

PERANAN SATELIT INDERAJA BAGI KONSERVASI LINGKUNGAN

Oleh
Pramudi Utomo

Abstrak

Pertumbuhan yang cepat di berbagai bidang kehidupan dan pembangunan tanpa disadari telah membawa manusia kepada keprihatinan. Munculnya rasa galau dan keresahan ditimbulkan oleh adanya persoalan lingkungan yang kian marak justru di tengah manusia akan mengakhiri abad kedua puluh ini. Pembangunan yang tidak berwawasan lingkungan akan mengakibatkan suatu permasalahan yang krusial. Upaya mengatasi permasalahan itu harus dilakukan bersama. Pengelolaan lingkungan dimulai dengan pemantauan, pencatatan dan pengolahan data secara cepat, terarah dan terpadu setiap ada perubahan. Untuk itu diperlukan ketersediaan data yang memadai. Satelit Inderaja tampaknya memegang peranan penting untuk menjawab tuntutan ini. Apalagi ada ambisi besar untuk pemantauan bencana dengan membuat sistem satelit Inderaja menjadi sistem global tunggal dengan satu atau lebih stasiun keluaran tetapi hanya ada satu pusat analisis global melalui jaringan satelit komunikasi.

Pendahuluan

Menjelang abad ke-20 ini banyak mencuat ke permukaan masalah lingkungan dan pembangunan. Betapa manusia kini semakin galau terhadap planet yang dihuninya sendiri. Pasalnya, di samping penghuninya yang terus membengkak juga pertarungan akan pemenuhan kebutuhan yang kadang-kadang kurang mengindahkan orang lain. Jadi, tidak heran bila eksplorasi dan eksploitasi secara besar-besaran terhadap sumber alam ini dilakukan. Bahkan antara negara maju di satu sisi dan negara-negara berkembang pada sisi lain, saling menuduh terhadap munculnya berbagai kerusakan alam.

Kiranya perlu diperhatikan sungguh-sungguh apa yang diucapkan Presiden Soeharto pada simposium internasional "Development, Culture and Environment" di Istana Presiden

Bogor bahwa Indonesia bertekad akan melestarikan lingkungan dan budaya untuk generasi mendatang (The Jakarta Post, 1992). Pernyataan ini sesungguhnya menegaskan kepada dunia internasional akan kepedulian Indonesia pada lingkungan terhadap tuduhan tidak benar bahwa timbulnya efek rumah kaca, menaikinya suhu permukaan bumi, dan perubahan cuaca lain sebagai akibat dari rusaknya hutan tropis di beberapa pulau di Indonesia.

Tampaknya persoalan lingkungan dan pembangunan dipandang kursial, hingga Perserikatan Bangsa-bangsa memprakarsai KTT Bumi di Rio de Janeiro Brasil. Pertemuan ini sungguh tidak main-main karena 178 kepala pemerintahan dari berbagai negara menyempatkan hadir guna mencari kesepakatan dan titik temu penyelesaian masalah lingkungan (Kedaulatan Rakyat, 1992). Agaknya mereka sadar untuk tidak mau menggiring generasi selanjutnya ke tubir kehancuran.

Di Indonesia sendiri (Lampiran Pidato Kenegaraan Presiden RI, 1991) dalam upaya mendukung terwujudnya pembangunan yang berkelanjutan, maka telah disusun berbagai program kegiatan sebagai pelaksanaan Repelita V tahun kedua (1 April 1990/91 s.d. 31 Maret 1991/92). Adapun program-program kegiatan yang menyangkut masalah kebumihutan meliputi:

- (1) Program inventarisasi dan evaluasi sumber alam serta lingkungan hidup.
- (2) Program penyelamatan hutan, tanah dan air.
- (3) Program pengelolaan sumber alam dan lingkungan hidup.
- (4) Program pengembangan meteorologi dan geofisika.
- (5) Program pembinaan daerah pantai.
- (6) Program pengendalian pencemaran lingkungan hidup.
- (7) Program rehabilitasi hutan dan tanah kritis.

Informasi dasar yang diperlukan bagi pengelolaan lingkungan di permukaan bumi adalah dimulai dengan pemantauan, pencatatan dan pengolahan data setiap ada perubahan. Suatu alat yang mempunyai daya guna pengukuran untuk maksud tersebut adalah satelit (Pidato Rektor Universitas Tokai, 1989). Satelit mampu memberikan data secara luas untuk memantau fenomena di permukaan bumi. Kini permasalahan yang tinggal bagaimana mendayagunakan secara optimal data satelit penginderaan jauh (selanjutnya disebut inderaja) untuk konservasi lingkungan.

Perkembangan Satelit Inderaja

Satelit inderaja menemukan jatidirinya sebagai pemberi data untuk analisis sumberdaya bumi, mulai dikenal secara luas pada dasawarsa tujuh puluhan. Namun, jauh sebelumnya (1946-1950) telah dimulai beberapa kali percobaan dan pengujian sistem inderaja dari antariksa dari tingkat sederhana menggunakan roket, misil balistik hingga pesawat ruang angkasa dan satelit. Dalam tahun 1960 diluncurkan satelit cuaca permulaan TIROS-1 yang memberikan gambaran secara kasar pola awan dan citra permukaan bumi. Kemudian setelah itu program antariksa diteruskan dengan peluncuran Mercury, Gemini, Apollo dan lainnya (Lillesand dan Keifer, 1979:529-530).

Pada dasarnya satelit yang diluncurkan dapat dibedakan menjadi: (1) satelit sumberdaya bumi berawak, (2) satelit sumberdaya bumi tak berawak, dan (3) satelit cuaca. Satelit yang pertama membawa sensor fotografik yang keluarannya adalah foto satelit, sedangkan kedua dan ketiga membawa sensor nonfotografik yang memberikan hasil citra satelit atau berupa data digital. Hingga kini tak kurang dari 490 buah satelit bertebaran di antariksa dari tahun 1982 sampai pertengahan 1985 (Sutanto, 1987:269-294).

Dalam perkembangan satelit inderaja dewasa ini, bila dilihat dari cara penempatannya dapat dikelompokkan ke dalam tiga bagian (Howard dan Dijk, 1980:13-18), yaitu (1) satelit sumberdaya bumi orbit polar, (2) satelit lingkungan orbit polar, dan (3) satelit lingkungan geostasioner.

Memperhatikan adanya perbedaan jenis satelit tersebut, maka demi mudahnya dikatakan sebagai satelit sumberdaya bumi dan satelit cuaca. Kebanyakan data dari satelit sumberdaya bumi tak berawak dan sebagian satelit cuaca memberikan kegunaan potensial dan aktual bagi pakar lingkungan. Dalam pemanfaatannya dapat berdiri sendiri atau gabungan. Jenis-jenis satelit dirangkumkan pada lampiran.

Perolehan Data Satelit Inderaja

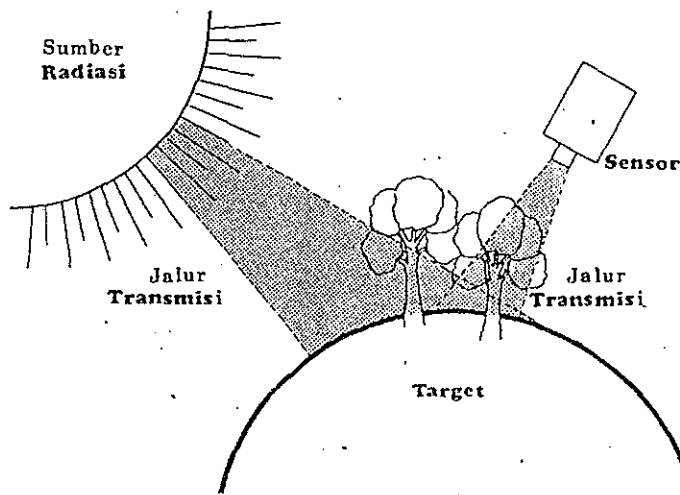
Ada baiknya perlu diketahui lebih dahulu sistem inderaja pada umumnya sebelum sampai pada perbincangan perolehan data dari satelit.

Empat komponen penting dalam sistem indera adalah sumber radiasi, target, sensor dan jalur transmisi (Lindenlaub, 1976:2).

Sumber radiasi adalah sumber tenaga, baik alami dari matahari dan muka bumi maupun buatan. Target (sasaran) merupakan gejala, obyek atau keadaan permukaan bumi yang dapat diamati oleh sensor. Keadaan obyek yang tidak tentu sama menimbulkan perbedaan energi yang dipantulkan atau dipancarkan. Sensor merekam intensitas perbedaan ini, maka analisis untuk mengenali ciri-ciri (sifat) obyek dapat dilakukan. Sensor sendiri merupakan alat penangkap tenaga pantulan atau pancaran yang dipasang pada suatu wahana yang mampu menanggapi tenaga dari panjang gelombang tertentu. Untuk kepentingan berbagai informasi keadaan bumi, maka diperlukan beberapa jenis sensor. Jalur transmisi adalah media penghantar tenaga antara sumber radiasi dan obyek atau pantulan (pancaran) dari obyek ke sensor.

Satelit indera sumberdaya bumi yang paling banyak mendapat perhatian orang adalah Landsat milik Amerika Serikat dan SPOT milik Perancis. Keduanya menjadi terkenal karena lingkup penggunaan datanya luas.

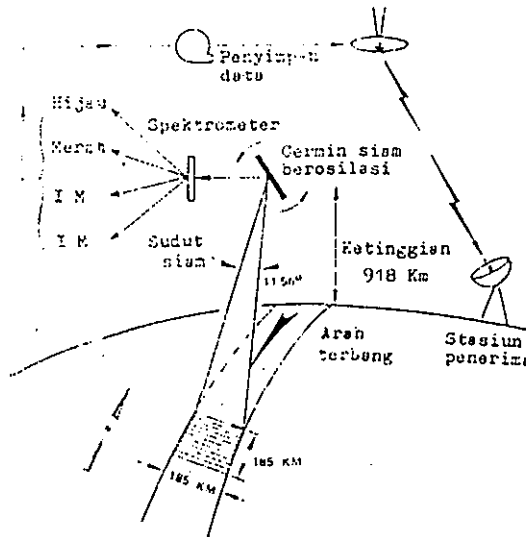
Gambar 1
Model Sistem Inderaja
(Lindenlaub, 1976)



Sebagaimana telah diutarakan di atas bahwa bagian terpenting dari satelit indera dalam perolehan data adalah sensor. Sensor diartikan sebagai piranti yang mendeteksi perubahan (dalam hal ini intensitas gelombang elektromagnetik pantulan pada julat panjang gelombang tertentu) dan mengubahnya menjadi sinyal yang dapat diukur atau direkam (Usher, 1985:3). Kualitas dan mekanisme kerja dari sistem sensor dan perekaman data sangat menentukan perolehan citra. Ada beberapa jenis sensor yang ditempatkan pada satelit indera. Salah satu contohnya adalah MSS (Multispectral Scanner) dan TM (Thematic Mapper) yang dipasang pada Landsat-4 serta HRV (High Resolution Visible) pada SPOT.

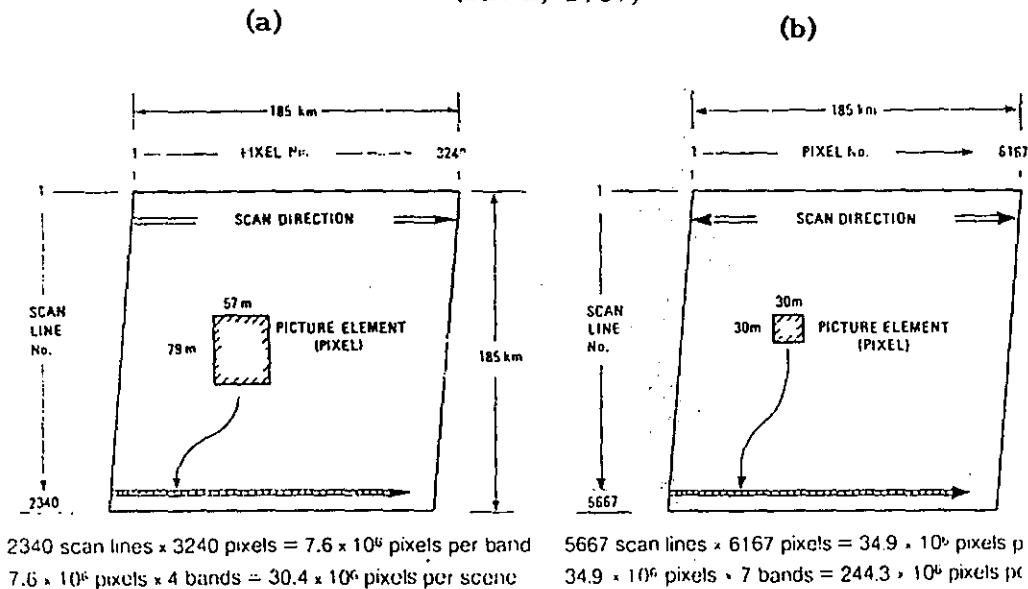
Khusus mengenai penyiam multispektral (MSS), sistem yang dipakai adalah penyiaman lintas-potong (cross-track scanning) melalui cermin yang berguncang. Gambar 2 di bawah ini memperlihatkan secara sederhana mekanisme kerja MSS. Julat spektral MSS adalah 0,5-1,1 um mempunyai empat saluran, meliputi saluran tampak hijau hingga infra merah dekat.

Gambar 2
Mekanisme Kerja MSS pada Landsat
 (Sabin, 1987)



Dapat dilihat bahwa bujur sangkar 185 x 185 km itu adalah liputan satu pandangan (scene). Sebenarnya terbentuknya luasan tersebut karena proses perekaman bagian demi bagian secara serentak dari bujur sangkar kecil 79 x 79 m. Daerah kecil ini disebut medan pandang sesaat atau sering disebut dengan "picture element" (pixel). Perhatikan gambar 3. Besarnya ukuran pixel menentukan resolusi spasial.

Gambar 3
Penyusunan garis-garis siam dan pixel pada citra Landsat
MSS (a) dan TM (b)
 (Sabin, 1987)



Satelit Inderaja untuk Pemantauan

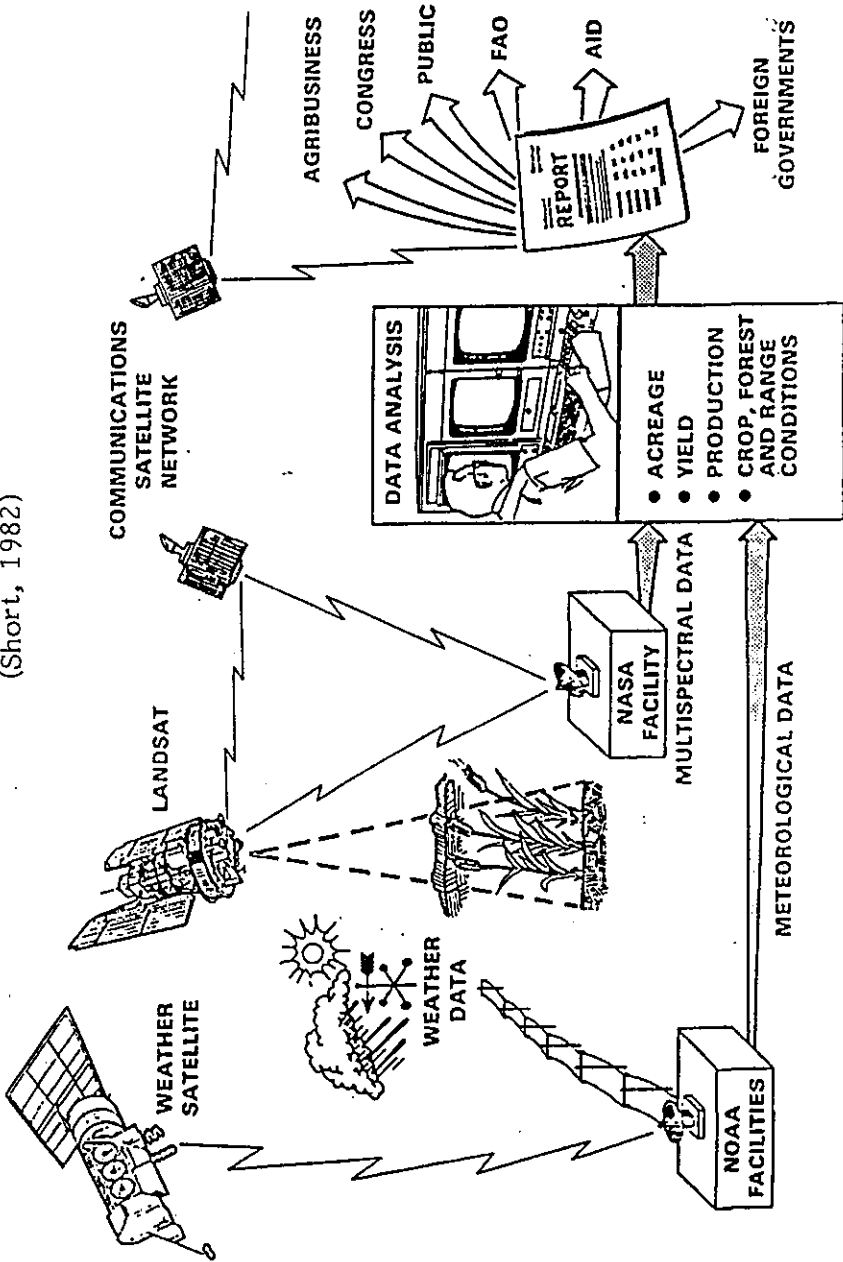
Peran indera sebagai teknik untuk pemantauan dan pendataan sumberdaya bumi, sebagaimana diutarakan oleh Fedorowicz dan Ney (1984:13-18) mencakup: (1) pemetaan penggunaan lahan dan topografi, (2) terapan geologi, (3) perbedaan daerah tanaman pertanian untuk satuan administrasi yang luas, (4) terapan bidang kehutanan, (5) pemantauan lingkungan, dan (6) kajian kondisi iklim pada lingkungan perkotaan. Howard dan Dijk (1980:13) menyebutkan bahwa hanya

sistem inderaja satelitlah yang mampu menyediakan data liputan berulang secara ekonomis dan cakupan luas. Sekalipun demikian, tidak boleh diabaikan keberadaan teknik inderaja lain, sehubungan peranan penting yang dimainkan dalam kerangka pemantauan dan dukungan data. Mudah dipahami kiranya bahwa data yang disediakan oleh satelit beberapa kali lebih murah dibandingkan dengan survei udara lain untuk liputan yang sama. Hanya keterbatasannya semua data dari satelit mempunyai resolusi spasial rendah. Dewasa ini lembaga perdagangan luar negeri Soviet (sebelum pecah) Sojuzkarta menawarkan citra yang lebih baik lagi dengan resolusi spasial 5 meter (Pisculin, 1989:319-332).

Dalam hal rendahnya resolusi spasial dari citra satelit memang agak menyulitkan dalam penafsiran. Namun demikian, untuk penggunaan-penggunaan yang tidak memerlukan ketelitian tinggi kiranya memadai dipakai sebagai sumber data pemantauan lingkungan. Rendahnya resolusi spasial dikompensasi oleh tingginya resolusi temporal (perhatikan lampiran). Sehingga, untuk pemantauan lokasi bencana yang sama, dengan segera data dapat disediakan secara berkesinambungan.

Contoh sangat menarik disampaikan di sini yaitu penggunaan satelit inderaja sumberdaya bumi Landsat dan satelit cuaca NOAA dipakai secara bersama untuk pendataan dan pemantauan tanaman pangan (lihat gambar 4). Gabungan data meteorologi dan data multispektral dipakai dalam analisis luasan, perolehan, produksi dan kondisi tanaman, hutan dan daerah perladangan. Tentang pemanfaatan masing-masing saluran multispektral dari Landsat dapat dilihat pada tabel 1.

Gambar 4
Sistem Pendataan dan Pemantauan Global Tanaman Pangan
(Short, 1982)



Tabel 1
Saluran Landsat MSS dan Pemanfaatannya

Saluran MSS	Panjang Gelombang	Warna	(Pemanfaatan)
4	0,5-0,6 (0,492-0,577)	Hijau	Reflektivitas vegetasi, sedimen air, klorofil aliran, pasir, karang, es, bangunan
5	0,6-0,7 (0,597-0,622)	Merah	Saluran sangat menarik, identifikasi vegetasi, relief, daerah kota
6	0,7-0,8 (0,700-0,800)	IM Pantulan	Reflektivitas vegetasi (hutan, kayu, tambatan); hidrografi, turbiditas, pemisahan lahan/air
7	0,8-1,1 (0,800-1,100)	IM Pantulan	Lebih akurat untuk bagian-bagian kecil, serapan kabut kurang daripada 0,7-0,8 um

Sumber: Sabin, 1987; dalam kurung dari Louis (1980); juga Hord (1982).

Aplikasi Data Inderaja bagi Konservasi Lingkungan

Pemanfaatan teknik indera untuk berbagai keperluan analisis akhir-akhir ini mengalami peningkatan cukup pesat. Beberapa negara, seperti India, teknologi indera memberikan sumbangan secara langsung bagi kemajuan dalam program-program pengembangan realisasi dan implementasi di banyak bidang kepentingan nasional (William, 1989:265-274). Di Arab Saudi citra satelit dipakai sebagai proyek basis data pengelolaan perumahan nasional, kota, penggunaan lahan dan jalan (Beamount, 1989:411-427). Sementara di Jepang, seperti dilaporkan Maruo (1989:395-410) bahwa lebih dari 66% data digital Landsat dihabiskan untuk bidang kajian lahan daripada foto udara. Di Indonesia sendiri kegiatan indera melibatkan data dirgantara dan antariksa yang secara nyata membantu pengelolaan program pembangunan nasional (Soekotjo dan Irsyam, 1987). Contoh jelas adalah penataan batas dan inventarisasi hutan (lihat tabel 2).

Tabel 2
Hasil Penataan Batas dan Inventarisasi Hutan
1988/1989 - 1990/1991

Kegiatan	Satuan	1989/1990	Repelita V	
			1989/1990	1990/1991
Inventarisasi hutan melalui:				
a. Penafsiran citra				
- Landsat	juta ha	84	110	150
- SPOT	juta ha	-	30	67
b. Foto udara				
-Skala 1 : 100.000	ribu ha	16.400	16.700	18.200
-Skala 1 : 20.000	ribu ha	2.340	-	-

Sumber: Lampiran Pidato Kenegaraan Presiden RI di depan DPR, 16 Agustus 1991.

Menurut Sutanto (1986:18-23), sekurang-kurangnya ada enam alasan yang melandasi peningkatan penggunaan data inderaja, yaitu:

1. Citra menggambarkan obyek, daerah dan gejala di permukaan bumi.
2. Dari jenis citra tertentu dapat ditimbulkan gambaran tiga dimensional bila pengamatan dilakukan dengan stereoskop.
3. Karakteristik obyek yang tidak tampak dapat diwujudkan dalam bentuk citra sehingga dimungkinkan pengenalan obyeknya.
4. Citra dapat dibuat secara cepat meskipun untuk daerah yang sulit dijelajahi secara terestrial.
5. Merupakan satu-satunya cara untuk pemetaan daerah bencana.
6. Citra sering dibuat dengan periode ulang yang pendek.

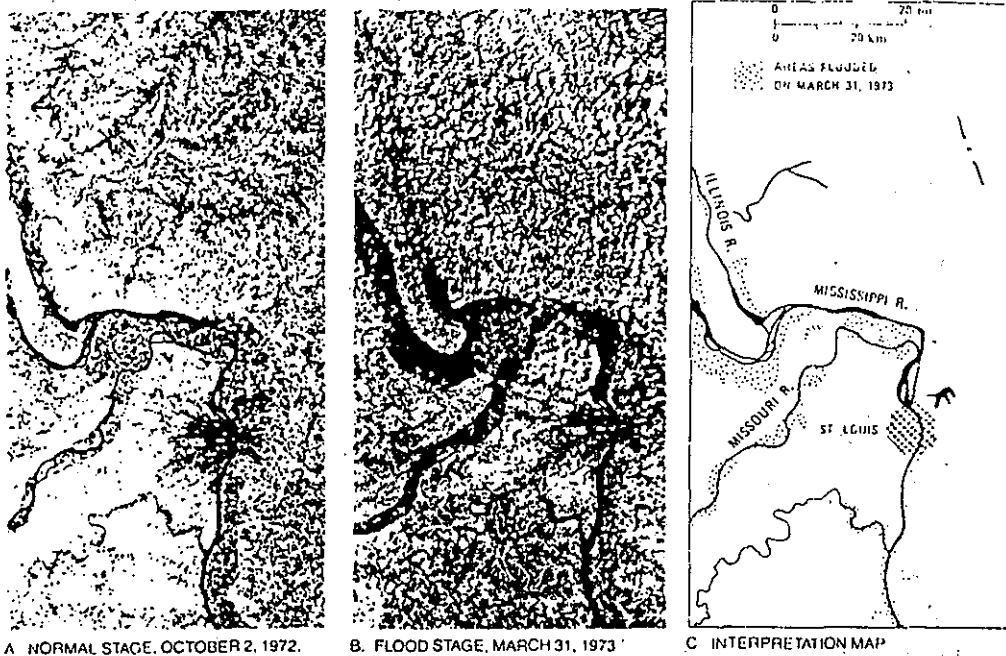
Konservasi lingkungan merupakan suatu upaya atau tindakan penyelamatan lingkungan karena konservasi sendiri berarti perlindungan atau pengawetan alam. Usaha konservasi memerlukan pemantauan yang terus menerus, bila terjadi kerusakan, bahaya atau bencana alam. Hanya dengan mengandalkan data terestrial dipandang belum cukup, maka diper-

lukan suatu alat yang dapat menjawab kebutuhan. Alat eksplorasi tersebut adalah dari teknologi indera.

Teknologi indera menjadi penting karena perolehan data pada cakupan yang luas sekaligus pemrosesannya dapat dilakukan dalam waktu singkat (Szekiela, 1986:1). Selain itu adalah resolusi temporalnya yang tinggi khususnya bagi satelit lingkungan (cuaca). Dengan menggabungkan beberapa data lingkungan, maka usaha konservasi dapat diupayakan.

Suatu contoh penggunaan data Landsat saluran tujuh adalah untuk analisis banjir di lembah sungai Mississippi (Sabin, 1987:394-395). Dengan dua citra Landsat yang berjarak waktu enam bulan dapat dibuat peta yang menunjukkan mintakat banjir. Berdasarkan peta tersebut selanjutnya dapat dilakukan antisipasi pengamanan. Perhatikan gambar 5.

Gambar 5
Citra Landsat MSS saluran tujuh menunjukkan mintakat banjir di lembah sungai Mississippi (Sabin, 1987)



Prospek menarik yang dikemukakan Johnson (1969:219) bahwa indera akan merupakan jembatan antara penelitian intensif ekologi dan terapannya guna perencanaan dan pengelolaan bentang darat yang lebih baik. Ambisi yang paling besar (Howard dan Dijk, 1980:14) dalam perencanaan sistem indera satelit untuk memantau bencana adalah sistem global tunggal dengan satu atau lebih stasiun keluaran, tetapi hanya ada satu pusat analisis global. Kemungkinan pelaksanaannya di masa depan diletakkan pada komunikasi antarsatelit. Melalui pendekatan satelit ini diharapkan implementasi secara cepat dapat dilakukan dan biaya lebih murah (sekali-pun kenyataannya tetap mahal).

Sebagai alternatif adalah pendekatan kedua, yaitu pusat analisis dan keluaran regional atau melalui pendekatan ketiga membangun struktur negara demi yang kemungkinannya dapat dimodelkan sebagai organisasi terpisah. Penerapan efektif bergantung kepada pelaku-pelaku organisasi untuk mengatur sistem pengalihan teknologi (Specter, 1989:359-372), sedang pelaksanaannya di Indonesia sebagaimana yang disinyalir Gastellu (1988) mengalami banyak kendala terutama menyangkut kualitas operasional.

Penutup

Menyikapi permasalahan lingkungan di berbagai belahan dunia yang kompleks ini, maka diperlukan penelaahan yang realistis. Dewasa ini penyelesaian atau pemecahan permasalahan membutuhkan penanganan secara cepat, terarah dan terpadu dengan hasil optimal melalui berbagai pendekatan. Oleh karena itu, keberadaan satelit indera menjadi memegang peranan penting. Itulah sebabnya demi berhasilnya dan berdayagunanya penyediaan data bagi Indonesia, stasiun penerima data satelit indera di Jawa Barat dipindahkan ke Sulawesi Selatan (Pare-pare) agar dapat meliputi seluruh kawasan Indonesia.

Sebagai penutup pembicaraan ini perlu diutarakan lagi apa yang ditegaskan oleh BPS Lingkungan Hidup Indonesia (1989) bahwa pembangunan yang sukses dimulai dari strategi yang memperhitungkan kelestarian lingkungan. Hanya setelah kerangka lingkungan sudah mantap para perencana dapat merumuskan proyek dengan kriteria ekonomi sebagai tolok ukur keberhasilan.

Lampiran**Satelit untuk Pemantauan Bencana**

Kelompok	Tahun	Resolusi (meter)	Periode Ulang
<u>Satelit Sumberdaya Bumi Orbit Polar</u>			
Landsat-1 (ERTS-1)	1972-78	80	18 hari
Landsat-2	1975-79	80	18 hari
Landsat-3	1978- ?	40, 80 240 (gagal)	18 hari
Landsat-D(-4)	1982 (?)	30,40	18 hari
Landsat-D'	1983 (?)	30,40,120	18 hari
HCMM	1978- ?	500	16 hari
Soyuz/Salyut ⁼⁾	?	10, 20	tidak sering
SPOT	1984	10, 20	26 hari
ERS-1	1985-87	60, 180	?
ERS-2	1985-87	30, 100	?
=) Orbit ekuator			
<u>Satelit Lingkungan Orbit Polar</u>			
DMSP (VHRR)	1973- ?	630, 670	12 jam
Nimbus-7(-G)	1978- ?	800	tidak teratur
TIROS-N	1978-80	1100,4000	12 jam
NOAA-A/6	1979 ?	1100,4000	Komplemen TIROS-N
Meteor-2	1975- ?	1000,2000 8000	tidak sering
<u>Satelit Lingkungan Geostasioner</u>			
GOES-1, -2, -3	1976- ?	1000,8000	17,5 menit
Meteosat-1	1977-79	2500,5000	30 menit
Meteosat-2	1981-?	2500,5000	30 menit
GMS (HIMWARI-1)	1978- ?	1250,5000	25 menit
GOMS	tidak diluncurkan	3000,12000	?

Sumber: Howard dan Dijk, 1980

Daftar Pustaka

- Biro Pusat Statistik. 1989. *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia*. Jakarta: BPS.
- Beamont, T.E. 1989. "Remote Sensing Commercialization and Consulting Engineering Practise". *Int. Journal Remote Sensing*. 10,2,411-427.
- Fedorowicz, W. dan B. Ney. 1984. *Selected Examples of Profitable Application of Remote Sensing for Resources Inventories and Monitoring*. *Advances in Space Research*. 4,11,13-18.
- Gastellu-Etchegorry, J.P. 1988. *Remote Sensing with SPOT: An Assesment of SPOT Capability in Indonesia*. Yogyakarta: GMU.
- Howard, J.A. dan A.v. Dijk. 1980. *Satellite Remote Sensing Applied to Rural Disasters in Developing Countries*. Dalam *Satellite Remote Sensing Application to Rural Disasters*. Roma: FAO.
- Jakarta Post, The. 1992. 10, 023. Friday, May 22.
- Johnson, Philip L. 1969. *Remote Sensing in Ecology*. Athena: University of Georgia Press.
- Kedaulatan Rakyat. 1992. XLVII, 234. Sabtu, 6 Juni.
- Lillesand, T.M. dan R.W. Keifer. 1979. *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York: John Wiley & Sons.
- Lindenlaub, John C. 1976. *Remote Sensing: What is it?* West Lafayette Indiana: Purdue Research Foundation.
- Maruo, Keiji. 1989. *Activities of The Remote Sensing Technology Centre of Japan*. *Int. Journal Remote Sensing*. 12, 2, 395-410.
- Piskulin, V.A. 1989. *Economic Relation of The All-Union Trade Association Sojuzkarta and The Geodetic and Cartographic Services of The USSR to Foreign Countries*. *Int. Journal Remote Sensing*, 10,2, 319-332.
- Republik Indonesia. 1991. *Lampiran Pidato Kenegaraan Presiden RI di Depan Sidang DPR*. 16 Agustus.

- Sutanto. 1986. *Penginderaan Jauh I*. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.
- Sutanto. 1987. *Penginderaan Jauh II*. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.
- Sabin, F.F. 1987. *Remote Sensing: Principles and Interpretation*. New York: Remote Sensing Enterprise Inc.
- Soekotjo, O.T. dan Mahsun Irsyam. 1987. *National Report Remote Sensing Activities in Indonesia*. Dalam Proceedings of The Eight Asian Conference on Remote Sensing. Jakarta: 22-27 Oktober.
- Szekeilda, Karl-Heinz. 1986. *General Aspect on The Use of Satellite Remote Sensing for Resources Exploration in Developing Countries*. Dalam Szekeilda (Ed.). *Satellite Remote Sensing for Resources Development*. London: Graham & Trotman Ltd.
- Specter, C. 1989. *Obstacle to Remote Sensing Commercialization in The Developing World*. Int. Journal Remote Sensing, 10, 2, 359-372.
- Short, N.M. 1982. *The Landsat Tutorial Work Book: Basic of Satellite Remote Sensing*. Washington DC: NASA.
- Tokai University. 1989. *Proceedings of The Second Asian Pasific University President Conference*. Tokyo: 7 - 9 Agustus.
- Usher, M.J. 1985. *Sensing and Transducers*. London: McMillan Publishers Ltd.
- William, C.P. 1989. *Landsat Commercialization: Key to Future Success*. Int. Journal Remote Sensing, 10,2,265-274.
- Hord, M.R. 1982. *Digital Image Processing of Remotely Sensed Data*. New York: Academic Press Inc.
- Louis, P. 1980. *A Survey of Earth Observation Space System*. Dalam *Satellite Remote Sensing Applivation to Rural Disasters*. Roma: FAO.