

PEMANTAUAN GARIS PANTAI DENGAN MENGUNAKAN CITRA LANDSAT

oleh

Bambang Hermanto ¹⁾

ABSTRACT

COASTLINE MONITORING BY USING OF LANDSAT IMAGERY. *In general, the coastline changes are due to the actions of abrasion and accretion. Those two actions can be induced by man made and natural activities as well as by a combination among them. To monitor these changes, the utilization of landsat satellite has proven as one of the most effective method. There are two sensor system in landsat satellite i.e. Return Beam Vidicon (RBV) and Multispectral Scanner (MSS), and their principle differences are mentioned in this paper. Furthermore, this paper will explain the capability of landsat satellite in the monitoring of coastline changes.*

PENDAHULUAN

Pantai sebagai pusat kegiatan dan telah menarik perhatian manusia serta dikenal sejak zaman dahulu. Pada umumnya daerah pantai merupakan pusat kegiatan penduduk, daerah persawahan, daerah perikanan, daerah hutan mangrove, komunikasi, aktivitas perdagangan seperti pelabuhan dan industri, serta daerah pariwisata. Menurut SOBUR (1982) studi mendalam tentang daerah pantai masih jarang dilakukan, baru terjadi beberapa puluh tahun ini. Studi mengenai pemantauan garis pantai ditekankan pada proses-proses pantai, yaitu berubahnya garis pantai, baik yang disebabkan oleh faktor alam maupun manusia. LUBIS (1985) berpendapat bahwa proses-proses pantai yang bekerja umumnya adalah akresi dan abrasi, keduanya disebabkan oleh faktor alam dan manusia. Peristiwa akresi disebabkan oleh pengendapan material sedimen dari daratan melalui sungai pada kondisi arus dan gelombang tenang (DAVIES 1980). Abrasi atau pengikisan garis pantai disebabkan oleh arus dan gelombang yang aktif memukul

garis pantai (HERMANTO & SUWARTANA 1986)

Perubahan garis pantai baik maju atau mundur menimbulkan permasalahan, antara lain meluasnya areal lahan, terancamnya lahan pemukiman dan terancamnya pelabuhan oleh faktor alami, misalnya sedimentasi. Aktivitas penduduk dapat mempengaruhi kondisi daerah pantai seperti banyak terjadi di Pulau Jawa. Untuk mengambil langkah-langkah pengamanan perlu adanya pemantauan yang efektif.

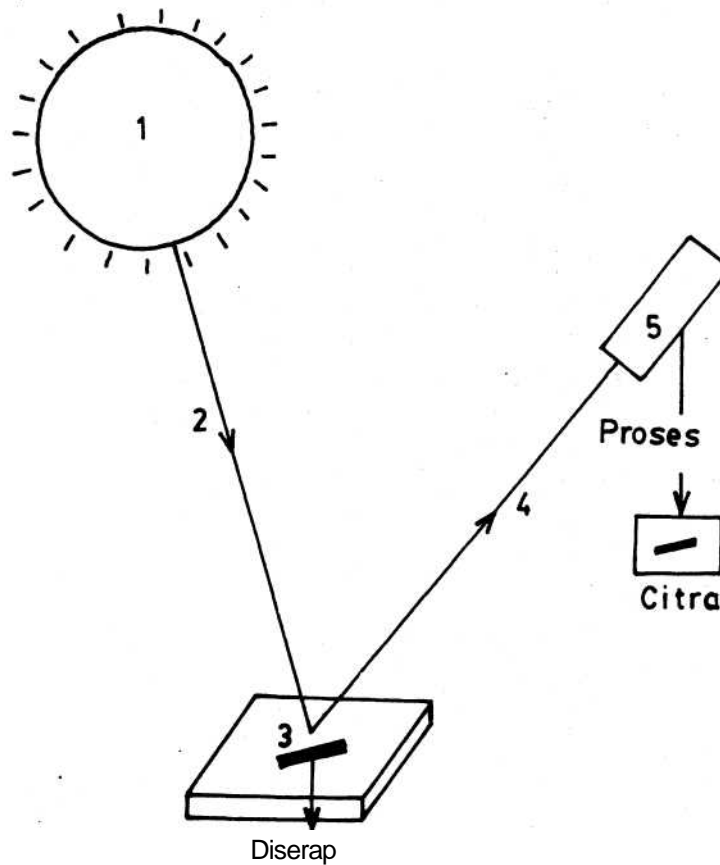
Penggunaan data Satelit Sumber Daya Alam seperti halnya "Landsat" untuk berbagai bidang penelitian pada masa sekarang telah meningkat pesat. Hal ini didorong oleh adanya perkembangan teknologi. Menurut HERMANTO (1985), sekarang ini beredar dua satelit Landsat yang masing-masing satelit merekam data bumi setiap 18 hari pada jam 9.30 waktu setempat. Dengan perekaman data bumi yang luas, waktu perekaman bersamaan serta kontinuitasnya memadai, yaitu setiap 18 hari terekam dua kali, maka citra Landsat cocok untuk pemantauan garis pantai.

1). Stasiun Penelitian Ambon, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi — LIPI.

KARAKTERISTIK CITRA LANDSAT

Citra Landsat merupakan bagian dari sistem penginderaan jarak jauh. Menurut SUTANTO (1978), penginderaan jarak jauh merupakan cara memperoleh informasi atau pengukuran dari obyek dengan menggunakan alat pencatat, tanpa ada hubungan langsung dengan obyek tersebut. Alat perekam penginderaan jarak jauh ditempatkan pada satelit dan dapat merekam panjang gelombang elektromagnetik yang terpan-

car, tersebar dan terpantul oleh obyek di permukaan bumi. Penginderaan ini berupa panjang gelombang yang saling berbeda sehingga dalam mendeteksi obyek mudah dibedakan. Dalam sistem penginderaan jarak jauh dikenal ada lima komponen, yaitu : 1) sumber energi, 2) atmosfer sebagai medium, 3) obyek atau target, 4) radiasi, 5) kamera atau sensor (HERMANTO 1982). Gambaran mengenai sistem penghinderaan ini disajikan dalam Gambar 1 yang dikemukakan oleh SUTANTO (1979).



Gambar 1. Sistem penginderaan jauh.

- Keterangan :
- | | |
|------------------|------------|
| 1. Sumber energi | 4. Radiasi |
| 2. Atmosfer | 5. Sensor |
| 3. Obyek | |

Program Landsat merupakan paduan antara teknologi dirgantara dan kemajuan bidang teledeteksi, sehingga menjadikan suatu sistem yang praktis untuk pengelolaan sumberdaya bumi. Ada dua macam sistem sensor pada Landsat yaitu RBV dan MSS. RBV (Return Beam Vidicon) kamera yang terdiri dari band 1 (hijau), band 2 (merah) dan band 3 (infra merah). MSS (Multispectral Scanner) terdiri dari empat macam band yaitu band 4 (hijau), band 5 (merah), band 6 (merah — infra merah) dan band 7 (infra merah).

Di dalam RBV terdapat tiga buah kamera televisi yang dipasang sejajar dan diarahkan sedemikian rupa sehingga secara serentak memotret bagian bumi yang tepat ada di bawahnya. Tiap lembar citra RBV mencakup liputan daerah seluas 100 mil x 100 mil atau 185 km x 185 km dan mempunyai penampalan 10% sepanjang lintasan. Tiga buah kamera RBV tersebut masing-masing bekerja pada daerah panjang gelombang yang berbeda yaitu :

- band 1 : 0,460 μ m- 0,560 μ m (hijau),
- band 2 : 0,560 μ m- 0,680 μ m (merah).
- band 3 : 0,680 μ m- 0,820 μ m (infra merah),

Sensor MSS menggunakan cermin berputar untuk melihat permukaan bumi yang berada pada satelit secara langsung dan terus menerus. Lebar daerah liputan mencapai 100 mil atau 185 km. Pada sistem radar ini susunan detektor sensitif terhadap empat daerah panjang gelombang yang berbeda-beda. Panjang gelombang dalam sistem radar meliputi:

- band 4 : 0,500 μ m- 0,600 μ m (hijau),
- band 5 : 0,600 μ m- 0,700 μ m (merah),
- band 6 : 0,700 μ m- 0,800 μ m (merah - infra merah),
- band 7 : 0,800 μ m- 1,100 μ m (infra merah).

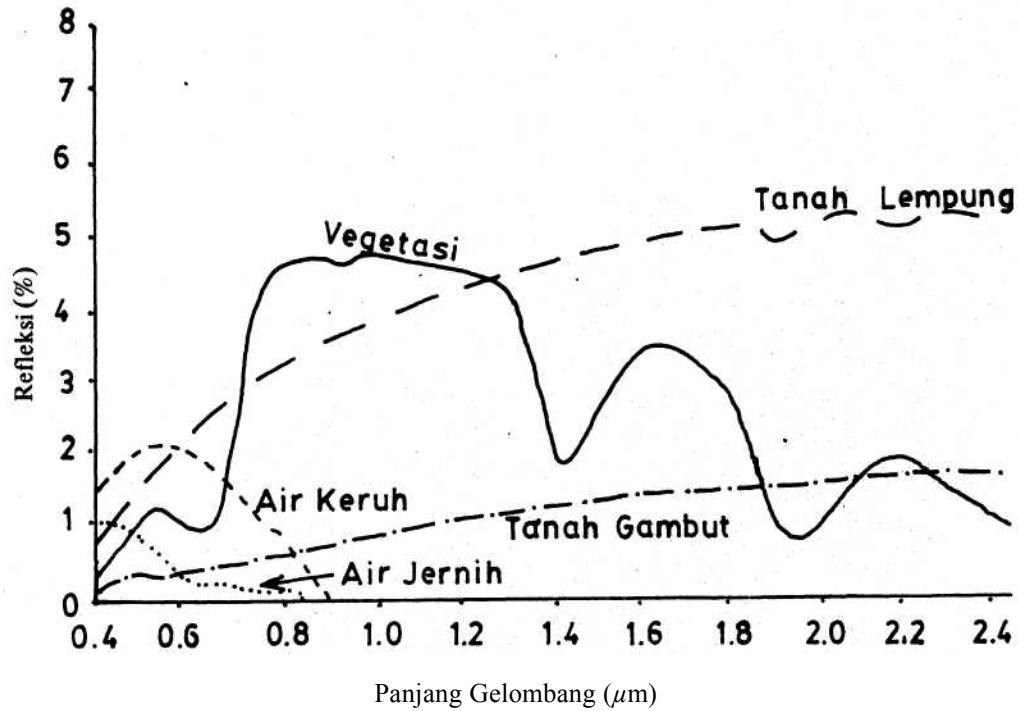
Keempat band tersebut, masing-masing "band" mempunyai karakteristik yang sesuai dengan penggunaannya.

Citra MSS memuat data hasil perekaman

citra satelit yang cara perekamannya dengan sistem "scanning". Data pada citra ini terdiri dari kumpulan informasi refleksi gelombang elektromagnetik berbagai obyek yang ada di permukaan bumi. Tiap-tiap obyek yang ada di permukaan bumi mempunyai karakteristik spektral tertentu, yang dapat dipakai untuk mengidentifikasi obyek. Obyek di permukaan bumi seperti vegetasi, air dan tanah dapat diidentifikasi. Menurut DUL-BAHRI (1980) obyek tersebut dapat ditunjukkan dengan kurva multispektral. Kurva multispektral ini menunjukkan hubungan antara rona dengan panjang gelombang. Gambaran mengenai refleksi spektrum didasarkan pada beberapa macam obyek penutup, disajikan dalam Gambar 2. Dari Gambar 2, tampak vegetasi memiliki refleksi tinggi pada panjang gelombang 0,800 μ m - 1,100 μ m, pada panjang gelombang lebih dari 1,200 μ m menurun dan tidak teratur. Tanah lempung memiliki refleksi semakin tinggi pada panjang gelombang semakin besar, sedangkan tanah gambut lebih bersifat menyerap sinar dibanding tanah lempung.

PANTAI dan PERUBAHAN GARIS PANTAI

Dalam pengertian geomorfologi menurut BIRD (1970), pantai yaitu kajian mengenai bentuk-bentuk bentang alam pantai, evolusinya, proses yang bekerja padanya dan perubahan-perubahan yang" sekarang sedang terjadi pada bentuk bentang alam tersebut. Pada umumnya kebanyakan daerah pantai, perubahan alam terjadi lebih cepat dari pada perubahan alam di lingkungan yang lain kecuali di daerah-daerah yang mengalami gempa bumi, daerah banjir dan gunung api. Perubahan-perubahan tersebut disebabkan oleh sifat dinamika proses geomorfologi pantai yang besar seperti : perubahan garis pantai oleh manusia, dinamika sedimen yang mengalami pengendapan di daerah pantai dan abrasi akibat pengangkatan pantai.



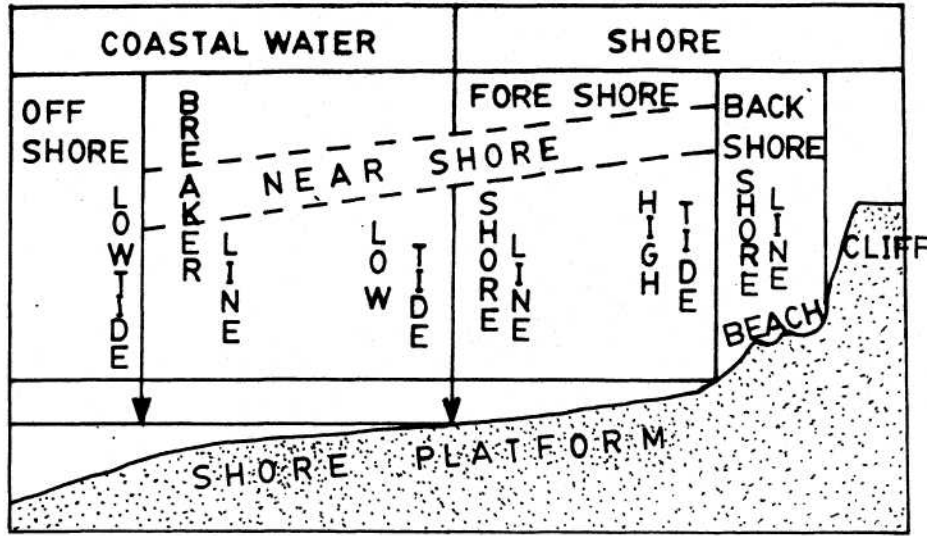
Gambar 2. Refleksi spektrum didasarkan pada macam-macam obyek penutup.

Perubahan garis pantai yang mudah nampak adalah bertambahnya areal tanah akibat sedimentasi. Perubahan-perubahan garis pantai yang sudah terjadi dan baru terjadi dapat diinterpretasi dan dipetakan dari citra Landsat. Penambahan dan pengurangan areal pantai tiap tahun dapat dihitung dan dipantau dari rekaman satelit yang berupa citra. Kenampakan pantai seperti "shore", "fore shore", "back shore", "shore line", "near shore", "off shore", "breaker line" dan "beach" dapat dipantau secara seksama dari hasil rekaman satelit (Gambar 3).

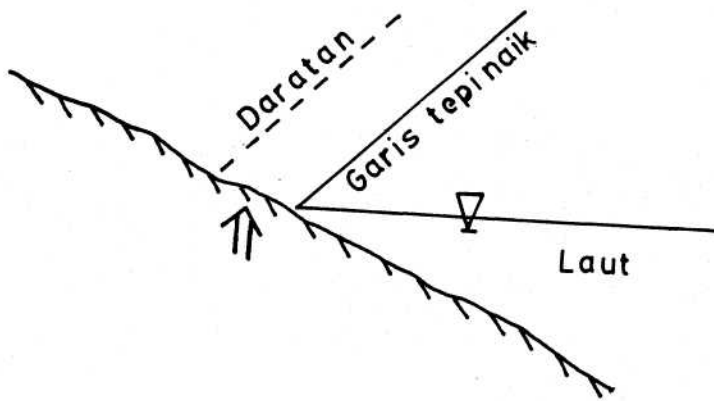
Bertambahnya areal pantai penyebab utamanya adalah proses sedimentasi. Kecepatan sedimentasi daerah pantai tergantung dari banyaknya muara sungai yang ada di pantai. Berkurangnya areal pantai penyebab utamanya arus dan gelombang. Pada

daerah-daerah pantai yang menghadap langsung dengan arah pukulan gelombang dan arus pantai, abrasi berlangsung kuat dibanding pada garis pantai yang sejajar atau searah dengan datangnya gelombang. Menurut BIRD (1970) garis pantai dibedakan menjadi dua, yaitu : garis tepi naik (Gambar 4) dan garis tepi turun (Gambar 5). Garis tepi naik ini mengalami pengangkatan dan biasanya lurus dan datar, disebabkan daratan mengalami pengangkatan, Garis tepi yang mengalami penurunan biasanya memiliki bentuk tidak lurus dan disebabkan daratan mengalami penurunan. Garis tepi naik maupun turun dipengaruhi oleh faktor-faktor gerakan tektonik, gerakan eustatik dan kombinasi gerakan tektonik dan gerakan eustatik.

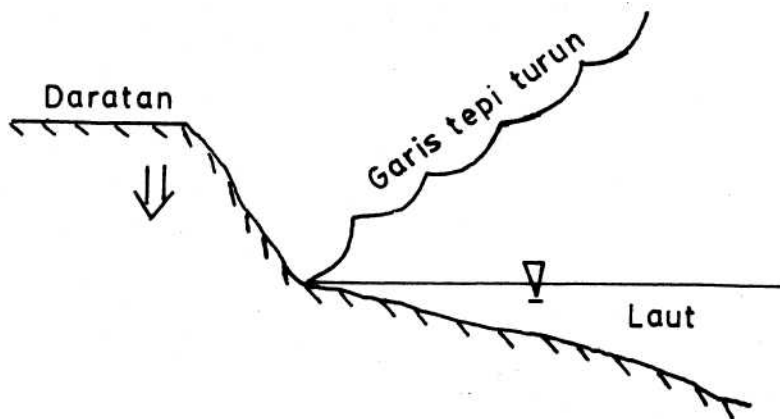
Menurut EFENDI *et al.* (1981) penyebab perubahan garis pantai dipengaruhi



Gambar 3. Kenampakan pantai.



Gambar 4. Garis tepi naik.



Gambar 5. Garis tepi turun.

oleh faktor alami dan manusiawi. Faktor alami terdiri dari : sedimentasi, abrasi, pemadatan sedimen pantai dan kondisi geologi. Faktor manusiawi meliputi : penanggulan pantai, penggalian sedimen pantai, penimbunan pantai, pembabatan tumbuhan pelindung pantai, pembuatan kanal banjir dan pengaturan pola air sungai.

Proses sedimentasi dipengaruhi oleh pasang surut, gelombang dan arus. Arus dan gelombang sepanjang pantai menyebarkan sedimen ke sepanjang pantai pada daerah gelombang dan arus tersebut. Kecepatan bertambahnya daratan atau akresi akibat sedimentasi dipercepat dengan terdapatnya karang-karang dan tumbuhan pantai. Material-material sedimen terhalang oleh karang-karang pantai maupun akar-akar tumbuhan. Hal ini menyebabkan penimbunan sedimen semakin lama semakin menebal dan terbentuklah daratan baru. Abrasi merupakan kebalikan dari sedimentasi, daratan mengalami pengkikisan atau pengurangan akibat aktivitas gelombang, arus dan pasang surut. Pemadatan daratan berakibat permukaan tanah turun dan tergenang oleh air laut dan garis pantai menjadi berubah. Kondisi geologi seperti batuan pantai, morfologi pantai mempengaruhi kecepatan perubahan garis pantai. Batuan pasir dan lumpur keadaan tidak stabil dan mudah terabrasi juga mudah terangkut ke pantai. Morfologi dasar perairan pantai landai, dangkal dan gelombang relatif tenang lebih memungkinkan sering terjadi proses sedimentasi.

Pembuatan tanggul pantai dapat membantu kelestarian pantai, meskipun belum dapat dijamin bebas dari pengaruh abrasi. Penggalian sedimen pantai seperti pasir, kerikil, lumpur, batu dan karang dapat mengakibatkan terjadinya abrasi yang lebih dipercepat.

Penimbunan pantai oleh manusia mengakibatkan semakin luas areal pantai dan dapat memperkuat kedudukan pantai terhadap abrasi. Pembabatan tanaman pelindung pantai seperti mangrove akan berakibat terjadinya perubahan garis pantai,

yaitu garis pantai mundur ke daratan. Pembuatan saluran pengaturan pola aliran sungai, maka sedimen pada saluran tersebut banyak diendapkan di daerah pantai dan garis pantai berubah maju ke laut.

KEMAMPUAN CITRA LANDSAT UNTUK PEMANTAUAN PERUBAHAN GARIS PANTAI

Dalam menilai kemampuan citra Landsat mengenai penggunaan untuk pemantauan perubahan garis pantai ada lima kriteria sebagai berikut :

1. Sangat mudah, apabila pada citra Landsat perubahan-perubahan garis pantai yang ada dapat dikenali dan diidentifikasi.
2. Mudah, apabila pada citra Landsat perubahan-perubahan garis pantai dapat dikenali dan dicirikan dengan sedikit analisis, tanpa memerlukan data di luar citra Landsat.
3. Sedang, apabila kenampakan kurang jelas, tapi dapat dikenali dan dicirikan dengan menganalisis kenampakan yang ada pada citra Landsat secara deduksi.
4. Agak sulit, apabila kenampakan kurang jelas untuk dibebaskan tetapi dengan data dari luar citra Landsat masih dapat dikenali.
5. Sulit, apabila perubahan-perubahan garis pantai pada citra Landsat tidak dapat dikenali atau tidak dapat dibedakan dengan obyek disekitarnya.

Dalam pemantauan perubahan garis pantai yang penting ketepatan interpretasi obyek-obyek perubahan garis pantai dan ketepatan pemetaannya. Contoh interpretasi citra Landsat untuk beberapa obyek pantai disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Pemantauan perubahan garis pantai yang efektif yaitu dapat mencakup daerah luas dan bersamaan waktunya yang tepat adalah penggunaan citra Landsat berbagai variasi band. Seperti garis pantai di seluruh Pulau Jawa cukup diperlukan hanya enam lembar

Tabel 1. Kemampuan citra Landsat hitam-putih band 7 skala 1 : 250.000 untuk interpretasi obyek-obyek pantai.

Obyek	Kemudahan	Keterangan
laut	mudah	rona sangat gelap
daratan	mudah	rona kontras dengan laut sehingga garis pantai mudah dipetakan
endapan	sedang	rona agak terang dibanding daratan
sungai	mudah	rona agak gelap, obyek memanjang jelas dan biasanya berbelok-belok
bukit pasir	agak sulit	kekontrasan rona dipengaruhi oleh air laut sehingga sebagian bukit pasir berwarna gelap

Tabel 2. Kemampuan citra Landsat komposit berwarna skala 1 : 250.000 untuk interpretasi obyek-obyek pantai.

Obyek	Kemudahan	Keterangan
laut	sangat mudah	rona biru gelap
daratan	mudah	rona putih sampai biru terang sehingga mudah dibedakan dengan laut, garis pantai mudah dipetakan.
endapan	mudah	rona putih sampai biru terang, hampir sama dengan daratan, hanya saja endapan dapat dilihat dimana letaknya
sungai	mudah	rona biru, bentuk memanjang berkelok-kelok
bukit pasir	sedang	rona putih sampai kuning dan letaknya di dekat pantai

citra Landsat saja. Citra Landsat ini dapat diperoleh setiap 9 hari di NASA Amerika, atau dapat pesan di LAPAN dan dapat juga pesan di negara tetangga seperti Australia yang memiliki stasiun penerima satelit Landsat. Dengan menggunakan metode penelitian secara bertingkat dan metode analisis multispektral sangat bermanfaat untuk pemantauan daerah pantai yang luas, ditinjau dari efisien waktu, biaya dan tenaga yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- BIRD, E.C.F. 1970. *Coast, and introduction to systematic geomorphology*. Vol. 4. Cambridge, London : 248 pp.
- DAVIES, K.L. 1980. *Geographical variation in coastal development* Lowe & Brydone Printers Limited, Thetford, Norfolk, 212 pp.

- DULBAHRI 1980. *Landsat applied to sea water pollution mapping*. Departement of Geography Universiti Kebangsaan Malaysia, 46 pp.
- EFENDI, L., A. SUWARDI, dan O.S.R. ONGKOSONGO 1981. *Keadaan lingkungan fisik delta baru cimanuk, Jawa Barat*. Lembaga Oseanologi Nasional, Jakarta, 92 hal.
- HERMANTO, B. 1982. *Penggunaan foto udara pankromatik untuk menentukan parameter morfometri daerah aliran sungai Krasak, Magelang, Jawa Tengah*. Skripsi Sarjana Geografi UGM, Yogyakarta, 79 hal.
- HERMANTO, B. 1985. *Peranan satelit Landsat untuk penyelidikan kelautan*. Lonawarta IX (1) : 38-45.
- HERMANTO, B. dan A. SUWARTANA 1986. *Perubahan garis pantai pulau Ambon dari tahun 1892 - 1982*. Oseanologi di Indonesia No. 21 : 21 — 36.
- LUBIS, S. 1985. *Laporan studi proses pantai dan pengangkutan endapan di sepanjang pantai barat Sulawesi Selatan*. Pusat dan Pengembangan Geologi Laut, Bandung, 114 hal.
- SOBUR, A.A.S. 1982. *Kondisi geomorfologi lingkungan dan dinamik di daerah pantai implikasinya terhadap pengelolaan lingkungan fisik daerah pantai*. Studi kasus di dataran pantai Selatan Jawa Tengah antara pegunungan Karang Bolong hingga pelabuhan Cilacap. disertasi Doktor UGM, Yogyakarta : 246 hal.
- SUTANTO 1978. *Dasar-dasar interpretasi foto udara*. Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta, 50 hal.
- SUTANTO 1979. *Pengetahuan dasar interpretasi citra*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 76 hal.