

Dosen:  
Prof. Dr. Ir. Rudy C. Tarumingkeng (Penanggung Jawab)  
Prof. Dr. Zahrial Coto  
Dr. Ir. Hardjanto, MS

## **INVENTARISASI DAN PREDIKSI DINAMIKA KAWASAN PESISIR SEGARA ANAKAN MENGUNAKAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH**

Oleh:

**Ety Parwati**  
**C261040111**

E-mail: [ety\\_parwati@yahoo.com](mailto:ety_parwati@yahoo.com)

### **1. 1. PENDAHULUAN**

Segara Anakan merupakan salah satu laboratorium alam bagi para peneliti dalam dan luar negeri dari aneka disiplin ilmu, antara lain biologi, geologi, fisika, sosial, ekonomi, budaya dan hukum. Artinya laguna Segara Anakan merupakan laguna yang sangat kaya akan manfaat. Ditinjau dari fungsi sosial ekonomi, ekosistem mangrove di wilayah ini menyangkut siklus kehidupan ikan, udang, kepiting dan fauna lainnya, seperti burung dan aneka reptile. Laguna ini merupakan tempat berkembang biak dan tempat membesar atau berkembangnya anak-anak satwa laut itu sebelum kemudian keluar melalui muara laguna ke laut lepas, Samudera Hindia, untuk selanjutnya ditangkap para nelayan. Oleh karena itu, Segara Anakan harus diselamatkan. Hal itu penting buat menunjang keberlanjutan produk perikanan laut setempat yang sangat erat berkaitan langsung dengan kondisi sosial ekonomi nelayan. Sebagai sarana transportasi laut antar kecamatan dan pusat-pusat keramaian di tepi barat, selatan dan timur perairan Segara Anakan, laguna ini sangat vital. Potensi lain adalah daya tarik kepariwisataannya yang kuat.

Sementara itu fenomena alam yang sedang ramai dibicarakan adalah prediksi akan hilangnya laguna yang kaya manfaat tersebut. 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 berdasarkan data historis yang ada 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. Kegiatan pertanian, pertambangan dan segala aktifitas di sekitar kawasan menyangkut kegiatan domestik dan industri yang berkaitan dengan pencemaran akan merupakan faktor-faktor utama yang akan dianalisis untuk dievaluasi kondisinya di lapangan. Sedimentasi yang merupakan salah satu penyebab proses pendangkalan kawasan perairan Segara Anakan terutama dipengaruhi erosi yang terjadi pada daerah aliran sungai di sebelah utara kawasan ini.

Penerapan teknologi penginderaan jauh (inderaja) untuk pemantauan kondisi lingkungan memberikan hasil guna yang optimal, karena penginderaan jauh memberikan kemudahan dalam analisis spasial, berulang, kontinu, serta meliputi wilayah relatif luas dengan biaya yang relatif murah dan cepat bila dibandingkan dengan survei terestris. Artinya, data inderaja mampu menyediakan informasi

obyektif, andal dan ekonomis dalam usaha inventarisasi, pemantauan maupun evaluasi sumberdaya. Data inderaja yang digunakan dalam kegiatan riset ini adalah data inderaja optik Landsat MSS, TM dan ETM.

Dengan menggunakan data inderaja perolehan tahun 1978 sampai dengan tahun 2003 akan diinventarisir parameter-parameter yang menyangkut aspek fisik kondisi kawasan perairan. Database yang dibangun dari parameter-parameter tersebut sangat diperlukan dalam membangun model prediksi yang menggambarkan dinamika kawasan perairan. Hasil dari kegiatan ini akan memberi manfaat bagi Pemda setempat dan pihak-pihak terkait dalam pengelolaan wilayah pesisir secara terpadu sebagai bagian dari upaya rehabilitasi lingkungan. Dampak penting lainnya dari kegiatan ini adalah dapat meningkatkan pemanfaatan teknologi inderaja bagi masyarakat luas.

Kegiatan ini dibatasi pada inventarisasi parameter-parameter fisik kawasan perairan Segara Anakan yang diekstrak menggunakan data inderaja, meliputi : Hutan Lahan Basah/mangrove, Tambak, Rawa, Sawah, Lahan Terbuka, Industri, Fasilitas Umum, Permukiman Perdesaan, 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 aktifitas 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. LANDASAN 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 tawar, maupun yang disebabkan oleh kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran

Damhuri (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 multisektor dirancang untuk mangharmoniskan dan memandu perencanaan serta pengelolaan dari berbagai aktifitas 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/. Pilihan 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 objek dengan jalan mengidentifikasi, mengukur dan menganalisis karakteristik tanpa kontak langsung. Informasi tentang objek, 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 objek. Berdasarkan produknya sensor dibedakan menjadi dua kategori, yaitu sensor pasif dan sensor aktif. Sensor pasif menggunakan sumber energi matahari dan disebut sebagai inderaja sistem pasif, sedangkan sensor aktif menggunakan sumber energi buatan yang dihasilkan sensor itu sendiri dan disebut sebagai inderaja sistem aktif, seperti RADAR (*Radio Detecting and Ranging*).

Sebelum lahirnya teknologi inderaja 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 objek tanpa menyentuh objek itu sendiri. Saat ini data inderaja menggunakan satelit yang mengorbit bumi.

Jenis gelombang yang digunakan dalam teknik penginderaan jauh lebih banyak didasarkan pada panjang gelombang. Gelombang elektromagnetik yang digunakan dalam sistem inderaja adalah spektrum sinar tampak, infrared dan gelombang mikro.

Informasi yang dapat dikumpulkan dengan teknologi inderaja antara lain adalah : penutup/penggunaan lahan (mangrove, tambak, sawah, permukiman, hutan, perkebunan, kawasan industri, kualitas air (kekeruhan, suhu permukaan laut, klorofil, sedimentasi).

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 (Tabel 1).

**Tabel 1. Karakteristik Sensor *Thematic Mapper* (TM)**

Band	Panjang Gelombang	Resolusi (m <sup>2</sup> )	Keterangan
1	0,45 – 0,52 $\mu\text{m}$ (violet biru)	30 X 30	Dapat menembus air dengan baik, memberikan analisa karakteristik tanah dan air, oleh karenanya baik digunakan untuk memetakan dan memantau daerah pesisir
2	0,52 – 0,64 $\mu\text{m}$ (hijau)	30 X 30	Dapat memberikan pandangan yang lebih baik terhadap puncak pantulan vegetasi diantara dua kanal absorpsi klorofil, dapat digunakan untuk membedakan tanaman sehat dan tidak sehat
3	0,63 – 0,69 $\mu\text{m}$ (merah)	30 X 30	Merupakan kanal terpenting untuk memisahkan vegetasi, berada pada salah satu bagian serapan klorofil, dan dapat membedakan tipe-tipe vegetasi dan daerah-daerah yang tidak bervegetasi
4	0,76 – 0,9 $\mu\text{m}$ (inframerah dekat)	30 X 30	Kanal ini menekankan perbedaan antara tanah dengan tanaman pertanian, dan lahan dengan air serta mampu menggambarkan badan air serta membantu dalam mengidentifikasi tanaman pertanian
5	1,55 – 1,75 $\mu\text{m}$ (inframerah tengah)	30 X 30	Merupakan suatu saluran yang dikenal penting untuk penentuan jenis tanaman, kandungan air pada tanaman, kondisi kelembaban tanah juga digunakan untuk mengukur keawanan ) salju di atmosfer
6	10,4 – 12,50 $\mu\text{m}$ (inframerah thermal)	120X120	Penting untuk pemetaan formasi batuan serta pemetaan hidrotermal
7	2,08 – 2,35 $\mu\text{m}$ (inframerah tengah)	30 X 30	Mampu mengidentifikasi dengan baik tipe-tipe vegetasi, analisis gangguan vegetasi, pemisahan kelembaban tanah dan sejumlah gejala lain yang berhubungan dengan panas (pengukuran dan pemetaan panas)

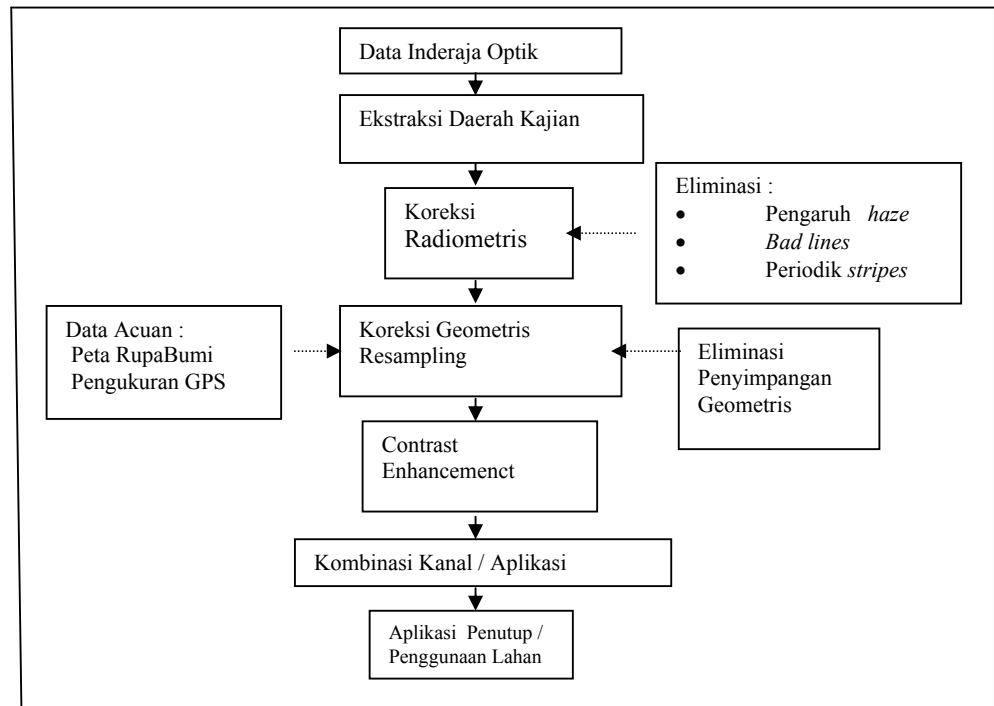
Sumber : Lillesand dan Kiefer 1990

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. 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 geografis 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.

Bahan primer yang digunakan dalam kegiatan ini adalah data inderaja Landsat MSS dan ETM Path/Raw 121/065. Sementara data pendukung lainnya adalah 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 1 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pengolahan Data

## 4. 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil

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 pada Tabel 1.

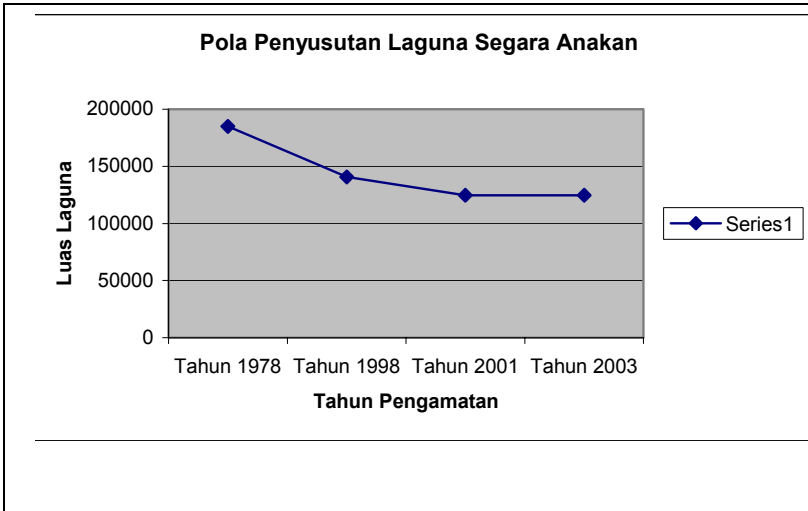
Tabel 1. Luas Penutup / Penggunaan Lahan di Sekitar Laguna Segara Anakan, Kabupaten Cilacap

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
			19260,76	

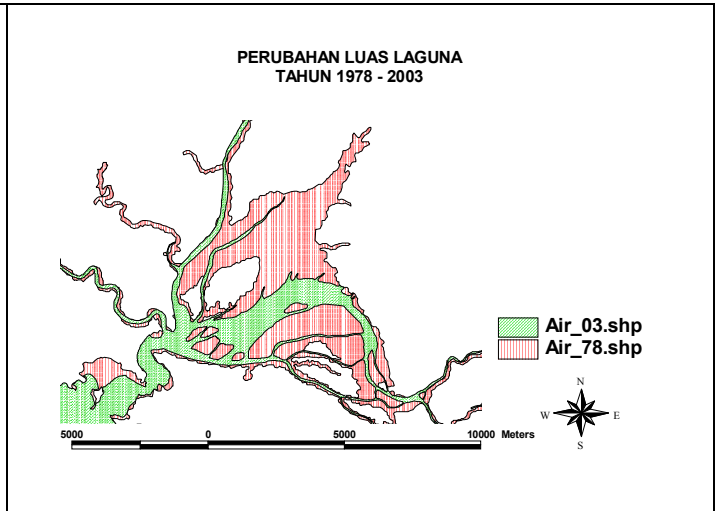
#### 4.2. Pembahasan

Hasil klasifikasi penutup/penggunaan lahan menggunakan data inderaja Landsat perolehan tahun 1978 dan tahun 2003 seperti yang disajikan pada Tabel 1 dapat menggambarkan dinamika kawasan tersebut selama selang waktu 25 tahun. Sebagai contoh jika kita ambil kelas sawah, perkembangannya cukup berarti, pada tahun 1978 luasnya adalah 106.296,67 Ha sementara luasnya menjadi 107.117,16 Ha pada tahun 2003. Hal itu seiring dengan laju pertumbuhan penduduk yang dilihat dari perkembangan permukiman perdesaan dan permukiman perkotaan yang juga mengalami kenaikan. Di sisi lain belukar dan hutan lahan kering mengalami penurunan yang cukup drastis.

Issue utama yang diangkat dari hasil kegiatan ini adalah menyusutnya laguna / perairan dari 185071,51 Ha pada tahun 1978 menjadi 140693,43Ha pada tahun 1998 dan menjadi 123.552,95 Ha pada tahun 2003. Pola menyusutan laguna selama 25 tahun hasil pengolahan data inderaja tersebut dapat dilihat pada Gambar 2. Hal tersebut sangat berkaitan dengan bertambahnya jumlah penduduk dan semakin luasnya lahan sawah yang ada. Perluasan lahan sawah sangat berkaitan dengan menyusutnya hutan dan belukar yang ada, erosi menjadi akibatnya. Pada akhirnya laju sedimentasi tidak dapat dibendung lagi. Gambar 3 menunjukkan kondisi laguna secara visual yang diambil dari data inderaja Landsat MSS tahun 1978 serta data Landsat ETM tahun 2003.



Gambar 2. Pola Penyusutan Laguna



Gambar 3. Perubahan Luas 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. Dengan hanya melihat perubahan luas laguna, tanpa memperhatikan arah, digunakan pendekatan dengan metode numeric untuk melihat kecenderungan penyusutan laguna.

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

$$X_0 = 0 \rightarrow f(X_0) = 185$$

$$X_1 = 20 \rightarrow f(X_1) = 141$$

$$X_2 = 25 \rightarrow f(X_2) = 124$$

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

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

$$b_1 = (f(X_1) - f(X_0)) / (X_1 - X_0)$$

$$= (141 - 185) / 20 = -44/20 = -11/5$$

$$b_2 = (f(X_2) - f(X_1)) / (X_2 - X_1) - (f(X_1) - f(X_0)) / (X_1 - X_0)$$

$$= ((124 - 141)/5 - (141 - 185) / 20) / 25$$

$$= (-17.5/5 - 11/5) / 25 = -28.5 / 125$$

$$f(X) = 185 - 11/5 X - 28.5 / 125 X (X - 20)$$

$$= -28.5 / 125 X^2 + 59/25 X + 185$$

Pertanyaannya adalah kapan X menuju 0 ???

$$X_{1,2} = (-59/25 \pm \sqrt{(59/25)^2 + 4.28,5/125.185}) / 2.(-28,5)/125$$

$$= (5.(-59) \pm 125 \sqrt{(59/25)^2 + 4.28,5/125.185}) / -57$$

$$= 295 \pm 125 \sqrt{5,6 + 168,7 / 57}$$

$$= 295 \pm 125 \sqrt{174,3 / 57}$$

$$= 295 \pm 125.13,2 / 57$$

$$= 295 + 1650 / 57$$

= 34,2

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



Gambar 4. Pola Penurunan Luas Laguna 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. KESIMPULAN DAN SARAN

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.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

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. Nihon Printing Co. Ltd. Tokyo, Japan.

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, Cilacap). Tesis : Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana, Jakarta

Soegiarto, A. 1976. Pedoman Umum Pengelolaan Wilayah Pesisir. Lembaga Oseanologi Nasional. Jakarta.