

TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH DAN PENERAPANNYA DALAM OSEANOLOGI

oleh

Suyarso¹⁾

ABSTRACT

REMOTE SENSING TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION IN OCEANOLOGY. *Intensity difference of various object is in reflecting and radiating of the electromagnetic waves can result the various composite images in the photograph. This aspect is the basic principles in developing of the remote sensing technology. Data of remote sensing has been able to be applied in many disciplines such as geology, agronomy, land use, forestry, oceanology, etc. In connecting for oceanology, with suitable sensors, a space platform can synoptically monitor the dynamic and other related processes both in the coastal and ocean region.*

PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh awal mulanya telah digunakan oleh angkatan udara Jerman dalam Perang Dunia I dengan menggunakan pesawat Zeppelin untuk mengintai musuh. Beberapa dekade berikutnya, perkembangan teknologi pesawat udara dan satelit telah banyak membantu pengembangan teknologi ini. Penggunaan satelit dalam teknologi penginderaan jauh pertama kalinya terjadi di tahun 1960, yakni berhasilnya peluncuran satelit cuaca TIROS (Television Infra Red Observational Satellite) oleh Amerika Serikat. Satelit yang mengorbit pada ketinggian 515 mil tersebut mengelilingi bumi setiap 100 menit dan mampu memotret seluruh muka bumi dalam 14 jam. Pada tahun berikutnya, teknologi penginderaan jauh dengan mengguna-

kan wahana satelit maupun pesawat terbang telah banyak diterapkan dalam berbagai disiplin ilmu.

Istilah "remote sensing" baru muncul selama dilakukan percobaan-percobaan pada satelit LANDSAT (Land Resource Satellite) dalam periode 1970-an oleh badan ruang angkasa Amerika Serikat (NASA) dalam rangka meneliti dan memetakan bumi.

"Remote sensing" atau "Teledetection" dalam bahasa Indonesia diterjemahkan sebagai penginderaan jauh. Penginderaan jauh adalah cara mengindera informasi dari obyek atau fenomena sensor-sensor yang letaknya jauh dari obyek yang diteliti termasuk pengukuran gelombang elektromagnetik (HADISUMARNO *et al.* 1978).

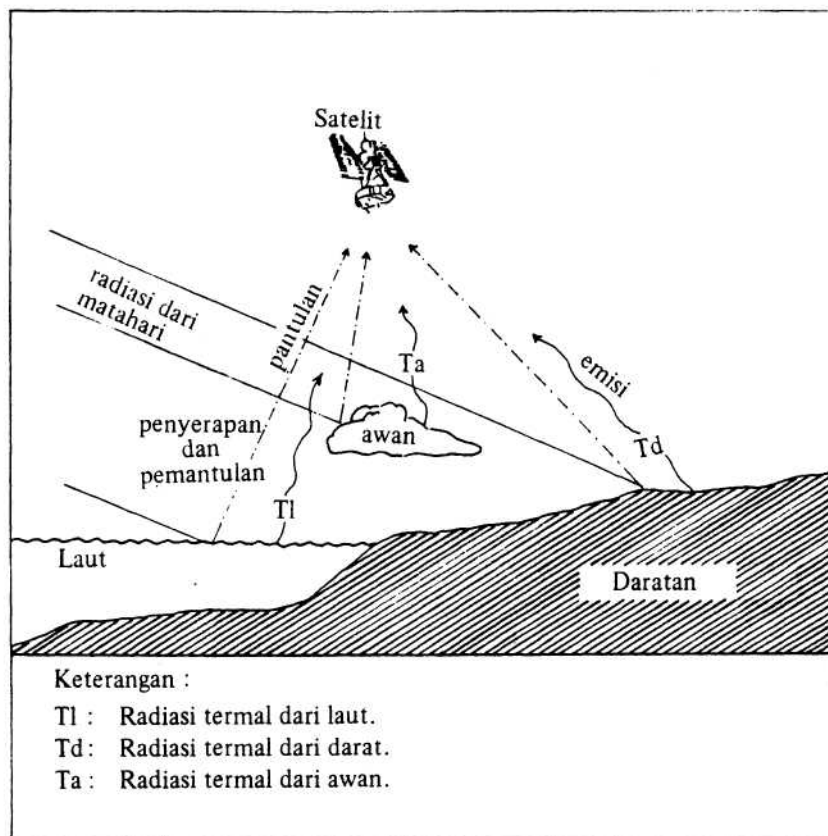
Data penginderaan jauh adalah hasil pantulan gelombang elektromagnetik dari

1) Balai Penelitian dan Pengembangan Oseanografi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI, Jakarta.

cahaya nyata, cahaya merah infra, gelombang radio, serta bentuk-bentuk energi gelombang yang sejenisnya, yang dapat menghasilkan gambaran dari permukaan bumi dan atmosfer. Gambaran tersebut dapat direkam dalam berbagai bentuk antara lain : film dan pita magnetik (HUMER 1979). Gelombang elektromagnetik dalam media udara mempunyai kecepatan 3.108 m per detik dan mempunyai panjang gelombang yang sangat bervariasi, yakni dari beberapa meter untuk gelombang radio hingga satu juta meter untuk gelombang sinar gamma.

Penginderaan jauh terhadap permukaan

bumi dan atmosfer dapat dilakukan baik dari angkasa maupun pada tempat-tempat yang tinggi di permukaan bumi. Walaupun penginderaan jauh dari angkasa tersebut banyak mengalami hambatan, namun akan memberikan hasil yang lebih lengkap serta memberikan gambaran wilayah yang jauh lebih luas dibanding penginderaan jauh yang dilakukan dari permukaan bumi. Hambatan yang dimaksud adalah bahwa lebih 30 % radiasi cahaya matahari tak akan pernah mencapai permukaan bumi. Hadirnya gas-gas yang ada di ruang atmosfer, selain akan menyerap beberapa komponen cahaya matahari juga akan memantulkannya (Gambar 1).



Gambar 1. Interaksi radiasi solar dan termal (HUMER 1979).

lingkungan atmosfer yang bebas dari unsur-unsur yang dapat menyerap dan memantulkan sebagian komponen gelombang elektromagnetik, disebut sebagai "jendela atmosfer". Melalui jendela atmosfer inilah penginderaan jauh dapat menghasilkan rekaman gambar dari obyek di bumi secara maksimal.

TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH

Teknologi penginderaan jauh pada dasarnya meliputi tiga kegiatan utama yakni: perolehan data, pemrosesan data, dan interpretasi data (penerapan data).

Wahana yang dipergunakan adalah pesawat udara atau satelit buatan yang telah dilengkapi dengan peralatan perekam data (sensor).

Hingga saat ini beberapa negara seperti Amerika Serikat, Rusia, Perancis, India dan Jepang telah mengorbitkan satelitnya. Masing-masing satelit tersebut mempunyai fungsi yang berbeda-beda tergantung sasarannya. Beberapa satelit yang telah mengorbit serta fungsinya, dapat dilihat dalam Tabel 1.

Satelit-satelit penginderaan jauh, dilengkapi dengan sistem "scanner" yang berspektra ganda, yakni suatu alat untuk mencatat radiasi yang dipantulkan melalui beberapa "band" (interval panjang gelombang elektromagnetik), yang mencakup gelombang cahaya nyata hingga gelombang cahaya infra merah. Pada sistem tersebut masing-masing band mempunyai tingkat reaksi yang berbeda-beda terhadap pantulan dan radiasi setiap obyek, baik yang berada di atmosfer maupun di permukaan bumi. Bagian permukaan bumi yang mempunyai intensitas pantulan radiasi matahari yang tinggi (pasir kuarsa, singkapan batuan granit) pada gambar positif akan menampilkan rona yang cerah. Sebaliknya pada permukaan bumi yang mempunyai sifat menyerap radiasi cahaya matahari (hutan, air) akan menampilkan rona yang gelap. Band pada cahaya merah infra, dapat mendeteksi kandungan klorofil, struktur fisik tumbuhan dan air, hal ini disebabkan obyek-obyek tersebut mempunyai sifat menyerap cahaya merah infra. Contoh demikian dapat dilihat

Tabel 1. Beberapa macam satelit dan kegunaannya (RASOOL 1985)

Macam satelit	Kegunaan
1. GEOS, METEOS, GMS, INSAT.	Digunakan untuk meramalkan cuaca.
2. NOAA/TOVS AVHRR.	Digunakan untuk mengukur awan, indeks vegetasi, temperatur muka air laut, lapisan es dan lain sebagainya.
3. NIMBUS, SAGE, ERBE	Digunakan untuk meneliti Ozon di atmosfer, temperatur stratosfir, kandungan klorofil di laut.
4. LANDSAT, SPOT, COSMOS.	Digunakan untuk meneliti geologi, agrokonomi, salju/es.
5. SHUTTLE EXPERIMENTS.	Digunakan untuk mengetahui keadaan atmosfer secara umum.

pada potret udara suatu hutan yang menggunakan gelombang cahaya merah infra, pada wilayah dengan tumbuhan lebat di dalam potret akan menampilkan warna merah, sedangkan pada wilayah yang kurang lebat warna merahnya akan pudar.

Dengan menggunakan beberapa band yang dioperasikan secara bersama-sama di dalam alat perekamnya, dapat mengklasifikasikan secara otomatis semua obyek yang ada di permukaan bumi, seperti air, tanah, vegetasi dan lain sebagainya.

Rekaman keadaan atmosfer dan permukaan bumi yang dilakukan dari satelit, dikirimkan ke stasiun penerima di bumi dengan menggunakan sinyal-sinyal elektronik. Sinyal-sinyal tersebut diproses menjadi potret dalam berbagai skala, hitam-putih maupun berwarna atau direkam di dalam rekaman digit pada CCT (Computer Compatible Tapes).

Berbagai bentuk data penginderaan jauh baik yang direkam dengan sensor yang dipasang pada pesawat udara maupun pada satelit, merupakan gambaran visual keadaan atmosfer dan muka bumi. Data tersebut mempunyai beberapa keunggulan, antara lain dapat menyajikan gambaran obyek relatif lengkap dengan ujud dan letak yang mirip dengan ujud dan letak yang sebenarnya serta wilayah liputan yang luas. Dari keunggulan tersebut memungkinkan penggunaannya untuk memperoleh gambaran sinoptik (utuh dan menyeluruh) suatu wilayah.

Pemotretan muka bumi yang dilakukan dengan pesawat udara untuk Indonesia dikerjakan oleh beberapa perusahaan survai milik swasta maupun oleh BAKOSURTANAL, sedangkan penerimaan data dari satelit, dikelola oleh LAPAN.

Stasiun Bumi Satelit Sumber Alam yang dibangun LAPAN terletak di Pekayon, Kecamatan Pasar Rebo, Jakarta Timur.

Hingga saat ini stasiun tersebut mampu menerima data dari LANDSAT 4 dan 5 yang sedang beroperasi dan sejak Januari 1987 sedang dikembangkan untuk menerima data dari satelit SPOT milik Perancis.

PENERAPANNYA DALAM OSEANOLOGI

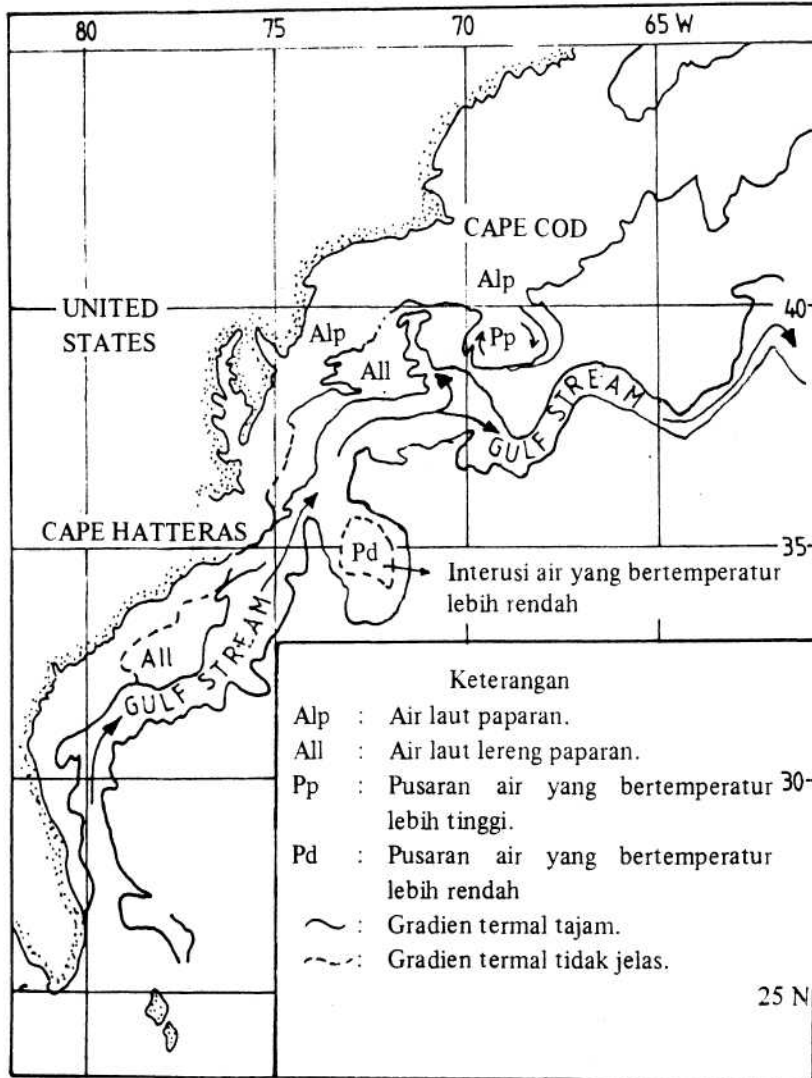
Teknologi penginderaan jauh telah banyak sumbangannya di dalam geologi, pertanian, tata guna tanah, kehutanan, oseanologi, bahkan dalam pengelolaan transportasi laut.

Pada hakikatnya, teknologi penginderaan jauh dapat digunakan memantau perubahan global keadaan roman muka bumi dan atmosfer.

Di Amerika Serikat, data penginderaan jauh telah banyak diterapkan untuk meneliti temperatur dan arus permukaan serta sirkulasinya. Dalam perkembangannya, satelit NOAA telah berhasil menganalisis Gulf Stream, baik mengenai pola arus dan hadirnya arus-arus tegak (up welling) serta pusaran air (Gambar 2.). Mengingat kemampuan liputnya yang luas, beberapa satelit penginderaan jauh telah dapat digunakan dalam mengetahui dinamika interaksi atmosfer dan lautan seperti halnya pada gejala El Nino (LAL & BERGER 1985).

Di bidang biologi laut, data satelit NOAA juga mampu menghasilkan peta indeks vegetasi, baik vegetasi darat maupun vegetasi pesisir di dalam setiap minggunya dan bahkan sampai dengan tingkat kesehatannya (RASOOL 1985). Dengan demikian, sangat memungkinkan memantau keadaan vegetasi khususnya wilayah pesisir dari waktu ke waktu.

Di bidang produktivitas primer, selain satelit NOAA, satelit NIMBUS juga telah digunakan dalam mendeteksi dan menganalisis klorofil dan nutrisi di laut (RASOOL 1985).



Gambar 2. Hasil analisis Gulf Stream yang didasarkan dari data satelit NOAA-2 AVHRR pada 27-30 April 1974 (HUMER 1979).

Di Indonesia, penerapan teknologi penginderaan jauh dalam oseanologi masih merupakan tahap awal, di mana pemakaiannya masih terbatas pada kalangan ilmuwan di dalam mempelajari dinamika wilayah pesisir.

Dalam bidang oseanografi, data LANDSAT telah dicoba untuk menganalisis pola dan distribusi arus di Teluk Jakarta (ONGKOSONGO & PURWADHI 1987).

Dalam bidang geologi kelautan, penerapan teknologi tersebut juga telah banyak dicoba untuk menganalisis gerakan suspensi sedimen dan kecepatan perubahan pantai (DULBAHRI 1981a dan 1981b; ONGKOSONGO *et al.* 1981; PRASENO & SUKARNO 1977).

Di dalam ekologi laut, data LANDSAT telah dicoba diterapkan guna membantu mendeteksi hadirnya unsur-unsur pencemar seperti adanya emulsi film minyak di laut (PRASENO & DUARDJANA 1981). Pemantauan terhadap kerusakan hutan bakau di daerah Jepara dan Cilacap serta kerusakan pantai Cilincing – Marunda, Jakarta, juga telah dapat dilakukan dengan menggunakan data penginderaan jauh (PURWADHI 1987).

Selain membantu dalam bidang oseanografi, geologi laut, biologi laut dan ilmu-ilmu kelautan pada umumnya, teknologi penginderaan jauh juga dapat membantu mengeksplorasi sumberdaya laut secara efisien, membantu pengelolaan wilayah pesisir secara efektif dan membantu pemakaian sarana transportasi laut yang lebih tepat.

Hingga saat ini, penerapan data penginderaan jauh dalam oseanologi di Indonesia masih bersifat eksperimental, namun diperkirakan bahwa teknologi tersebut juga dapat diterapkan untuk menganalisis energi gelombang, energi pasang-surut serta energi panas yang dihasilkan oleh dinamika air laut.

Berdasar pada kecanggihannya, dirasakan perlunya pembinaan kerjasama antar

disiplin di dalam ilmu kelautan untuk saling memberikan informasi guna meningkatkan pemanfaatan teknologi tersebut.

Mengingat luasnya wilayah perairan Indonesia, jumlah tenaga ahli penginderaan jauh yang ada sampai saat ini khususnya di bidang kelautan masih sangat kurang. Untuk itu perlu dibuka kurikulum maupun kursus-kursus di setiap lembaga pendidikan dan institusi kelautan untuk meningkatkan jumlah peneliti-peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

- DULBAHRI 1981 a. A study on the sediment movement in the mixing zone of the Madura Strait based on the Landsat imagery. *In* : Proceeding of the United Nations regional seminar on remote sensing applications and development and satellite communications for educations and development, (SITINDJAK ed.). The Indonesia Institute of Aeronautics and Space (LAPAN) : 597-604.
- DULBAHRI 1981 b. Landsat data applied to sea water pollution mapping. *In* : Proceeding of the United Nations regional seminar on remote sensing applications and development and satellite communications for educations and development, (SITINDJAK ed.). The Indonesia Institute of Aeronautics and Space (LAPAN) : 605-613.
- HADISUMARNO, S., J.P. MALINGREU dan T. GUNAWAN 1978. Pedoman cara memperoleh citra Landsat Indonesia. Pusat Pendidikan Interpretasi Citra Penginderaan Jauh dan Survei Terpadu, UGM—BAKOSURTANAL : 24 hal.
- HUMER, R.F. 1979. Conducting ocean science from space. *In* : Managing ocean resources (R.L. FRIEDHEIM ed.). A primer, West view Press Inc., Colorado : 67-88.

- LAL, D. and W.G. BERGER 1985. Global Environmental Change and the Ocean. *In* : Global Change (T.F. MALONE and J.G. ROEDERER eds). Cambridge University Press, Cambridge : 157-170.
- ONGKOSONGO, O.S.R., Z. SOEJOETL S. TIRTOSOEHARDJO, N. NASMIN and J. PUNJANAN 1981. Application of remote sensing technology in the field of oceanology in Indonesia. *In* : Proceeding of the United Nations regional seminar on remote sensing applications and development and satellite communications for educations and development, (SITINDJAK ed.). The Indonesia Institute of Aeronautics and Space (LAPAN): 615—641.
- ONGKOSONGO, O.S.R. and S.H. PURWADHI 1987. Current system in the Jakarta Bay. Paper presented in joint DFVLR-LAPAN-NIOZ workshop on the remote sensing of the sea, participation in the Snellius II Expedition 1984, Jakarta: 10 pp.
- PRASENO, D.P. and SUKARNO 1977. Observation on beach erosion and coral destruction by remote sensing technique. *Mar. Res. Indonesia* 17 : 50-68.
- PRASENO, D.P. and DIJARDJANA 1981. Remote sensing as a tool for environmental studies in the Jakarta Bay. *In*: Proceeding of the United Nations seminar on remote sensing applications and development and satellite communications for educations and development, (SITINDJAK ed.). The Indonesia Institute of Aeronautics and Space (LAPAN) : 655—661.
- PURWADHI, H.F.S. 1987. Monitoring kerusakan pantai dari data penginderaan jauh. Makalah diposterkan pada Seminar Laut Nasional II, Jakarta 1987 : 10 hal.
- RASOOL, S.I. 1985. On monitoring global change by satellite. *In*: Global Change by satellite. *In*: Global Change (T.F. MALONE and J.G. ROEDERED eds.). Cambridge University Press, Cambridge: 429-440.