

# ANALISIS HUBUNGAN PENUTUP/PENGGUNAAN LAHAN DENGAN *TOTAL SUSPENDED MATTER* (TSM) KAWASAN PERAIRAN SEGARA ANAKAN MENGGUNAKAN DATA INDERAJA

Ety Parwali, Bambang Trisakti, Ila Carolila, Talik Kartika, Sri Harini dan Katih Dewanti  
Pfneliti Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Tcknologi Penginderaan Jauh, LAPAN

## ABSTRACT

Segara Anakan and its surrounding which is located in Cilacap Regency Central of Java, is the study area for this research. This region, like other estuaries, has a unique ecosystem which is protected and surrounded by the mangrove forest that can cause very dynamic development. In the upland, there are three big rivers flow; Citanduy, Cibeureum, and Cimeneng. The main issue in this region is that the lagoon to become narrowing because of rapid sedimentation process. Landsat MSS, TM, and ETM of the years 1978, 1995, 1998, and 2003 are remote sensing data used in this research. An analysis in term of correlation between landuse/landcover changes and sedimentation was carried out by looking at their changes in the upper land especially along the rivers that have big contribution to the sedimentation in the lagoon. The result shows that there is high relation between landuse/landcover changes in the upper land and sedimentation around the lagoon.

## ABSTRAK

Segara Anakan dan sekitarnya, berada di Kabupaten Cilacap Propinsi Jawa Tengah merupakan daerah kajian yang dipilih.. Wilayah tersebut sebagaimana halnya kawasan pesisir lainnya memiliki ekosistem yang unik, yakni berupa estuari yang terlindungi dan dikelilingi oleh hutan mangrove yang perkembangannya sangat dinamis. Di lahan atas terdapat tiga sungai besar yang bermuara di laguna, yaitu Sungai Citanduy, Cibeureum, dan Cimeneng. Isue utama adalah makin sempitnya laguna yang sangat berkaitan dengan tingginya laju sedimentasi di wilayah tersebut. Data yang digunakan adalah data inderaja Landsat MSS, TM dan ETM perolehan tahun 1978, 1991\* 1995, 1998 dan 2003. Analisis mengenai hubungan antara perubahan penutup/penggunaan lahan dengan sedimentasi dilakukan dengan melihat perubahan penutup/penggunaan lahan di bagian atas, terutama sepanjang ketiga sungai yang mempunyai kontribusi terbesar terhadap laguna dan laju sedimentasi di kawasan itu. Hasil analisis menunjukkan adanya hubungan yang sangat erat antara perubahan penutup/penggunaan lahan di bagian atas dengan sedimentasi di sepanjang laguna.

Kata Kunci: *Ekosistem, Laguna, Mangrove, Sedimentasi, Penggunaan lahan, Landsat*

## 1. PENDAHULUAN

Kawasan perairan merupakan suatu kawasan yang tidak berdiri sendiri. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap kawasan tersebut. Pengaruh terbesar adalah kegiatan yang terjadi di sekitar kawasan perairan. Kegiatan pertanian, pertambangan dan segala aktivitas di sekitar kawasan menyangkut kegiatan domestik dan industri yang

berkaitan dengan pencemaran adalah merupakan faktor-faktor utama yang akan dianalisis untuk dievaluasi kondisinya di lapangan.

Pengalaman di lapangan menunjukkan pengelolaan wilayah pesisir masih bersifat sektoral. Akibatnya seringkali terjadi konflik kepentingan antarsektor yang sulit dipertemukan. Di sisi lain Pemda sebagai pengelola

wilayah tidak/belum memiliki basis data yang lengkap.

Isu utama dari Segara Anakan adalah makin sempitnya laguna, padahal laguna tersebut merupakan andalan berlangsungnya beberapa kegiatan utama di wilayah tersebut, antara lain perikanan, pelayaran, pariwisata dan tentu saja fungsi ekologis yang sangat tinggi.

Hal ini tentu saja menarik perhatian para *stakeholder* baik yang berhubungan secara langsung maupun tidak langsung di kawasan tersebut. Banyak kajian, diskusi dan hal-hal teknis yang dibicarakan menyangkut usaha penyelamatan laguna. Salah satunya adalah kegiatan inventarisasi aspek-aspek fisik wilayah setempat yang nantinya akan digunakan untuk memprediksi ke depan kondisi laguna beberapa tahun mendatang.

Kawasan perairan, seperti halnya laguna Segara Anakan merupakan suatu kawasan yang tidak berdiri sendiri. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap kawasan tersebut. Pengaruh terbesar adalah kegiatan yang terjadi di sekitar kawasan perairan. Sedimentasi yang merupakan salah satu penyebab proses pendangkalan kawasan perairan Segara Anakan terutama dipengaruhi oleh erosi yang terjadi pada daerah aliran sungai di sebelah utara kawasan ini.

Data inderaja yang digunakan adalah data inderaja Landsat perolehan tahun 1978, 1991, 1995, 1998, 2001, 2003 dan 2004. Untuk melengkapi jumlah data dalam membangun model ekstraksi TSM, selain data hasil pengukuran yang dilakukan oleh tim diambil data-data hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Yayasan Mangrove Indonesia dan BPKSA (Badan Pengelola Kawasan Segara Anakan).

Penelitian ini menggunakan algoritma yang sudah baku untuk ekstraksi informasi penutup/penggunaan lahan dan mengembangkan model/algoritma untuk parameter kualitas air yang dianggap signifikan mempengaruhi kondisi perairan, yaitu TSM [*Total*

*Suspended Matter*). Kegiatan survey lapangan dilakukan untuk pengambilan sampel kualitas air dan validasi hasil analisis penutup/penggunaan lahan yang telah dilakukan di laboratorium Pengolahan data. Analisis laboratorium untuk kualitas air dilakukan di laboratorium Lingkungan Universitas Soedirman, Purwokerto. Menanggapi isu penyempitan laguna, fokus analisis untuk prediksi dinamis akan diambil di sekitar laguna-

Parameter-parameter fisik yang diekstrak menggunakan data inderaja, meliputi: Hutan Lahan Basah/mangrove, Tambak, Rawa, Sawah, Lahan Terbuka, Industri, Fasilitas Umum, Permukiman Pedesaan, Permukiman Perkotaan, Ladang/Tegalan, Semak, Belukar, Perkebunan dan Hutan Lahan Kering.

Isu penting kawasan perairan Segara Anakan adalah semakin sempitnya laguna. Salah satu faktor yang dianggap berpengaruh adalah tingginya sedimentasi yang diakibatkan aktivitas di lahan atas. Oleh karena itu kegiatan ini difokuskan pada analisis dinamika kawasan perairan Segara Anakan dengan melihat satu faktor yang dianggap penting, yaitu perubahan penggunaan lahan di bagian atas dikaitkan dengan laju sedimentasi di laguna.

## 2 LAN DAS AN TEORI

### 2.1 Dinamika Kawasan Pesisir

Soegiarto (1976) menyatakan bahwa, definisi wilayah pesisir yang digunakan di Indonesia adalah pertemuan antara darat dan laut; ke arah darat wilayah pesisir meliputi bagian daratan, baik kering maupun terendam air yang masih dipengaruhi sifat-sifat laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air asin; sedangkan ke arah laut wilayah pesisir mencakup bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses-proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air lawar, maupun yang disebabkan oleh kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran.

Dahuri (1996) menyatakan bahwa, permasalahan pesisir menjadi pelik dengan adanya konflik kepentingan antara konservasi pembangunan ekonomi, terutama yang menyangkut konversi ekosistem alamiah (mangrove, terumbu karang, dsb) menjadi lahan pertanian dan perikanan, permukiman, kawasan industri dan peruntukan lainnya. Hal yang terjadi adalah masing-masing berkeras untuk memperjuangkan kepentingannya masing-masing. Solusi yang mungkin adalah adanya suatu perencanaan pengelolaan secara terpadu. Tujuan utama pengelolaan wilayah pesisir secara terpadu adalah untuk mengkoordinasikan berbagai kegiatan (sektor) pembangunan guna mencapai keuntungan sosial ekonomi secara optimal dan berjangka panjang, termasuk resolusi konflik pemanfaatan sumber daya pesisir.

Pendekatan terpadu dan multi-sektor dirancang untuk mangharmoniskan dan memandu perencanaan serta pengelolaan dari berbagai aktivitas sektor pembangunan. Yang dimaksud dengan sektor pembangunan adalah kegiatan yang menyangkut pertanian, kehutanan, perikanan, energi, transportasi, industri dan perumahan.

Data dan informasi yang memadai dibutuhkan semua pihak untuk merancang kegiatan yang baik, yang didukung oleh pertimbangan ekonomi dan dampak lingkungan yang akurat, sehingga konflik perencanaan kegiatan dapat dihindari. Data ini dapat diklasifikasikan ke dalam tiga bagian, yaitu a/ Data fisik, b/ Data sosial ekonomi dan c/ PUIhan kebijakan management dari Pemda dan Pemerintah Pusat untuk suatu kawasan pesisir.

## 2.2 Aplikasi Data Inderaja

Menurut JARS (1993), inderaja adalah ilmu dan teknologi yang digunakan untuk mengetahui informasi tentang obyek dengan jalan mengidentifikasi, mengukur dan raenganalisis karakteristik tanpa kontak langsung. Informasi tentang obyek, daerah dan fenomena yang diteliti didapatkan dari

analisis data yang dikumpulkan oleh sensor dari jarak jauh. Sensor ini memperoleh data tentang kenampakan di muka bumi melalui energi elektromagnetik yang dipancarkan dan dipantulkan obyek. Berdasarkan produknya, sensor dibedakan menjadi dua kategori, yaitu sensor pasif dan sensor aktif. Sensor pasif menggunakan sumber energi matahari dan disebut sebagai indera sistem pasif, sedangkan sensor aktif menggunakan sumber energi buatan yang dihasilkan sensor itu sendiri dan disebut sebagai indera sistem aktif, seperti RADAR (*Radio Detecting and Ranging*).

Sebelum lahirnya teknologi indera dan Sistem Informasi Geografi (SIG), inventarisasi dan pemetaan tentang sumber daya alam dilakukan dengan pengukuran langsung di permukaan bumi. Teknik semacam ini tidak memungkinkan untuk memetakan permukaan bumi dengan cepat. Inderaja adalah ilmu pengetahuan dan teknologi perolehan data, pengolahan dan analisis data untuk mengetahui karakteristik suatu obyek tanpa menyentuh obyek itu sendiri. Saat ini data indera menggunakan satelit yang mengorbit bumi.

Infonnasi yang dapat dikumpulkan dengan teknologi indera, adalah Penutup/penggunaan lahan (mangrove, tambak, sawah, permukiman, hutan, perkebunan, kawasan industri, kualitas air (kekeruhan, suhu permukaan laut, klorofil, scdimentasi).

Sensor Landsat TM (*Thematic Mapper*) mempunyai resolusi spasial 30 X 30 m dan memiliki 7 kanal, yaitu 3 kanal pada spektrum sinar tampak, 1 kanal pada daerah infra merah dekat, 2 kanal pada daerah inframerah tengah dan 1 kanal pada inframerah thermal. Masing-masing kanal mempunyai kekhususan dalam memantau dan menerangkan setiap fenomena alam.

TSM adalah materi padat seperti pasir, lumpur, tanah maupun logam berat yang tersuspensi di daerah perairan. TSM dapat dideteksi dengan

menggunakan kanal 2 dari citra Landsat-TM. Alasan penggunaan kanal 2 karena kisaran panjang gelombang 0,52-0,56 M<sup>m</sup> lebih sensitif dalam mende teksi TSM (Robinson 1986, Tassan 1993, dan Gitelson 1993).

Hasyim (1997) dan Lemigas (1996) menunjukkan bahwa kanal-kanal spektral yang mempunyai hubungan yang erat dengan parameter fisika dan kimia adalah kanal 1, 2, 3 dan 4. Selanjutnya (Parwati, 2001) dengan menggunakan data lapang hasil survei kualitas air yang dilakukan oleh Yayasan Mangrove (1997) dan Tim SACDP (1999) serta pemanfaatan kanal-kanal spektral yang berkaitan, diperoleh algoritma untuk TSM, yaitu  $Y = 14.2476621 + 1.13685022 B_1 + 3.1031453 B_2 + 0.933682272 B_3$ .

Selain itu pembuatan model TSM dapat dilakukan dengan menghubungkan antara nilai prediksi TSM yang diturunkan dari data citra dengan nilai aktual TSM yang diperoleh dari survey lapangan. Penurunan nilai prediksi TSM dilakukan dengan mencoba beberapa model rasio band (rasio band visibel, rasio band visibel dan NIR (Matthews et al., 2001)) dan model yang telah dilaporkan oleh beberapa peneliti sebelumnya (Budhiman, 2004, Woerd dan Pasterkamp, 2004).

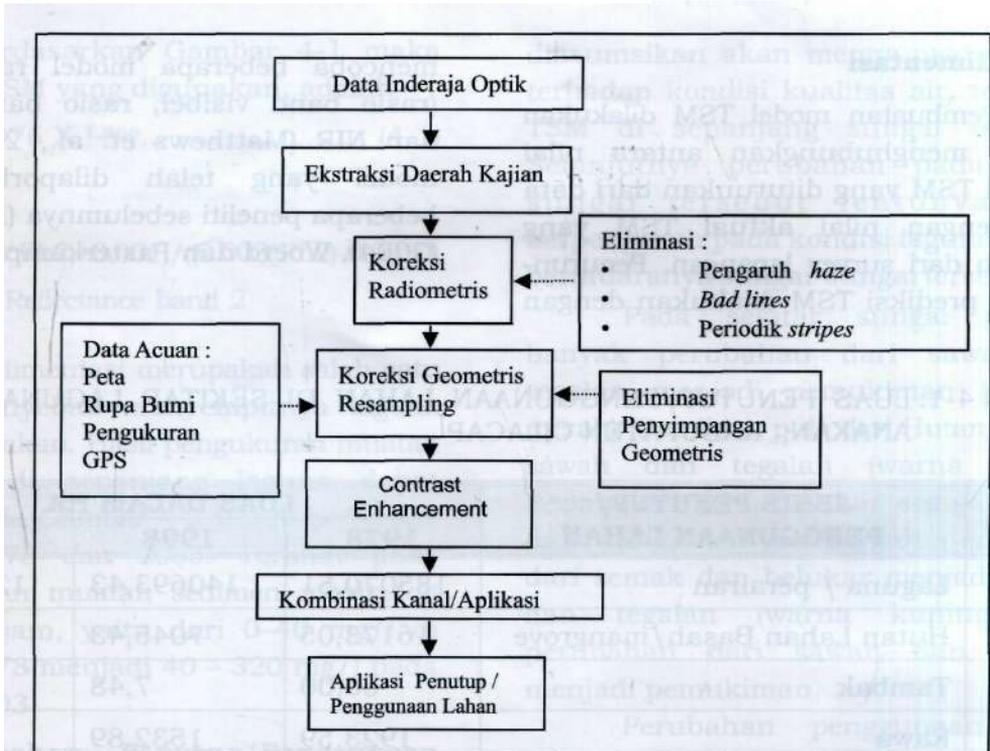
Terdapat dua pendekatan dasar klasifikasi citra multikanal dalam berbagai bidang terapan penginderaan jauh, yaitu klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dan klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*) (Lillesand dan Kiefer 1990). Dengan melakukan proses klasifikasi data-data yang diperoleh dikelompokkan sesuai dengan nilai spektral yang sama atau berdekatan. Berbagai penutup lahan dengan sendirinya akan mengelompok sesuai dengan nilai spektral yang dimilikinya.

### 3 METODOLOGI PENELITIAN

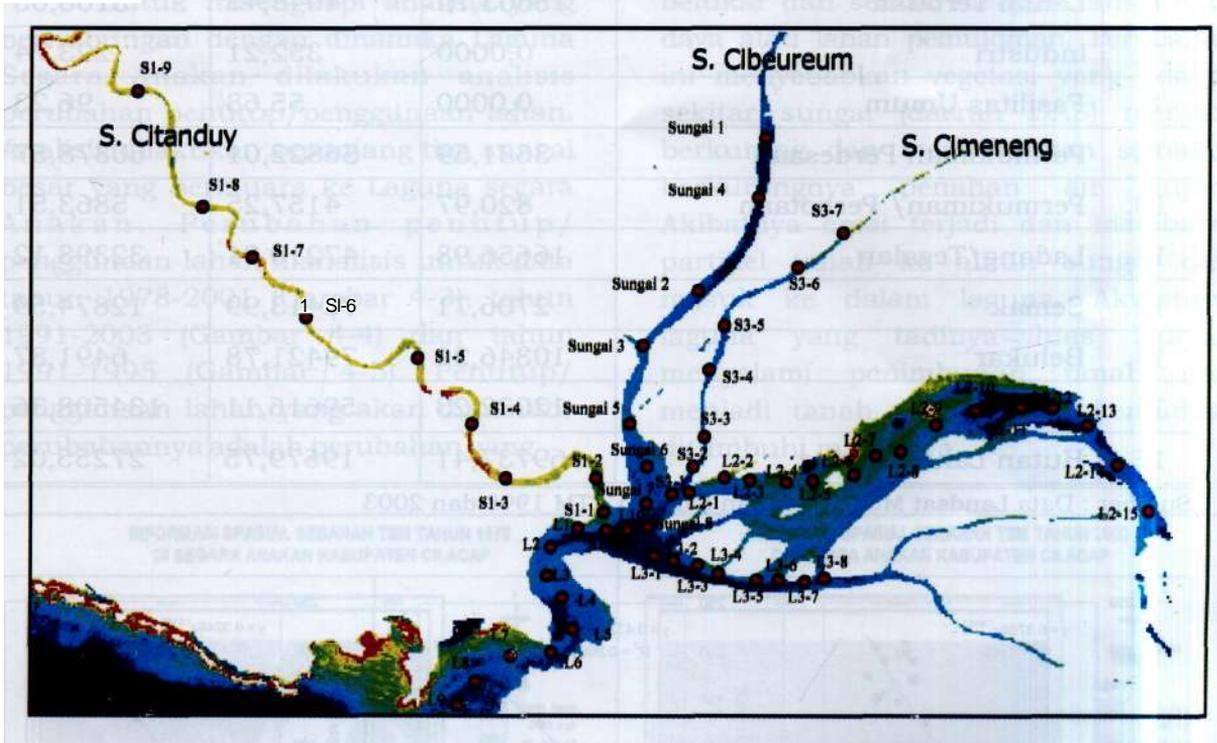
Lokasi kegiatan ini adalah kawasan estuari Segara Anakan yang memiliki luas sekitar 45.340 Ha, terletak di Kabupaten Cilacap, Propinsi Jawa Tengah. Secara geograis terletak pada koordinat 7° 30' - 7° 35' LS dan 108° 53' - 109° 3' BT. Segara Anakan terlindung oleh pulau karang Nusakambangan, yang memisahkan dari Samudera Indonesia. Meskipun demikian, Segara Anakan tetap terhubung dengan Samudera Indonesia melalui dua kanal, yaitu kanal timur dan kanal barat. Kedua kanal ini menyebabkan Segara Anakan tetap terpengaruh oleh gerakan pasang surut Samudera Indonesia. Kanal timur berupa celah sempit, panjang dan dangkal. Sedangkan kanal barat berukuran lebih dalam dan lebar, sehingga kanal barat lebih berperan dalam interaksi pasang surut air laut.

Data yang digunakan dalam kegiatan ini adalah data inderaja Landsat dan data pendukung lainnya seperti Peta Rupa Bumi Skala 1:25.00, ditambah dengan data hasil survey lapangan. Diagram alir pengolahan data inderaja untuk ekstraksi informasi penutup/penggunaan lahan dapat dilihat pada Gambar 3-1.

Model penduga parameter TSM membutuhkan data-data hasil pengukuran di lapangan, yang dikorelasikan dengan nilai *Digital Number* (DN) atau reflektansi dari data citra. Waktu pengukuran disesuaikan dengan tanggal akuisisi data Landsat, yaitu tanggal 18 September 2004. Tim dibagi ke dalam dua kelompok, dengan fokus masing-masing, adalah (1) tiga sungai yang dianggap berpengaruh pada kondisi laguna dan (2) di kawasan laguna itu sendiri. Gambar 3-2 menunjukkan sebaran titik-titik pengamatan untuk pengukuran kualitas air.



Gambar 3-1: Diagram alir proses pengolahan data



Gambax 3-2: Lokasi pengambilan sampel kualitas air, TSM

## 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Penutup/Penggunaan Lahan

Hasil klasifikasi data inderaja untuk perolehan tahun 1978 dan tahun 2003\menghasilkan 15 kelas penutup/penggunaan lahan. Banyaknya kelas penutup/penggunaan lahan disesuaikan

dengan kemampuan data inderaja yang berkaitan dengan resolusi spasialnya, 30 X 30 m, untuk setiap pixel pengamatan. Luas masing-masing kelas penutup/penggunaan lahan dapat dilihat padaTabel4-1.

4.2 Sedimentasi

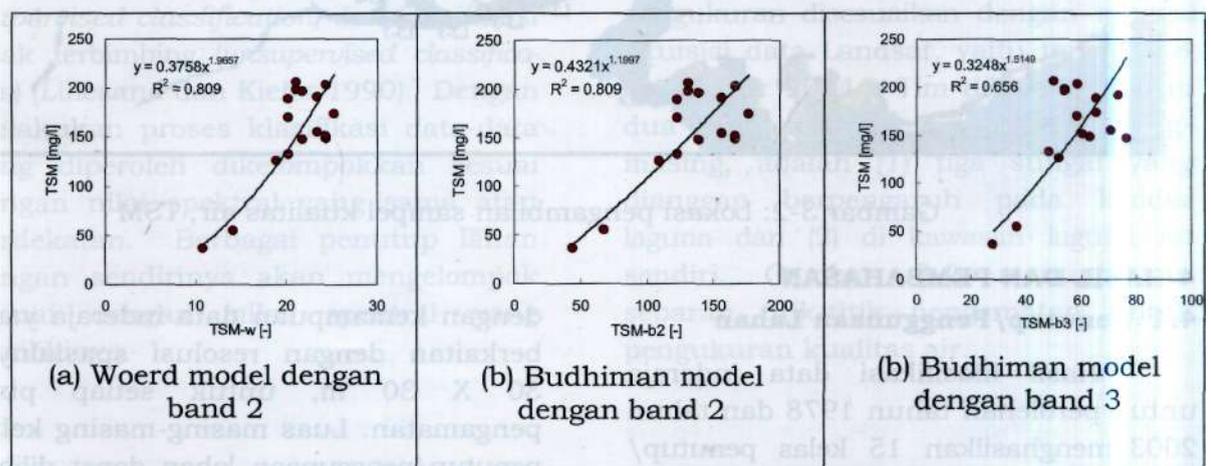
Pembuatan model TSM dilakukan dengan menghubungkan antara nilai prediksi TSM yang diturunkan dari data citra dengan nilai aktual TSM yang diperoleh dari survey lapangan. Penurunan nilai prediksi TSM dilakukan dengan

mencoba beberapa model rasio band (rasio band visibel, rasio band visibel dan NIR (Matthews et. al., 2001)) dan model yang telah dilaporkan oleh beberapa peneliti sebelumnya (Budhiman (2004), Woerd dan Pasterkamp (2004)).

Tabel 4-1: LUAS PENUTUP/PENGGUNAAN LAHAN DI SEKITAR LAGUNA SEGARA ANAKAN, KABUPATEN CILACAP

NO.	JENIS PENUTUP/ PENGGUNAAN LAHAN	LUAS DALAM HA		
		1978	1998	2003
1.	Laguna / perairan	185070,51	140693,43	123552,95
2.	Hutan Lahan Basah/mangrove	16173,05	7045,43	9166,83
3.	Tambak	50,00	7,48	75,00
4.	Rawa	1923,59	1532,89	1724,54
5.	Sawah	106296,67	120096,88	107117,16
6.	Lahan Terbuka	15603,79	4048,43	3108,65
7.	Industri	0,0000	352,21	223,74
8.	Fasilitas Umum	0,0000	55,68	96,23
9.	Permukiman Perdesaan	3631,59	56822,01	60878,57
10.	Permukiman/ Perkotaan	820,97	4157,25	5863,51
11.	Ladang/Tegalan	16656,98	47210,01	32398,12
12.	Semak	2706,71	75413,99	12874,59
13.	Belukar	10846,21	79421,78	6491,87
14.	Perkebunan	12032,23	59616,11	134508,36
15.	Hutan Lahan Kering	69737,41	19579,75	27255,02

Sumber : Data Landsat MSS 1978, dan Landsat ETM 1998 dan 2003



Gambar 4-1: Memperllihatkan korelasi menggunakan model Woerd dan Budhiman

Berdasarkan Gambar 4-1 maka formula TSM yang digunakan, adalah  
 $TSM = 0.376 X^{1.966}$ .....(4-1)  
 dengan

$X = ((-0.53 * Rb2) + 0.001) / ((0.003 * Rb2) - 0.0059)$   
 Rb adalah Reflectance band 2

Sedimentasi merupakan salah satu faktor penyebab menyempitnya laguna Segara Anakan. Hasil pengukuran fnuatan sedimen di sepanjang laguna dapat dilihat pada Gambar 4-2 untuk perolehan tahun 1978 dan 2003. Terlihat pada peningkatan muatan sedimen meningkat sangat tajam, yaitu dari 0-40 mg/1 di tahun 1978 menjadi 40 - 320 mg/1 pada tahun 2003.

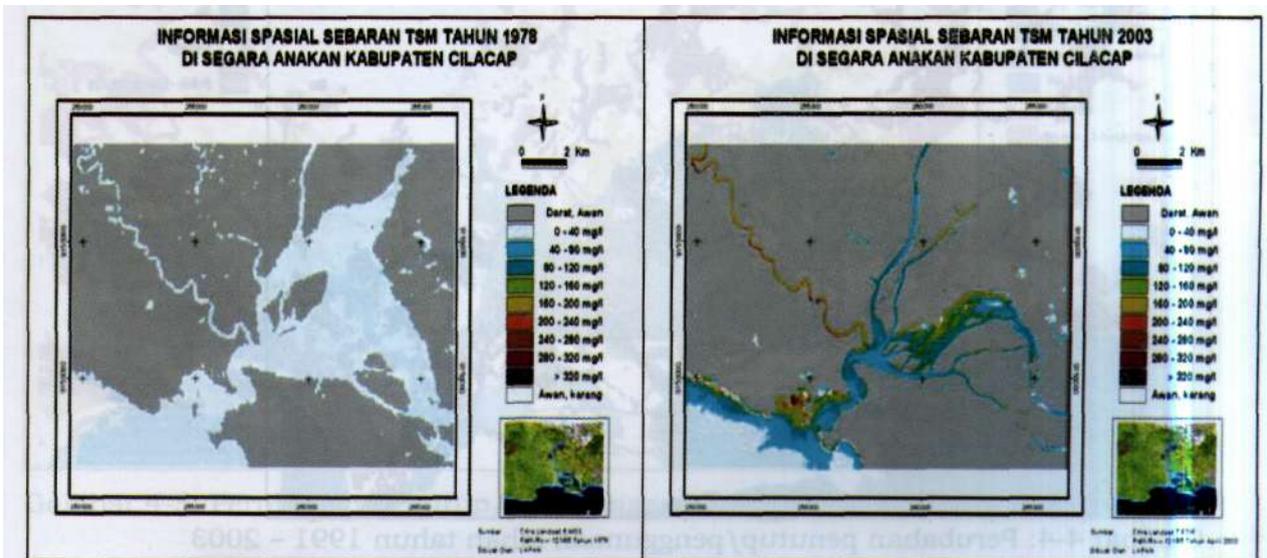
**4.3 Perubahan Penutup/Penggunaan Lahan di Sekitar Laguna**

Untuk melengkapi analisis yang berhubungan dengan dinamika Laguna Segara Anakan dilakukan analisis perubahan penutup/penggunaan lahan. Analisis dilakukan sepanjang tiga sungai besar yang bermuara ke Laguna segara Anakan. Perubahan penutup/penggunaan lahan dianalisis untuk data tahun 1978-2001 (Gambar 4-3), tahun 1991-2003 (Gambar 4-4) dan tahun 1991-1995 (Gambar 4-5). Penutup/penggunaan lahan yang akan dimonitor perubahannya adalah perubahan yang

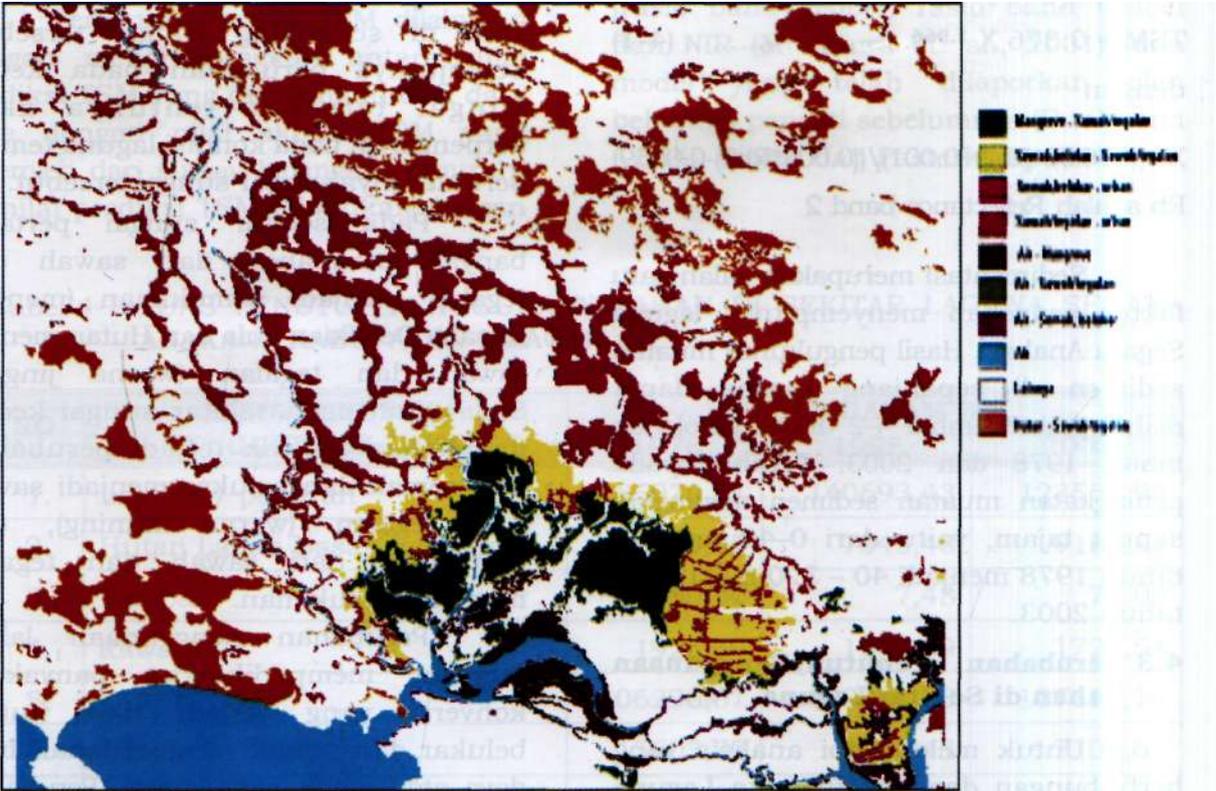
diasumsikan akan mempunyai dampak terhadap kondisi kualitas air, terutama TSM di sepanjang sungai tersebut. Selanjutnya perubahan pada ketiga sungai tersebut tentunya akan berpengaruh pada kondisi laguna tempat bermuaranya sungai-sungai tersebut.

Pada sekitar sungai pertama banyak perubahan dari sawah dan tegalan menjadi pemukiman (menjadi merah). Demikian pula dari Hutan menjadi sawah dan tegalan (warna jingga). Sedangkan pada sekitar sungai kedua dan ketiga banyak terjadi perubahan dari semak dan belukar menjadi sawah dan tegalan (warna kuning), dan perubahan dari sawah dan tegalan menjadi pemukiman.

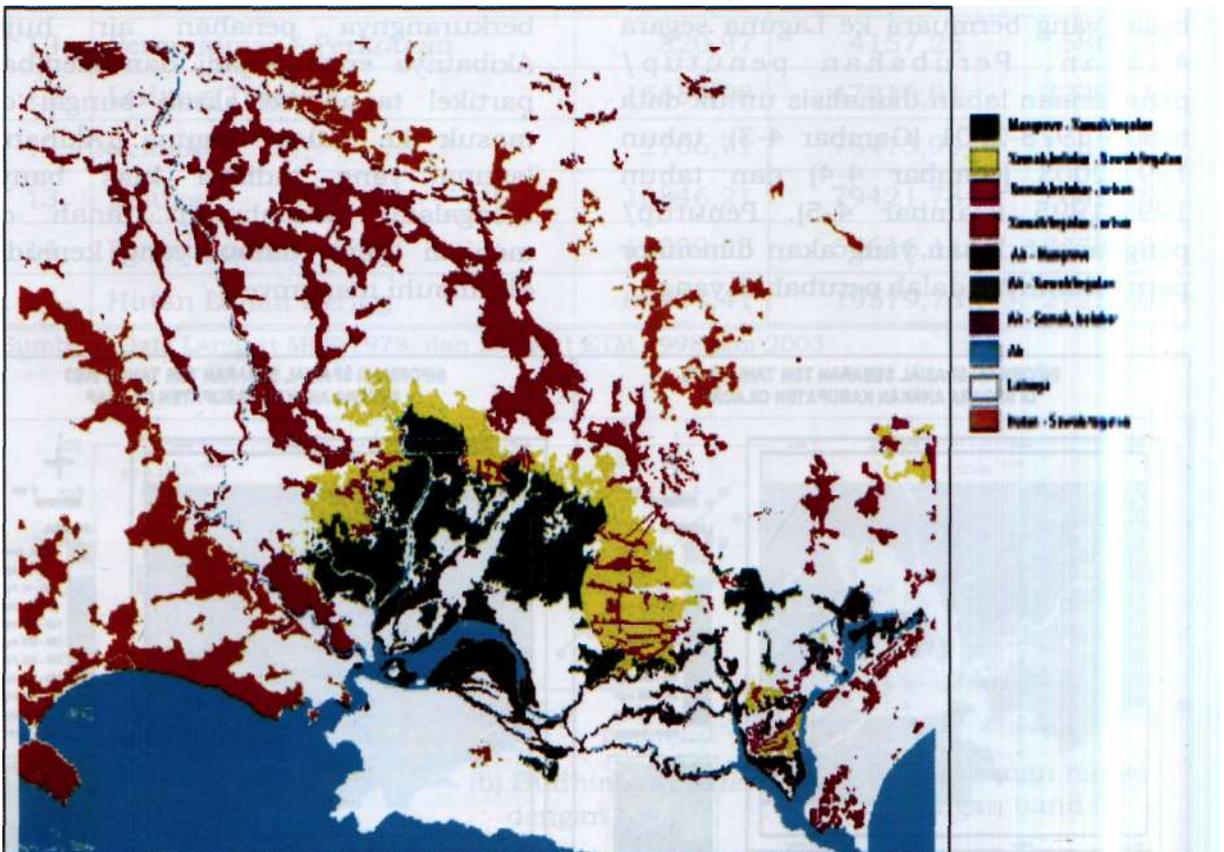
Perubahan penggunaan lahan tersebut memperlihatkan banyaknya konversi yang terjadi dari hutan, belukar dan semak menjadi lahan budi daya atau lahan pemukiman. Perubahan ini menyebabkan vegetasi yang ada di sekitar sungai (daerah DAS) menjadi berkurang dan menyebabkan semakin berkurangnya penahan air hujan. Akibatnya erosi terjadi dan membawa partikel tanah ke aliran sungai dan masuk ke dalam laguna. Akibatnya laguna yang tadinya luas banyak mengalami penimbunan tanah dan menjadi tanah timbul yang kemudian ditumbuhi mangrove.



Gambar 4-2: Sebaran sedimentasi di laguna Segara Anakan



Gambar 4-3: Perubahan penutup/penggunaan lahan tahun 1978 - 2001



Gambar 4-4: Perubahan penutup/penggunaan lahan tahun 1991 - 2003

Seperti halnya perubahan lahan dari tahun 1978 ke tahun 2001, perubahan lahan dari tahun 1991 ke tahun 2003 juga memperlihatkan pola perubahan yang sama. Umumnya perubahan yang terjadi adalah perubahan dari lahan vegetasi (hutan, semak dan belukar) menjadi lahan budi daya (sawah, tegalan) dan pemukiman. Namun pola yang mirip ini menunjukkan tidak banyak perubahan dari tahun 2001 menjadi 2003.

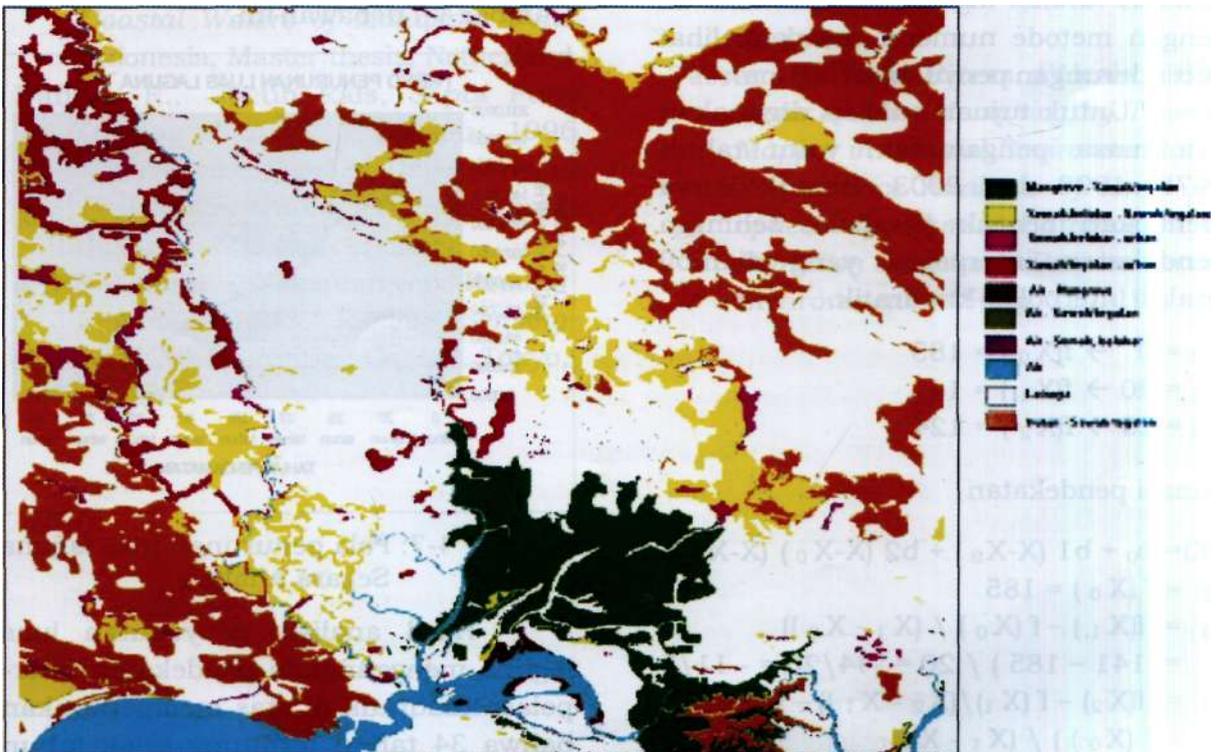
Perubahan penggunaan lahan dari tahun 1991 ke tahun 1995 memperlihatkan banyaknya terjadi perubahan dari hutan menjadi sawah dan tegalan, terutama pada sekitar sungai pertama. Sekitar laguna, terjadi perubahan dari badan air menjadi mangrove. Namun untuk jangka waktu yang 4 tahun perubahan menjadi tanah timbul yang ditumbuhi mangrove ini tidak sebanyak perubahan dari tahun selama 13 tahun dari tahun 1978 ke tahun 2001 seperti pada gambar sebelumnya. Pada sekitar

sungai pertama yang paling banyak terjadi perubahan dari Hutan menjadi sawah dan tegalan. Dibandingkan dengan jangka waktu selama 15 tahun dari 1978 dan 2003, perubahan dari hutan menjadi sawah dan tegalan lebih banyak terjadi. Sedangkan pada sekitar sungai kedua dan ke tiga yang paling banyak terjadi adalah perubahan dari mangrove menjadi sawah dan tegalan.

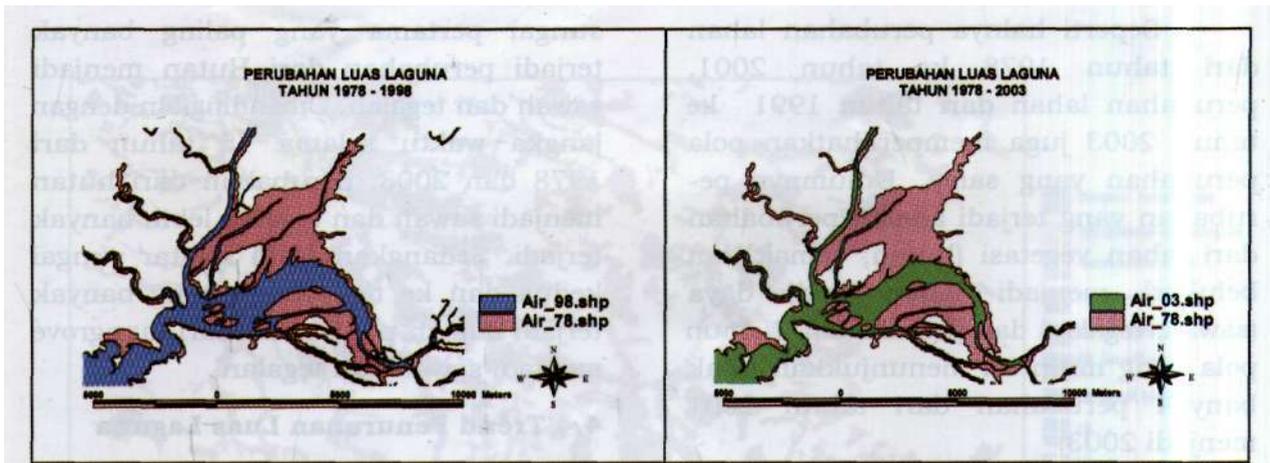
#### 4.4 Trend Penurunan Luas Laguna

Luas laguna Segara Anakan mengalami penurunan dari tahun ke tahun (Tabel 4-1). Selain itu seperti telah dikemukakan di atas, hasil pengamatan sebaran TSM di wilayah pengamatan mengalami kenaikan yang signifikan. Dengan asumsi tidak ada kegiatan atau peristiwa ekstrim yang berlangsung di sekitar laguna dicoba untuk memperkirakan laju penurunan luas laguna.

Gambar 4-6 menunjukkan pergeseran laguna secara visual dari tanggal-tanggal pengamatan yang berbeda.



Gambar 4-5: Perubahan penutup/penggunaan lahan tahun 1991 - 1995



Gambar 4-6: Perubahan luas dan pola penyusutan laguna Segara Anakan

Pertanyaan berikutnya adalah bagaimana kondisi laguna? adakah kemungkinan kita akan kehilangan laguna tersebut? Dengan asumsi tidak ada kegiatan atau peristiwa ekstrim yang berlangsung di sekitar laguna dicoba untuk memperkirakan laju penurunan luas laguna. Kegiatan ekstrim di sini adalah kegiatan lain yang tidak ditemukan pada aktivitas selama periode pengamatan, yaitu tahun 1978 sampai tahun 2003. Dengan hanya melihat perubahan luas laguna, tanpa memperhatikan arah, digunakan pendekatan dengan metode numerik untuk melihat kecenderungan penyusutan laguna.

Untuk tujuan analisis digunakan tiga masa pengamatan, yaitu tahun 1978, 1998 dan 2003. Bentuk kurva mendekati bentuk parabola, sehingga pendekatan interpolasi yang diambil adalah interpolasi kuadratik.

$$X_0 = 0 \quad * \quad f(X_0) = 185$$

$$X_1 = 20 \quad * \quad f(X_1) = 141$$

$$X_2 = 25 \quad * \quad f(X_2) = 124$$

Fungsi pendekatan

$$f(X) = b_0 + b_1 (X - X_0) + b_2 (X - X_0)(X - X_1)$$

$$b_0 = f(X_0) = 185$$

$$b_1 = \frac{f(X_1) - f(X_0)}{X_1 - X_0}$$

$$= \frac{141 - 185}{20} = -\frac{44}{20} = -\frac{11}{5}$$

$$b_2 = \frac{f(X_2) - f(X_1)}{X_2 - X_1} - \frac{f(X_1) - f(X_0)}{X_1 - X_0}$$

$$= \frac{124 - 141}{5} - \frac{141 - 185}{20} = \frac{-17.5}{5} - \frac{-44}{20} = -\frac{28.5}{125}$$

$$f(X) = 185 - \frac{11}{5}X - \frac{28.5}{125}X(X - 20)$$

$$= -\frac{28.5}{125}X^2 + \frac{59}{25}X + 185$$

Pertanyaannya adalah kapan X menuju 0 ???

$$XI, 2 = \frac{-(-59/25) \pm \sqrt{(-59/25)^2 + 4 \cdot 28.5/125}}{2 \cdot (-28.5/125)}$$

$$= \frac{5 \cdot (-59) \pm 125 \sqrt{(59/25)^2 + 4 \cdot 28.5/125}}{2 \cdot (-28.5) \cdot 125}$$

$$= \frac{295 \pm 125 \sqrt{5.6 + 168.7/57}}{2 \cdot (-28.5) \cdot 125}$$

$$= \frac{295 \pm 125 \sqrt{174.3/57}}{2 \cdot (-28.5) \cdot 125}$$

$$= \frac{295 \pm 125 \cdot 13.2/57}{2 \cdot (-28.5) \cdot 125}$$

$$= \frac{295 \pm 1650/57}{2 \cdot (-28.5) \cdot 125}$$

$$= 34,2$$

Trend penyusutan luas laguna Segara Anakan ditunjukkan pada Gambar 4-7 di bawah ini.



Gambar 4-7: Pola penurunan luas lagun; Segara Anakan

Hasil analisis penyusutan luas laguna menggunakan pendekatan interpolasi kuadratik di atas memperkirakan bahwa 34 tahun terhitung sejak tahun 1978 Laguna Segara Anakan luasnya akan mendekati 0, yang berarti bahwa Laguna Segara Anakan hanya tinggal kenangan mulai tahun 2112.

## 5 KESIMPOLAN

Hasil analisis perubahan luas penutup/penggunaan lahan menggunakan data inderaja dengan tanggal perolehan yang berbeda dapat menggambarkan dinamika kondisi perairan Segara Anakan. Perubahan yang terjadi dalam rentang waktu 25 tahun, yaitu dari tahun 1978 sampai dengan tahun 2003 dapat digunakan untuk memprediksi kondisi yang akan terjadi beberapa tahun mendatang.

Kegiatan ini hanya menggunakan satu parameter utama, yaitu informasi/parameter fisik kawasan Segara Anakan dan sekitarnya yang diekstrak dari data inderaja Landsat. Hasilnya merupakan output awal bagi para pengambil kebijakan yang masih perlu diintegrasikan dengan data-data pendukung lainnya, sehingga hasil analisis selanjutnya lebih menjawab permasalahan yang ada.

## DAFTAR RUJUKAN

- Budhiman S., 2004. *Mapping TSM Concentrations from Multisensor Satellite Images in Turbid Tropical Coastal Waters of Mahakam Delta-Indonesia*, Master thesis, Netherland.
- Dahuri. R., Jacub Rais, Sapta Putra Ginting dan M. J. Sitepu. 1996. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta, 305 hal.
- JARS (Japan Association on Remote Sensing). 1993. *Remote Sensing Note*. Ninon Printing Co. Ltd. Tokyo, Japan.
- Hasyim, Bidawi, 1997. *Optimasi Penggunaan Data Inderaja dan SIC untuk Pengawasan Kualitas Lingkungan Pantai Akibat Limbah Industri*. DRN, Kantor Menristek. Jakarta.
- Lemigas, 1997. *Evaluasi Penginderaan Jauh untuk Studi Dasar Lingkungan Wilayah Kerja Unocal Company*, Kalimantan Timur. Jakarta.
- Lillesand, T. M. dan R. W. Kiefer, 1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra* Diterjemahkan oleh Dulbahri, P. Suharsono, Hartono dan Suharyadi. Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 725 hal.
- Parwati, Ety, 2001. *Analisis Inderaja dalam Evaluasi Kualitas Lingkungan (Studi Kasus Perairan Segara Anakan, CUacap)*. Tesis : Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana, Jakarta
- PKSPL, 1997. *Rancangan Rencana Manorem Plan Kawasan Segara Anakan*. Kerjasama Direktorat Jenderal Pembangunan Daerah Deparlemen Dalam Negeri dengan Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Laut, Fakultas Perikanan-Institut Pertanian Bogor.
- Tassan, S., and Ribera d'Alcala, 1993. *Water Quality Monitoring by Thematic Mapper in Coastal Environmental: A Performance Analysis of Local Bio-optical Algorithm and Atmospheric Correction Procedures Remote Sensing Environment*. 45, pp. 117-191.