

# APLIKASI DATA PENGINDERAAN JAUH UNTUK PEMETAAN SUMBERDAYA ALAM <sup>1)</sup>

Aris Poniman <sup>2)</sup>

## Abstrak

Aplikasi data penginderaan jauh untuk pemetaan sumberdaya alam telah dilaksanakan pada PJP-I, yaitu dimulai dari pemotretan udara untuk pemetaan dasar, pemotretan udara kamera ganda untuk pemetaan dasar dan inventarasi sumberdaya alam, pengintegrasian teknologi satelit kedalam sistem perpetaan di Indonesia, implementasi teknologi perekaman udara radar baik untuk pemetaan geologi maupun mengisi kekosongan data pada wilayah yang selalu berawan maupun revisi peta.

Memasuki Pelita VI, sebagai awal PJP-II, penelitian dan pengembangan aplikasi penginderaan jauh diarahkan untuk dapat lebih dioperasionalkan dalam mempercepat kegiatan survei dan pemetaan sumberdaya alam, yaitu: (a) untuk penyusunan peta-peta tematik sumberdaya alam skala 1:25.000 sampai dengan 1:100.000; (b) penyusunan peta citra satelit yang dioperasionalkan sebagai produk antara atau pengganti bagi wilayah yang belum tersedia peta dasarnya. Peta citra satelit tematik juga perlu dikembangkan untuk mempercepat penyelesaian ketersediaan informasi sumberdaya alam; (c) menyelesaikan peta-peta skala 1:250.000 atau lebih kecil yang belum terselesaikan pada PJP-1. Revisi peta pada wilayah-wilayah yang mengalami perubahan cepat juga merupakan tantangan yang dihadapi sepanjang PJP-II; (d) pemantauan sumberdaya alam dan lingkungan yang harus semakin ditingkatkan melalui survei inderaja multiwaktu. Disamping kegiatan aplikasi penginderaan jauh yang bersifat operasional, kegiatan penelitian dan pengkajian teknologi dan aplikasi penginderaan jauh terus dikembangkan dengan memanfaatkan data inderaja pasif dan aktif yang digunakan secara komplementer; (e) penyusunan Atlas Sumberdaya Nasional digital dengan memanfaatkan data penginderaan jauh; (f) pengembangan penyusunan Neraca Sumberdaya Alam pada tingkat Pusat maupun Daerah secara lebih sistematis menggunakan citra inderaja multiwaktu.

---

1. Makalah disampaikan pada Seminar Antariksa Nasional, Lapan, Hotel Kartika Candra, Jakarta, 26 Oktober 1995.

2. Dr. Aris Poniman adalah Kepala Pusat Bina Aplikasi Inderaja dan SIG, Bakosurtanal.

## **I. PENDAHULUAN**

Pada saat Indonesia merdeka, kita diwarisi hasil survei dan pemetaan yang pernah dilakukan Belanda, yang tujuannya adalah untuk kepentingan pemerintah kolonial Belanda waktu itu. Setelah 50 tahun Indonesia merdeka, banyak kemajuan yang dicapai dalam bidang survei dan pemetaan guna menunjang pembangunan.

Untuk melangkah kedepan, GBHN 1993 antara lain mengamanatkan agar pembangunan kelembagaan iptek perlu ditingkatkan untuk mencapai produktivitas, efisiensi, dan efektivitas penelitian dan pengembangan yang lebih tinggi dalam rangka pemanfaatan dan penguasaan teknologi yang memberikan nilai tambah serta memberikan pemecahan masalah konkret dalam pembangunan.

Salah satu sasaran pembangunan iptek dalam Repelita VI adalah meningkatnya kemampuan memanfaatkan, mengembangkan, dan menguasai iptek yang dilaksanakan dengan mengutamakan peningkatan kemampuan alih teknologi melalui perubahan dan pembaruan teknologi yang didukung oleh pengembangan kemampuan sumberdaya manusia, prasarana dan sarana yang memadai, serta peningkatan mutu pendidikan sehingga mampu mendukung upaya penguatan, pendalaman, dan perluasan industri dalam rangka menunjang industrialisasi.

## **II. TUJUAN**

Maksud penulisan makalah ini adalah untuk memberikan gambaran aplikasi data penginderaan jauh untuk pemetaan sumberdaya alam di Indonesia.

Adapun tujuannya adalah agar aplikasi data penginderaan jauh dapat lebih dioperasionalkan dalam pemetaan sumberdaya alam.

## **III. APLIKASI DATA PENGINDERAAN JAUH UNTUK PEMETAAN TEMATIK SELAMA PJP-I.**

Dalam rangka menunjang perencanaan, pelaksanaan dan pemantauan pembangunan telah dilakukan survei dan pemetaan tematik sumberdaya alam yang dilaksanakan instansi-instansi sesuai bidang masing-masing yang terkoordinasi secara nasional

sehingga tercapai efisiensi, dan hasil survei dan pemetaan tematik tersebut dapat bersifat multiguna dan terintegrasi dalam sistem perpetaan nasional. Seperti telah diketahui pada awal PJP-I kondisi perpetaan di Indonesia menunjukkan bahwa baru sebagian kecil saja peta-peta wilayah Indonesia yang telah tersedia, baik peta dasar maupun peta tematik sumberdayanya. Untuk itulah telah diambil langkah kebijaksanaan untuk mempercepat pengadaan peta-peta tematik sumberdaya alam seluruh wilayah Indonesia, dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh dan SIG.

Selama PJP-I telah dilakukan kebijaksanaan koordinasi perencanaan dan pelaksanaan survei dasar sumberdaya alam dengan mengaplikasikan teknologi penginderaan jauh yang tercermin dalam pengintegrasian survei dasar sumberdaya alam dengan pemetaan dasar.

Dibawah ini disampaikan kegiatan aplikasi data penginderaan jauh untuk pemetaan sumberdaya alam pada PJP-I.

### **3.1. Pemanfaatan hasil pemotretan udara untuk survei dan pemetaan tematik**

Pada permulaan Pelita I, sebagai awal PJP-I, ditandai dengan peta dasar yang belum lengkap, peta tematik baru sebagian kecil meliputi wilayah Indonesia, itupun dibuat dengan peta dasar yang tidak seragam baik dalam skala, proyeksi, maupun format peta. Didasari pada kenyataan itu, dan untuk efisiensi baik kemampuan anggaran dan kemampuan sumberdaya manusia serta peralatan yang ada, maka dilakukan pengintegrasian pengadaan data dasar perpetaan nasional. Sedangkan pelaksanaan inventarisasi dan evaluasi sumberdaya alam dilaksanakan sesuai dengan bidang tugas masing-masing instansi secara terkoordinasi.

Pemotretan udara hitam putih skala 1:100.000 untuk wilayah Irian Jaya, Maluku dan Sumatra telah dilakukan, dengan beberapa wilayah yang tidak dapat terporet karena masalah awan. Potret udara ini disamping untuk pemetaan dasar telah digunakan pula untuk pemetaan tematik sumberdaya alam oleh berbagai instansi. Pemotretan udara yang dilakukan oleh berbagai instansi, yang umumnya berskala 1:50.000 atau lebih besar, juga dimanfaatkan untuk berbagai pemetaan tematik. Metode survei dan pemetaan tematik menggunakan potret udara ini sudah merupakan kegiatan operasional yang telah dikuasai berbagai instansi.

Disamping survei dan pemetaan sistematis, dikembangkan pula survei inderaja yang khusus dilakukan antara lain untuk tujuan pemantauan. Misalnya, pemantauan tumpahan minyak akibat pecahnya kapal tangker Showamaru di Selat Malaka tahun 1976, yang berakibat tercemarnya ekosistem pantai telah dilakukan melalui pemotretan udara multispektral.

Pengintegrasian survei dasar sumberdaya alam dan pemetaan rupabumi dimulai dari pengadaan data dasar perpetaan. Setelah dilaksanakan pemotretan udara hitam putih pankromatik untuk wilayah Sumatra, Irian Jaya dan Maluku, pemotretan udara kamera ganda dikembangkan dan diterapkan untuk wilayah Kalimantan, Sulawesi, Jawa-Madura, Bali, NTB dan NTT, dengan tujuan untuk efisiensi dalam pengadaan data dasar berupa foto udara. Kegiatan pemotretan kamera ganda ini dimulai pada akhir Pelita II. Dalam satu pesawat dipasang dua kamera dengan panjang fokus yang berbeda, dan diisi dua film yang berbeda. Untuk wilayah Kalimantan (kecuali Kalimantan Barat) dan Sulawesi dilakukan pemotretan udara hitam putih pankromatik skala 1:100.000 digunakan untuk pemetaan dasar, sedangkan foto udara

inframerah warna semu skala 1:60.000 digunakan untuk inventarisasi sumberdaya alam. Sedangkan untuk Jawa & Madura, Bali, NTB dan NTT dilakukan pemotretan udara kamera ganda yang menghasilkan foto udara hitam putih pankromatik skala 1:50.000 dan foto udara infra merah warna semu skala 1:30.000.

Foto udara ini telah digunakan untuk pemetaan tematik sumberdaya alam oleh berbagai instansi sesuai dengan tugas pokok masing-masing.

### **3.2. Pengintegrasian teknologi penginderaan jauh satelit ke dalam sistem perpetaan di Indonesia.**

Dengan diorbitkannya satelit Landsat-1 tahun 1972, teknologi ini diterapkan untuk dapat mempercepat inventarisasi dan pemetaan sumberdaya alam darat. Metode survei multitingkat dikembangkan untuk berbagai macam pemetaan sumberdaya alam. Salah satu pengembangan metode survei multitingkat diterapkan di Pulau Lombok, menghasilkan peta citra skala 1:250.000 dan peta penggunaan lahan skala 1:250.000. Berbagai instansi juga mulai mengembangkan metode survei multitingkat sesuai dengan kebutuhan. Pada umumnya sebagai tingkat pertama digunakan citra satelit untuk memperoleh gambaran yang mencakup wilayah yang luas dengan informasi sebaran sumberdaya alam secara umum. Surta geologi misalnya telah mengembangkan metode survei multitingkat untuk pemetaan geologi bersistem skala 1:250.000. Begitu pula surta tanah, dengan pendekatan unit lahan, telah mengembangkan metode survei multitingkat untuk pemetaan unit lahan dan tanah skala 1:250.000.

Metode survei multitingkat untuk pemetaan keurbakalaanpun telah dikembangkan. Pada tingkat pertama, sebagai contoh pemetaan keurbakalaan Trowulan, digunakan foto udara skala 1:25.000. Tingkat kedua digunakan foto udara skala 1:10.000. Pada tingkat ketiga dilakukan survei lapangan dengan dilengkapi peralatan geoelektrik dan geomagnetik untuk mendeteksi peninggalan keurbakalaan yang terpendam di bawah permukaan tanah. Tahap keempat adalah ekskavasi pada lokasi-lokasi yang diduga terdapat peninggalan keurbakalaan.

### **3.3 Implementasi teknologi perekaman udara radar**

Dengan menggabungkan hasil pencitraan melalui teknologi indera satelit non radar dengan pemotretan udara ternyata masih terdapat wilayah-wilayah Indonesia yang belum terliput oleh kedua jenis citra tersebut. Teknologi penginderaan jauh dengan wahana pesawat udara kemudian diimplementasikan untuk mengatasi masalah tersebut. Penginderaan jauh pesawat udara SAR-STAR-1 (SAR airborne) untuk mengisi kekosongan data pada wilayah yang selalu berawan (Kalimantan bagian Tengah dan Timur, dan Irian Jaya bagian Tengah). Disamping itu, sehubungan dengan lajunya pembangunan di Sumatra, telah banyak wilayah yang mengalami perubahan hingga peta dasar yang ada telah banyak yang kedaluwarsa. Dalam rangka pembaharuan peta-peta dasar tersebut maka telah pula dilakukan pemetaan radar yang mencakup hampir seluruh wilayah Sumatra pada skala 1:50.000 dan 1:250.000. Hasil perekaman radar inipun telah dimanfaatkan untuk pemetaan tematik, terutama pemetaan geologi.

### **3.4 Survei dan pemetaan untuk evaluasi dan perencanaan lahan di wilayah Sumatra pada skala 1:250.000.**

Untuk dapat meningkatkan kemampuan daerah dalam perencanaan sumberdaya alam, diluncurkan program evaluasi dan perencanaan sumberdaya lahan (Land Resource Evaluation and Planning Programme). Training dalam penggunaan citra inderaja dan Sistem Informasi Geografis diberikan kepada staf Bappeda, disamping juga instansi-instansi terkait di Tingkat Pusat. Peta satuan lahan dan tanah skala 1:250.000 seluruh Sumatra telah dihasilkan melalui program ini. Sebagai instansi pembina pemetaan tanah adalah Puslittanak. Sedangkan Bappeda TK-1 di wilayah Sumatra telah memiliki kemampuan baik personil maupun peralatan untuk melakukan perencanaan pembangunan daerah (antara lain dengan dimilikinya perangkat keras dan perangkat lunak Erdas untuk pengolahan citra inderaja dan aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk evaluasi dan perencanaan sumberdaya lahan, dan personil yang telah dilatih untuk bidang tersebut).

### **3.5 Survei dan pemetaan sumberdaya alam skala 1:250.000 seluruh Indonesia untuk menunjang perencanaan transmigrasi.**

Dalam rangka menunjang perencanaan program transmigrasi telah dilakukan pemetaan sumberdaya alam skala 1:250.000 seluruh wilayah darat Indonesia, meliputi peta sistem lahan dan kesesuaian lahan, peta penggunaan lahan dan status hutan, peta status lahan dan kawasan pengembangan terekomendasi. Kegiatan ini hasil kerjasama Departemen Transmigrasi, Bakosurtanal dan Pemerintah Inggris (Overseas Development Administration). Peta-peta tersebut telah diakui berbagai instansi sebagai peta terlengkap yang mencakup seluruh wilayah Indonesia, dengan beberapa kekurangan karena uji lapang yang terbatas. Pembuatan peta-peta tematik ini menggunakan metode survei multitingkat dengan memanfaatkan citra inderaja baik citra satelit, foto udara dan citra radar yang tersedia. Peta-peta tersebut juga telah digunakan untuk berbagai tujuan perencanaan pembangunan oleh berbagai instansi pengguna. Dari peta-peta tersebut telah disusun pula Atlas Tinjauan Sumberdaya Lahan seluruh wilayah Indonesia skala 1:2.500.000.

### **3.6 Survei dan pemetaan untuk evaluasi dan perencanaan lahan di wilayah di luar Sumatra.**

Setelah program evaluasi dan perencanaan sumberdaya lahan di Sumatra diselesaikan, maka untuk wilayah di luar Sumatra perlu juga dikembangkan kemampuan untuk mengevaluasi dan merencanakan sumberdaya lahan pada masing-masing daerah tersebut. Kalau pada LREP-1 dimulai dengan skala 1:250.000, maka dengan tersedianya peta RePPPProT yang meliputi seluruh wilayah Indonesia, maka evaluasi dan perencanaan sumberdaya lahan dapat diarahkan pada daerah-daerah prioritas. Untuk daerah prioritas dilakukan: (a) pemetaan tanah dan kesesuaian lahan pada skala 1:50.000; Sebagai instansi pembina pemetaan tanah adalah Puslittanak; (b) pemetaan penggunaan lahan skala 1:50.000 dengan instansi pembina BPN, dan (c) evaluasi lahan skala 1:50.000 yang dilakukan oleh Bappeda Tingkat I di masing-masing propinsi, dengan instansi pembina adalah Ditjen Bangda. Disamping itu,

Bappeda Tingkat I masing-masing propinsi akan melakukan zonasi lahan pada skala 1:250.000 dalam rangka masukan bagi rencana tata ruang daerah.

Dalam kegiatan ini dikembangkan pula pemotretan udara format kecil -- yang sering disebut sebagai survei udara biaya rendah -- untuk tujuan pemantauan penggunaan lahan. Pemotretan udara format kecil ini juga dapat diaplikasi untuk survey bencana alam, pemetaan areal kecil dengan skala besar, dan pembaharuan peta.

### **3.7 Survei dan pemetaan untuk evaluasi dan perencanaan wilayah pesisir dan laut.**

Mulai akhir Pelita V telah dimulai program evaluasi dan perencanaan sumberdaya laut. Ada 10 MCMA (Marine and Coastal Management Area) dan 3 SMA (Special Marine Area) yang digarap secara lintas sektoral. Bakosurtanal mengkoordinasikan perencanaan dan pelaksanaan survei sumberdaya laut yang dilaksanakan oleh P30-LIPI, PPGL, Puslitbang Perikanan, BPN dan BMG. Sedangkan Ditjen Bangsa mengkoordinasikan Bappeda-Bappeda, BPHN, Bappedal dan Ditjen PHPA.

Aplikasi inderaja dilakukan untuk pemetaan penggunaan lahan wilayah pantai, kedalaman laut pada wilayah laut dangkal dengan perairan jernih, ekosistem laut dangkal. Dengan citra penginderaan jauh multiwaktu dapat dilakukan pemantauan perubahan yang telah terjadi di wilayah pantai, termasuk pemantauan pencemaran minyak di perairan laut. Sedang dikembangkan pula aplikasi inderaja radar (ERS-1 SAR) untuk studi pola gelombang dan arus.

### **3.8 Penyusunan Neraca Sumberdaya Alam.**

Dengan laju pembangunan yang cepat, telah banyak terjadi perubahan jumlah dan mutu sumberdaya alam. Oleh sebab itu perlu dilakukan kegiatan evaluasi yang dituangkan dalam bentuk neraca sumberdaya alam, yang dikelompokkan menjadi sumberdaya lahan, hutan, air dan mineral. Neraca Sumberdaya Alam tersebut disusun baik pada tingkat Pusat dan Daerah. Dengan semakin beragamnya citra inderaja, diharapkan dapat diperoleh citra multiwaktu yang dapat digunakan untuk menyusun peta tematik sumberdaya alam dari berbagai tahun yang berbeda. Dengan demikian Neraca Sumber Daya Alam tersebut dapat tersusun lebih sistematis.

Pengembangan penyusunan neraca sumberdaya alam secara spasial telah dilakukan dengan mengambil beberapa wilayah kabupaten.

### **3.9 Penyusunan Atlas Nasional dan Regional.**

Untuk memberikan informasi sumberdaya alam secara komprehensif tentang potensi dan hasil pembangunan secara spasial dalam skala kecil diterbitkan Atlas Nasional dan Regional. Citra inderaja olahan merupakan sumber data yang dapat ditampilkan dalam menyusun Atlas tersebut.

#### IV. EVALUASI HASIL SURTA TEMATIK

Apabila dirangkum secara keseluruhan aplikasi data penginderaan jauh untuk pemetaan sumberdaya alam yang telah dilakukan berbagai instansi sesuai dengan bidang tugas masing-masing, maka kondisi pemetaan sumberdaya alam di Indonesia pada PJP-I adalah sebagai berikut.

Dalam rangka menunjang perencanaan program transmigrasi, dengan aplikasi data penginderaan jauh, telah dilakukan pemetaan sumberdaya alam skala 1:250.000 seluruh wilayah darat Indonesia, meliputi peta sistem lahan dan kesesuaian lahan, peta penggunaan lahan dan status hutan, peta status lahan dan kawasan pengembangan terekomendasi. Kegiatan ini hasil kerjasama Departemen Transmigrasi, Bakosurtanal dan Pemerintah Inggris (Overseas Development Administration). Peta-peta tersebut telah diakui berbagai instansi sebagai peta terlengkap yang mencakup seluruh wilayah Indonesia, dengan beberapa kekurangan karena uji lapang yang terbatas. Peta-peta tersebut juga telah digunakan untuk berbagai tujuan perencanaan pembangunan oleh berbagai instansi pengguna. Dari peta-peta tersebut telah disusun pula Atlas Tinjauan Sumberdaya Lahan seluruh wilayah Indonesia skala 1:2.500.000.

Inventarisasi dan pemetaan tanah tingkat eksplorasi (skala 1:500.000-1:1.000.000) untuk Sumatra, Jawa, Nusa Tenggara, Kalimantan dan Sulawesi telah diselesaikan. Inventarisasi dan pemetaan tanah tingkat tinjau skala 1:250.000 Jawa telah diselesaikan. Hampir seluruh wilayah Sumatra telah diselesaikan peta tanah tinjau dan unit lahan skala 1:250.000. Untuk wilayah Nusa Tenggara, Kalimantan, Sulawesi, Maluku dan Irian Jaya baru sebagian diselesaikan. Sedangkan pemetaan tingkat tinjau mendalam (1:50.000-1:100.000), semi detil, detil baru sebagian kecil dari wilayah Indonesia.

Inventarisasi dan pemetaan vegetasi hutan dan penggunaan lahan lainnya skala 1:250.000 telah dilaksanakan seluruh wilayah Indonesia. Khusus untuk wilayah HPH telah dilakukan pemetaan potensi hutan skala 1:25.000.

Pemetaan geologi bersistem telah dilaksanakan hampir seluruh wilayah Indonesia (untuk Jawa & Madura skala 1:100.000, untuk wilayah di luar Jawa & Madura skala 1:250.000), kecuali sebagian kecil Irian Jaya. Pemetaan geologi skala yang lebih kecil juga telah selesai dibuat. Inventarisasi dan pemetaan sumberdaya mineral skala 1:250.000 sebanyak 33,8 persen dari seluruh wilayah daratan Indonesia. Untuk sumberdaya energi telah diselesaikan peta penyebaran potensi panas bumi di Indonesia skala 1:5.000.000; pemetaan geologi panas bumi skala 1:50.000 di 52 lokasi atau 24 %; Inventarisasi dan pemetaan batubara dan gambut skala 1:250.000 sebanyak 23 lembar atau 46 % dari wilayah Indonesia yang mengandung batubara dan gambut.

Informasi dasar mengenai persediaan air tanah telah dipetakan walaupun baru mencakup sebagian wilayah Indonesia. Pemetaan hidrogeologi bersistem di luar Jawa dan Madura skala 1:250.000 menghasilkan 64 lembar atau 49,3 % dari wilayah Indonesia, sedangkan untuk Jawa dan Madura peta skala 1:100.000 diselesaikan 5 lembar atau 8,6 dari luas Pulau Jawa dan Madura.

Pemetaan dan penyelidikan geologi untuk mitigasi bencana alam geologis dan masukan untuk mendukung penataan ruang telah dilakukan, yaitu pemetaan seismik daerah rawan gempa skala 1:250.000 sebanyak 4 lembar atau 5,5 % dari wilayah rawan gempa di Indonesia; pemetaan geologi kuarter skala 1:50.000 sebanyak 14 lembar atau 11,7 % dari wilayah Indonesia yang diperkirakan berumur kuarter; pemetaan geomorfologi skala 1:100.000 sebanyak 4 lembar atau 3,4 % wilayah daratan di Indonesia. Pemetaan geologi gunung api skala 1:50.000 diselesaikan sebanyak 35 gunung api atau 27 %; pemetaan daerah bahaya gunung api skala 1:50.000 sebanyak 91 lembar atau 70%; pemetaan topografi puncak gunung api skala 1:10.000 sebanyak 20 lembar atau 15,5 % dari 129 gunung api aktif di Indonesia. Pemetaan kerentanan gerakan tanah skala 1:100.000 diselesaikan sebanyak 10 lembar atau 10 % dari wilayah Indonesia yang rentan gerakan tanah; pemetaan geologi teknik skala 1:100.000 sebanyak 10 lembar atau 20 %; dan pemetaan geologi tata lingkungan skala 1:100.000 sebanyak 5 lembar atau 5,6 % dari daerah yang cepat pertumbuhan ekonominya.

Peta-peta tematik yang dihasilkan dengan memanfaatkan data penginderaan jauh dalam usaha mengisi kekosongan data pada awal dan pertengahan PJP-I adalah peta liputan lahan skala 1:250.000 yang dimulai dari model survei multitingkat di Pulau Lombok, diimplementasikan kemudian untuk wilayah Sumatra dan Sulawesi. Peta geomorfologi wilayah Sumatra skala 1:250.000 juga dilakukan dengan mengembangkan model pemetaan geomorfologi yang telah disusun bersama ITC Belanda.

Peta komoditi perkebunan wilayah Sumatra, Sulawesi, NTB dan NTT skala 1:250.000 dibuat dalam rangka memenuhi kebutuhan Ditjen Perkebunan dalam rangka evaluasi dan perencanaan perkebunan.

Dalam upaya mengetahui potensi lahan basah, sebagai lahan cadangan untuk dikembangkan, telah dibuat peta lahan basah skala 1:1.000.000 seluruh wilayah Indonesia..

Disamping itu juga dikembangkan survei multitingkat untuk pemetaan geoarkeologi untuk situs-situs kepurbakalaan yang mengalami desakan pembangunan dalam rangka membantu pemintakatan (zoning) cagar budaya, yang diawali dari situs Trowulan, sebagai salah satu kota di zaman Majapahit. Kegiatan ini kemudian dikembangkan ke berbagai situs kepurbakalaan lainnya, yaitu Banten, Muara Jambi, Muara Takus, Leang-leang dsb.

Lebih lanjut, untuk memberikan informasi dasar sumberdaya alam secara menyeluruh di wilayah Indonesia, telah disusun Atlas Nasional skala 1:7.500.000 dan 1:2.500.000 berbagai tema. Telah disusun pula Atlas Regional yang mencakup wilayah Sumatra, Kalimantan, Jawa & Madura, Bali, NTB, NTT & Timtim, Sulawesi, Maluku, dan Irian Jaya. Atlas Nasional Perhubungan, Pendidikan dan Kesehatan telah disusun.

Dalam rangka mengetahui persediaan jumlah dan mutu sumberdaya alam, telah disusun Neraca Sumberdaya Alam (Lahan, Hutan, Air dan Mineral) pada tingkat Pusat dan Daerah. Untuk tingkat daerah, masing-masing propinsi telah menyusun neraca sumberdaya alam daerah. Memang sebagian besar masih dalam bentuk statistik, namun secara berangsur akan dilakukan penyusunan neraca sumberdaya alam secara spasial. Beberapa model penyusunan neraca sumberdaya alam telah pula



disusun dengan menggunakan peta multiwaktu berdasarkan hasil interpretasi citra penginderaan jauh multiwaktu.

## **V. APLIKASI PENGINDERAAN JAUH UNTUK PEMETAAN TEMATIK PADA PJP-II.**

Selanjutnya dengan modal pembangunan yang ada pada PJP I, maka pada Pelita VI, sebagai awal PJP-II dan prediksi permasalahan dan tantangan di masa yang akan datang, aplikasi data penginderaan jauh akan lebih dioperasionalkan dalam mempercepat kegiatan survei dan pemetaan sumberdaya alam.

### **5.1 Penyusunan peta-peta tematik sumberdaya alam skala 1:100.000 sampai dengan 1:25.000.**

Peta-peta tematik skala 1:100.000 sampai skala 1:25.000 perlu disusun. Peta citra satelit (Space Map) akan dioperasionalkan sebagai produk antara atau pengganti bagi wilayah yang belum tersedia peta dasarnya. Peta citra satelit tematik juga perlu dikembangkan untuk mempercepat penyelesaian ketersediaan informasi sumberdaya alam.

### **5.2 Penyelesaian peta-peta tematik skala 1:250.000.**

Disamping survei dan pemetaan tematik pada skala yang lebih besar, juga masih akan dilanjutkan penyelesaian peta-peta tematik skala 1:250.000 atau lebih kecil yang belum terselesaikan pada PJP-1.

### **5.3 Pemutakhiran data dan peta tematik.**

Pemutakhiran data dan peta tematik pada wilayah-wilayah yang mengalami perubahan cepat juga merupakan tantangan yang dihadapi sepanjang PJP-II.

### **5.4 Pemantauan sumberdaya alam dan lingkungan.**

Pemantauan sumberdaya alam dan lingkungan merupakan kegiatan yang harus semakin ditingkatkan melalui survey inderaja multiwaktu. Disamping kegiatan survei yang bersifat operasional, kegiatan penelitian metode survei multitingkat terus dikembangkan dengan memanfaatkan data inderaja pasif dan aktif yang akan digunakan secara komplementer.

### **5.5 Atlas digital.**

Penyusunan atlas digital dengan menampilkan citra inderaja juga perlu dikembangkan guna memberikan gambaran menyeluruh kondisi sumberdaya alam di Indonesia. Dengan dikembangkannya atlas digital maka pemutakhiran data dapat dilakukan lebih mudah dan cepat.

## 5.6 Neraca Sumberdaya Alam Spasial.

Neraca Sumberdaya Alam juga terus dikembangkan ke arah Neraca Sumberdaya Alam Spasial baik pada tingkat Pusat maupun Daerah secara lebih sistematis menggunakan citra inderaja multiwaktu.

## VI. OPERASIONALISASI APLIKASI DATA PENGINDERAAN JAUH

Antara aplikasi data penginderaan jauh yang telah operasional dengan yang masih eksperimental perlu dibedakan secara jelas. Dengan demikian secara jelas pula direncanakan aplikasi penginderaan jauh untuk pemetaan secara sistematis dan didasarkan kepada kebutuhan.

Beberapa aspek yang harus dikembangkan dalam usaha operasionalisasi aplikasi teknologi penginderaan jauh, yaitu pendekatan kebutuhan pengguna, integrasi multidata inderaja dan SIG, pengembangan sumberdaya manusia, dan analisis "*cost benefit*" (J. van Genderen, 1993).

### 6.1 Pendekatan kebutuhan pengguna.

Salah satu aspek terpenting untuk membuat penginderaan jauh lebih operasional adalah memahami kebutuhan para pengguna secara jelas. Pendekatan kebutuhan pengguna "*demand-driven approach*" perlu ditingkatkan. Sistem pengolahan data penginderaan jauh juga harus semakin mudah digunakan (*user friendly*). Kemitraan antara para pengguna dan para penghasil data penginderaan jauh serta kemitraan dengan universitas dan swasta perlu ditingkatkan sehingga kebutuhan-kebutuhan pengguna dapat dipahami dan terpenuhi.

### 6.2 Integrasi data

Teknologi penginderaan jauh semakin berkembang beriringan dengan teknologi SIG. Operasionalisasi penginderaan jauh dan SIG perlu ditingkatkan dengan semakin memahami kebutuhan-kebutuhan informasi geografis untuk perencanaan dan pemantauan pembangunan berwawasan lingkungan. Integrasi data (data digital penginderaan jauh dan SIG) dan fusi data perlu ditingkatkan untuk dapat lebih dioperasionalkan.

### 6.3 Modul diklat aplikasi penginderaan jauh.

Diklat juga merupakan aspek penting dalam peningkatan sumberdaya manusia dalam upaya operasionalisasi penginderaan jauh dan SIG. Materi diklat harus diarahkan untuk penguasaan aplikasi data penginderaan jauh secara operasional.

#### 6.4. Analisis *cost-benefit*.

Analisis *cost-benefit* perlu dilakukan lebih kuantitatif. Dengan mengintegrasikan berbagai data, diharapkan justru tidak membengkakkan biaya operasional. Dalam kenyataannya, sering terjadi, pemakaian berbagai data citra justru menambah biaya berlipat ganda. Sistem "*data sharing*" perlu dikembangkan dengan memperhatikan prinsip-prinsip yang berhubungan dengan copyright, hak intelektual dan sebagainya. Dengan pendekatan komplementer dalam penggunaan berbagai teknologi penginderaan jauh yang diintegrasikan dengan teknologi SIG akan saling melengkapi informasi yang diperoleh. Dengan semakin telitnya resolusi penginderaan jauh satelit, maka batas antara penginderaan jauh satelit dengan penginderaan jauh wahana pesawat udara akan semakin kabur. Penelitian metode survei multitingkat dan multiwaktu serta sistem informasi geografis untuk inventarisasi dan evaluasi sumberdaya alam perlu terus dikembangkan guna mempercepat perolehan hasil informasi jumlah dan mutu sumberdaya alam.

### VII. PENUTUP

Aplikasi data penginderaan jauh sudah semakin meluas dan semakin operasional. Penelitian dan pengembangan aplikasi penginderaan jauh perlu terus menerus dilakukan baik pada tingkat operasional (untuk lebih meningkatkan kualitas dan mempercepat proses produksi), maupun pada tingkat pengkajian aplikasi data penginderaan jauh untuk pemetaan sumberdaya alam guna inventarisasi, evaluasi dan pemantauan sumberdaya alam dan lingkungan.

Hasil penelitian diharapkan memiliki kualitas yang tinggi sehingga dapat memacu perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi survei dan pemetaan sumberdaya alam dan lingkungan, khususnya dalam operasionalisasi aplikasi teknologi penginderaan jauh dengan memperhatikan aspek-aspek yang berkaitan dengan kebutuhan para pengguna, integrasi multidata penginderaan jauh dan SIG, analisis *cost benefit* dan pengembangan kemampuan peneliti.

#### **Referensi:**

- Presiden RI, 1994, Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 1994 tentang Repelita VI, Buku II Bab 14: Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.
- DRN, 1994, Program Utama Nasional Riset dan Teknologi dalam Pembangunan Lima Tahun VI.
- Paul Suharto, 1994, Status Perpetaan Nasional Dalam PJP I, Sasaran dan Program PJP- II, Seminar Nasional Peta Potensi Bidang Survei dan Pemetaan dalam Menunjang Pembangunan di Indonesia, Kerjasama ISI, ISGI, APSPI, Bakosurtanal, Jurusan Teknik Geodesi FTSP-ITB dan Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik UGM, Bandung, 7-8 Oktober 1994.

- Paul Suharto, 1994, Laporan Pembangunan Survei dan Pemetaan Nasional, pada Pembangunan Jangka Panjang-I.
- Pranoto Asmoro, 1982, Sistem Pemetaan Nasional Sebagai Prasarana Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan, Bakosurtanal, Dok. No. 34.
- Jacob Rais, 1994, Pokok-pokok Perkembangan dalam Penataan Sistem Informasi Geografi Nasional, Geomatika, Vol.1, No.2.
- Kardono Darmoyuwono, 1979, Penerapan Penginderaan Jauh di Indonesia.
- John van Genderen, 1993, Taking the "Remoteness" Out of Remote Sensing: The Issues and Needs to Operationalize Earth Observation; ITC.