunan, geologi, oceanografi dan lain sebagainya), pemantauan lingkungan regional/global dan lain sebagainya. Hasil kajian ini dapat pula menjadi suatu pertimbangan di dalam pengembangan Stasiun Bumi Inderaja yang dikelola oleh LAPAN untuk menjamin kontinuitas pelayanan bagi para pengguna data inderaja di Indonesia, dan juga di dalam pengembangan teknologi inderaja di Indonesia.

DAFTAR RUJUKAN

- (http://www.eorc.nasda.go.jp/ALOS/img_up/av2_060609.htm).
- (<http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/indexJ.htm>).
- (http://www.eorc.nasda.go.jp/ALOS/img_up/av2_0606014.htm).
- (www.eorc.nasda.go.jp/ALOS/img_up/diss_060721.htm)
- (www.jaxa.jp/missions/projects/sat/eos/alos/index-i.html).
- (www.nasda.go.jp/projects/alos/index-e.html).
- Ito, S., 2005. *Space Activities of JAXA, Next Generation Earth Observation Satellite System*, JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency), Japan.
- JAXA {*Japan Aerospace Exploration Agency*), 2005. *ALOS Data Application to Landslide and Earthquake*, Earth Observation Research and Application Centre, Japan.
- JAXA [*Japan Aerospace Exploration Agency*), 2004. *Gazing into Earth's Expression, Advanced Land Observing Satellite (ALOS)*, Earth Observation Research Center, Japan.
- Kartasmita, M., 2001. *Prospek dan Peluang Industri Penginderaan Jauh di Indonesia*, LAPAN & LIPI, Jakarta.
- Maeda, K. and K, TODA, 2005. *Data Compression and Data Relay for Transmission of ALOS Data*, JAXA [*Japan Aerospace Exploration Agency*), Japan.
- NASA, 2003. *Landsat-7 Science Team and Scientist from USGS-NASA,*

Preliminary Assessment of The Value of Landsat-7 ETM+ Data Following Scan Line Corrector Malfunction, EROS Data Center, Sioux Falls, SD 57198, USA.

- NASDA [*National Space Development Agency of Japan*), 2004a. *ALOS Advanced Land Observing Satellite, Satellite and Program*, Japan.
- NASDA (*National Space Development Agency of Japan*), 2004b. *ALOS Advanced Land Observing Satellite, Sensor and Product*, Japan.
- NASDA (National Space Development Agency of Japan), 2005. *Applications ALOS-Advanced Land Observing Satellite*, Japan.
- NASDA, EORC (Earth Observation Research Centre), 2006.
- Ono, M., 2004. *Application of Satellite Images focused on Disaster Management*, Remote Sensing Technology Center of Japan, Japan.
- Osawa, Y., 2004. *Optical and Microwave Sensor on Japanese Mapping Satellite-ALOS*, Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), Japan.
- Osawa, Y., 2005. *Characteristics of the ALOS for applications in disaster management*, Asian WS on Satellite Technology Data Utilization for Disaster Monitoring, JAXA/ALOS, Japan.
- Rosenqvist, A., Daisuke Ichitsubo, Yuji Osawa, Akihiro Matsumoto, Norimasa Ito, and Takashi Hamazaki, 2004. *A Brief Overview of the Advanced Land Observing Satellite (ALOS) and Its Potential for Marine Application*, Earth Observation Research & Application Center, JAXA, Harumi 1-8-10-X23, Chuo-ku, Tokyo 104-6023, Japan.
- Sitanggang, G., R., Ginting, A., T., Wardana, 2004. *Kajian Sensor Masa Depan : Peluang IRS-P6 dan SPOTS sebagai Alternatif Pengganti Data ETM-plus Landsat dalam masalah SLC OFF*, Laporan Akhir Kegiatan Litbangfatja, PUSBANGJA-LAPAN, Jakarta.

Tejasukmana.B-. 2002. *Pengembangan Penginderaan Jauh LAPAN 2002-2012*. Proceedings Lokakarya Sinkronisasi dan Penajaman

Sasaran Program Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh, Agustus 2002, Jakarta.