

MODEL SEDIMENTASI DAN DAYA DUKUNG LINGKUNGAN SEGARA ANAKAN UNTUK KEGIATAN BUDIDAYA UDANG

AM AZBAS TAURUSMAN

azbastm@yahoo.com

Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan,
Institut Pertanian Bogor (PKSPL - IPB)

ROKHMIN DAHURI

r-dahuri@indo.net.id

Departemen Kelautan dan Perikanan, Republik Indonesia

TRIDOYO KUSUMASTANTO

tridoyo@indo.net.id

Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan,
Institut Pertanian Bogor (PKSPL - IPB)

ABSTRAK

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Desember 1998 sampai April 1999 di Kawasan Segara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi model sedimentasi laguna Segara Anakan, menentukan daya dukung lingkungan untuk kegiatan budidaya udang, dan usaha budidaya udang yang berkelanjutan di kawasan ini.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa laju sedimentasi di Segara Anakan selama musim hujan adalah 131,08 kg/m²/hari atau 1.048.640.000 kg/hari (pada seluruh luasan laguna, 800 ha) bahan sedimen dan 3,69 kg/m²/hari (29.360.000 kg/hari / 800 ha) limbah organik. Luas optimal tambak yang sesuai dengan daya dukung lingkungan adalah 480 ha, terdiri dari 371,38 ha dengan tingkat teknologi tradisional plus dan 108,62 ha teknologi semi-intensif. Pada luasan tambak ini dapat menjadi sumber mata pencaharian utama bagi 1.174 kepala keluarga petambak atau 42,09% dari total kepala keluarga masyarakat *Kampung Laut*.

Dari aspek usaha, kenaikan teknologi yang diterapkan akan berkorelasi positif dengan keuntungan yang diperoleh petambak. Nilai keuntungan bersih (*Net Present Value*, NPV) dengan penerapan teknologi tradisional plus adalah Rp. 12.062.566,00, teknologi semi-intensif (Rp 82.162.694,00), dan teknologi intensif (Rp 142.630.754,00). Tingkat keuntungan usaha (NPV) lebih tinggi pada puncak krisis ekonomi (Juli 1998) dimana penerapan teknologi tradisional plus memperoleh keuntungan 3,98 kali lebih besar dibanding kondisi normal, 2,24 kali teknologi semi-intensif, dan dua kali dengan teknologi intensif.

Kata-kata kunci: sedimentasi, daya dukung lingkungan, budidaya udang, laguna Segara Anakan.

ABSTRACT

This research has been done on December 1998 until April 1999 in Segara Anakan area, Cilacap, Central Java. The objectives of this research are therefore to identify the sedimentation model of Segara Anakan lagoon, to determine the environmental carrying capacity for shrimp culture activity, and the sustainability management of shrimp culture business in this area.

The result of this research finds that the sedimentation rate of Segara Anakan during rainy season is 131.08 kg/m²/day or 1,048,640,000 kg/day (total lagoon area 800 ha) sediment material and 3.69 kg/m²/day (29,360,000 kg/day) organic waste. Optimum area of the shrimp pond which is suitable to environmental carrying capacity is 480 ha, consisting of 371.38 ha traditional plus technology and 108.62 ha semi-intensive technology, so the particular scope can be the main source of income for 1,174 shrimp farmer breadwinners or 42.09% of the whole breadwinners in *Kampung Laut* community.

From economics point of view, the higher the level of technology, the bigger the profit that the shrimp farmers get. Net Present Value (NPV) of traditional plus technology is Rp. 12,062,566.00, semi-intensive technology (Rp. 82,162,694.00), and intensive technology (Rp. 142,630,754.00). Business profit (NPV) is higher during the peak of economic crisis (July 1998) that is 3.98 times with traditional plus technology, 2.24 times with semi-intensive technology, and two times with intensive technology.

Keywords: sedimentation, environmental carrying capacity, shrimp culture, Segara Anakan lagoon.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangunan berkelanjutan dapat terwujud bila kegiatan pembangunan tidak melebihi kapasitas fungsional ekosistem alam. Menurut Dahuri (1996) empat aspek berikut harus benar-benar diperhatikan secara sungguh-sungguh dalam rangka pembangunan berkelanjutan, yaitu: (1) kegiatan pembangunan harus ditempatkan pada lokasi yang secara ekologis sesuai tata ruang; (2) laju pemanfaatan sumberdaya alam dapat pulih tidak melebihi potensi lestari/kemampuan pulihnya; (3) laju pembuangan limbah ke lingkungan alam tidak melebihi "kapasitas asimilasinya"; (4) tidak merusak bentang alam (*design with nature*). Dalam pengelolaan lingkungan, terutama lingkungan perairan sangat sulit menentukan kapasitas asimilasi atau daya dukung (*carrying capacity*) lingkungan. Daya dukung baru diketahui bila terlihat tanda-tanda kerusakan, baik kerusakan ekosistem alam maupun kerusakan kegiatan itu sendiri. Kegiatan budidaya perikanan sangat tergantung pada kualitas perairan, sehingga kehancuran kegiatan ini merupakan pertanda daya dukung kawasan telah terlampaui, seperti yang telah menimpa kawasan pertambakan udang di pantai utara Jawa. Oleh karena itu sangat diperlukan suatu cara untuk mengetahui daya dukung kawasan secara periodik dan prediktif selama kawasan tersebut digunakan sebagai kawasan budidaya perikanan.

Wilayah Segara Anakan merupakan ekosistem yang unik sebagai hasil interaksi antara ekosistem perairan laguna, hutan mangrove, daratan (termasuk pulau Nusakambangan), dan ekosistem laut. Oleh karena itu ekosistem ini memiliki daya tarik yang tinggi bagi berbagai kegiatan ekonomi di satu sisi, sedangkan di sisi lain berhadapan dengan kepentingan konservasi, khususnya upaya pelestarian ekosistem laguna dan hutan mangrove. Hal ini menimbulkan berbagai konflik antar pelaku pembangunan (*stakeholder*), baik antar sektor pembangunan maupun antar anggota masyarakat.

Besarnya aliran sedimen yang bermuara di Segara Anakan mencapai 5 - 10 juta m³ per tahun, dan 1 juta m³/tahun diantaranya mengendap di laguna (ECI, 1994). Hal ini telah menyebabkan timbulnya beberapa daratan baru sejalan dengan menyusutnya perairan. Besarnya sedimentasi ini

berdampak langsung terhadap luas perairan laguna. Pada tahun 1903, luas perairan Segara Anakan ini mencapai 6.450 ha. Bila tidak ada penanganan sedimen yang baik, maka diperkirakan pada tahun 2000 luas laguna yang tersisa hanya 600 ha (PWS Citanduy-Ciwulan, Ditjen Pengairan, 1995; ECI, 1994). Sedimentasi yang tinggi akan berdampak negatif dan merupakan faktor utama penyebab degradasi sumberdaya perikanan. Sumberdaya ikan Segara Anakan merupakan sumber makanan dan mata pencaharian utama masyarakat yang tinggal di sekitarnya, terutama di Kampung Laut.

Maraknya perkembangan usaha budidaya udang telah mendorong penduduk untuk mengusahakan areal mangrove di tanah-tanah timbul sebagai areal pertambakan udang. Laju peningkatan luas usaha budidaya udang selama setahun terakhir mencapai 200 ha. Pada bulan Juli 1998 luas tambak udang mencapai 1055 ha (PKSPL-IPB, 1999). Sementara itu luas lahan untuk kegiatan budidaya udang yang direkomendasikan di kawasan Segara Anakan adalah 200 ha (ASEAN/USAID, 1992), dan seluas 507 ha (PKSPL - IPB, 1999).

Perkembangan usaha budidaya udang selama setahun terakhir didorong oleh kenaikan harga udang yang mencapai lebih dari tiga kali lipat dibandingkan masa sebelumnya. Namun peluang ini sebagian besar dimanfaatkan oleh penduduk pendatang. Majunya usaha tambak udang telah menurunkan luas areal hutan mangrove secara drastis. Limbah organik dan pestisida yang dihasilkan kegiatan budidaya udang telah meningkatkan kadar bahan pencemar di perairan sungai dan laguna. Oleh karena itu kenaikan harga jual udang di samping merupakan peluang juga merupakan masalah bagi pengelolaan sumberdaya alam pesisir, khususnya yang berbatasan dengan kawasan konservasi. Peluang tingginya keuntungan usaha budidaya udang, perlu dimanfaatkan dengan model pengelolaan yang tepat agar bermanfaat ganda, yaitu usaha budidaya yang berkelanjutan, dan menciptakan alternatif mata pencaharian masyarakat agar tidak merambah kawasan konservasi.

Perencanaan pengelolaan ekosistem Segara Anakan yang sangat dinamis tersebut memerlukan alat analisis yang mampu mengakomodasi perubahan yang cepat tersebut, salah satunya dengan

memanfaatkan keunggulan analisis sistem dan model simulasi. Model simulasi merupakan salah satu alat yang cukup akurat dan meyakinkan bagi pengambil keputusan untuk perencanaan dan evaluasi suatu kegiatan, khususnya dalam rangka pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan. Hal ini disebabkan oleh kompleksnya sistem alam, dan model simulasi relatif lebih mudah digunakan oleh yang tidak memiliki latar belakang keahlian matematika sekalipun.

Berdasarkan pemikiran di atas dilakukan penelitian guna mengetahui model sedimentasi dan daya dukung lingkungan untuk kegiatan budidaya udang (tambak) di kawasan Segara Anakan. Di samping itu perlu adanya model manajemen usaha dan bioteknik budidaya udang yang tepat untuk diterapkan di kawasan tersebut. Informasi ini sangat penting dalam upaya pengelolaan Segara Anakan secara berkelanjutan.

Perumusan Masalah

Permasalahan yang ada dapat dirumuskan sebagai berikut: Tingginya sedimentasi yang berakibat degradasi kuantitas dan kualitas perairan laguna Segara Anakan berhadapan dengan perkembangan usaha tambak udang yang menambah beban pencemaran bahan organik, dan kerusakan ekosistem hutan mangrove. Permasalahan ini cenderung makin meningkat seiring dengan peningkatan tekanan penduduk. Jika hal ini dibiarkan akan merusak sumberdaya alam dan kelestarian fungsi lingkungan Segara Anakan. Oleh karena itu perlu dikembangkan model budidaya udang yang berwawasan lingkungan, namun tetap memperhatikan kebutuhan sosial ekonomi masyarakat lokal. Sehingga pengembangan budidaya udang tersebut akan berkelanjutan dan berdampak positif bagi upaya konservasi dan pembangunan Segara Anakan. Diagram alir pemecahan masalah daya dukung lingkungan Segara Anakan untuk budidaya udang selengkapnya pada Lampiran 1.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui model sedimentasi dan kadar bahan organik, serta pengaruhnya terhadap lingkungan Segara Anakan;

2. Menentukan daya dukung lingkungan untuk kegiatan budidaya udang di kawasan Segara Anakan;
3. Menentukan manajemen usaha dan tingkat teknologi budidaya udang yang berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dan alat penelitian yang digunakan adalah alat perangkap sedimen (*sediment trap*), serta bahan kimia untuk penanganan dan analisis sampel. Alat perangkap sedimen terdiri dari wadah dan botol sedimen. Wadah berfungsi untuk tempat mendudukkan botol sedimen pada saat pengukuran. Volume total botol sedimen adalah 375 ml. Alat yang digunakan untuk pengukuran kadar bahan kering, kadar abu dan kadar bahan organik adalah oven, tanur, timbangan digital, dan peralatan lainnya (modifikasi APHA, 1985; Bengen, Komunikasi Pribadi).

Metode Pengumpulan Data

Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian meliputi penentuan lokasi, pengadaan alat, serta bahan penelitian.

Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui kondisi awal fisik, biologi, dan sosial lokasi. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan dapat diketahui waktu yang paling tepat untuk melakukan pengukuran. Penelitian pendahuluan dilakukan pada bulan Juni 1998. Pada penelitian pendahuluan dilakukan pengukuran kualitas air (pada musim kemarau)

Penelitian Utama

Pengukuran Sedimen dan Parameter Kualitas Air

Pengukuran sedimen dilakukan pada 9 titik pengukuran; yaitu:

- a. Muara Sungai Citanduy;
- b. Muara Sungai Cibeureum
- c. Muara Sungai Cikonde
- d. Tengah laguna bagian utara (Talang Kesik)

- e. Tengah laguna bagian tenggara (Pulau Kecil)
- f. Darmaga Pelabuhan Majingklak
- g. Muara Sungai Pelindukan
- h. Posko stasiun laboratorium alam PKSPL – IPB (Sungai Pelindukan)
- i. Muara Sungai Kembangkuning

Pengamatan dilakukan setiap selang waktu 6 jam yakni 6, 12, 24, 30, 36, 42, 48, 54 jam. Setiap pengamatan dilakukan 2 kali ulangan. Sampel sedimen dari lapangan selanjutnya dianalisis kadar bahan kering dengan metode pengeringan dan kadar bahan organik dengan metode pengabuan.

Pada waktu dan tempat yang sama dengan pengukuran sedimen dilakukan pengambilan sampel untuk pengukuran parameter kualitas air yang meliputi: pH, *Total Suspended Solid* (TSS), *Total Organic Matter* (TOM), salinitas, dan kedalaman (modifikasi APHA, 1985).

Di samping data primer hasil pengukuran tersebut, juga digunakan data sekunder hasil pengukuran oleh berbagai pihak dan berbagai hasil penelitian yang relevan, khususnya dalam analisis model simulasi.

Kelayakan Usaha Budidaya Udang

Metode yang digunakan untuk analisis kelayakan usaha adalah studi kasus. Satuan kasus adalah petani tambak yang terdapat di kawasan Segara Anakan. Analisis dibedakan atas dasar tingkat manajemen usaha yang diterapkan, meliputi tingkat teknologi intensif, semi intensif, dan tradisional plus. Jenis data yang dihimpun meliputi data primer dan sekunder.

Analisis Data

Analisis Sedimen dan Kualitas air

Data hasil pengukuran sedimen selanjutnya dianalisis dengan model regresi untuk mengetahui hubungan antara lamanya waktu pengukuran dengan laju muatan sedimen atau bahan organik pada suatu lokasi pengukuran. Untuk mengetahui sebaran spasial sedimen, bahan organik, dan parameter kualitas air dengan lokasi pengukuran dilakukan analisis dengan menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA).

Analisis Simulasi Model Daya Dukung Lingkungan

Simulasi model daya dukung lingkungan untuk kegiatan budidaya udang menggunakan program *soft ware 'Model maker' version 3* (struktur model disajikan pada Lampiran 2). Sebagai parameter kunci adalah kadar bahan organik yang terdapat di perairan asal (hasil pengukuran) ditambah limbah kegiatan budidaya udang. Besarnya muatan limbah organik yang dihasilkan dari kegiatan budidaya udang ditentukan oleh tingkat teknologi, luas tambak, dan lokasi penyebaran tambak. Oleh karena itu simulasi model dilakukan pada berbagai tingkat teknologi (intensif, semi intensif, dan tradisional plus), luasan, dan lokasi tambak.

Analisis Kelayakan Usaha dan Sensitivitas

Data sosial ekonomi yang diperoleh dianalisis berdasarkan analisis pendapatan, yaitu selisih antara total penerimaan (TR) dan total biaya (TC) pada berbagai tingkat manajemen usaha budidaya udang (intensif, semi intensif dan tradisional plus) dinyatakan dengan rumus: $Pendapatan = TR - TC$

Analisis finansial yang digunakan meliputi: *Net Present Value* (NPV), *Net Benefit Cost Ratio* (Net B/C), *Internal Rate of Return* (IRR), Analisis sensitivitas.

Pelaksanaan Penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 1998 sampai dengan April 1999 di Kawasan Segara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah. Secara administratif lokasi penelitian meliputi tiga desa utama di Segara Anakan, yaitu Desa Ujung Alang, Ujung Gagak, dan Panikel.

Analisis sampel sedimen dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ternak, Fakultas Peternakan IPB (Institut Pertanian Bogor). Analisis sampel kualitas air dilakukan di Laboratorium Lingkungan, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Sedimentasi

Muatan Sedimen dan Bahan Organik

Hasil pengukuran sedimen dan bahan organik pada berbagai titik pengukuran disajikan pada Tabel 1.

(dekat Pulau Kecil) sebesar 3,182 %. Porsi terendah terdapat pada muara Sungai Cikonde dan Sungai Kembang Kuning. Berdasarkan porsi organik dan laju sedimen pada lokasi-lokasi pengamatan, maka dapat diketahui muatan bahan organik pada berbagai lokasi seperti pada Tabel 1. Muatan bahan organik tertinggi pada muara Sungai Citanduy, selanjutnya di Tengah Laguna (dekat Pulau Kecil)

Tabel 1. Muatan sedimen dan bahan organik hasil pengukuran

No	Lokasi	Sedimen		Bahan Organik	
		(gr/m ² /jam)	(kg/m ² /hari)	(gr/ m ² /jam)	(kg/ m ² /hari)
1.	Muara S.Citanduy	8946,429	214,714	276,28	6,629
2.	Muara S.Cibeureum	5178,017	24,272	201,607	4,838
3.	Muara S. Pelindukan	7174,239	174,182	160,542	3,853
4.	Sungai S. Pelindukan	1084,248	26,022	14,425	0,346
5.	Muara S. Cikonde	1967,991	47,232	4,544	0,109
6.	Muara S. Kembang Kuning	1528,662	36,688	4,057	0,097
7.	Darmaga Majingklak	6108,890	146,613	154,737	3,714
8.	Tengah Laguna (Talang Kesik)	4416,045	105,985	109,534	2,629
9.	Tengah Laguna (Pulau Kecil)	5860,335	40,648	194,299	4,663

Kisaran nilai hasil pengukuran sedimen pada lokasi-lokasi pengamatan berkisar antara 26,022 – 214,714 kg/m²/hari. Muatan sedimen tertinggi pada muara Sungai Citanduy, selanjutnya berturut-turut muara Sungai Pelindukan dan Darmaga Majingklak. Tingginya sedimentasi di muara Citanduy karena merupakan buangan dari hulunya. Sungai Citanduy merupakan sungai terpanjang yang bermuara di Segara Anakan. Hulu Sungai Citanduy hingga mencapai gunung Galunggung. Sungai Citanduy melalui daerah-daerah permukiman, sehingga kandungan limbah organiknya tinggi. Kurang baiknya konservasi lahan atas daerah hulu Sungai Citanduy merupakan faktor utama penyebab tingginya sedimen yang dibuang oleh Sungai Citanduy di muara sungai. Muatan sedimen yang masuk laguna Segara Anakan pada musim hujan pada Tabel di atas adalah 131,08 kg/m²/hari. Pada luas laguna 800 ha saat ini, diperkirakan laju muatan sedimen yang masuk sebesar 1.048.640.000 kg/hari.

Porsi organik pada semua lokasi pengukuran berkisar 0,233 – 3,182 %. Porsi bahan organik tertinggi pada sedimen terdapat di Tengah Laguna

dan muara Sungai Cibeureum. Muatan bahan organik terendah terdapat di muara Sungai Kembang Kuning. Laju bahan organik sedimen yang masuk laguna Segara Anakan pada musim hujan (saat pengukuran) mencapai 3,69 kg/m²/hari. Pada luas laguna 800 ha dapat diperkirakan muatan bahan organik sebesar 29.360.000 kg/hari.

Model Sedimentasi dan Bahan Organik

Berdasarkan hasil pengukuran sedimen yang dianalisis secara statistik dengan menggunakan model regresi linear sederhana diperoleh model persamaan regresi linear pada berbagai lokasi dan waktu pengukuran selengkapnya pada Tabel 2.

Perbedaan persamaan regresi pada lokasi pengamatan yang sama menunjukkan waktu awal pengukuran yang berbeda. Nilai koefisien determinasi pada semua model persamaan regresi tersebut berkisar 0,601-1,00 %. Nilai ini berarti bahwa persamaan regresi linier tersebut cukup akurat untuk menjelaskan keragaman data.

Dengan menggunakan model regresi tersebut dapat diprediksi laju muatan sedimen atau bahan organik yang terdapat pada suatu lokasi pengukuran

Tabel 1. Muatan sedimen dan bahan organik hasil pengukuran

No	Lokasi	Sedimen		Bahan Organik	
		Model	R ²	Model	R ²
1.	Muara S.Citanduy	$Y_{1a} = 59160,08 + 8621,430X$	0,601	$Y_{6a} = -3937,647 + 465,292X$	0,906
		$Y_{1b} = 726,435 + 8775,817X$	0,907	$Y_{6b} = -1216,674 + 363,086X$	0,922
2.	Muara S.Cibeureum	-	-	-	-
3.	Muara S. Pelindukan	-	-	-	-
4.	Sungai S. Pelindukan	$Y_2 = 4880,407 + 906,393X$	0,897	$Y_7 = 37,733 + 17,415X$	0,931
5.	Muara S. Cikonde	-	-	-	-
6.	Muara S. Kembang Kuning	-	-	-	-
7.	Darmaga Majingklak	$Y_3 = 50393,39 + 3460X$	0,978	$Y_8 = 501,708 + 141,297X$	0,880
8.	Tengah Laguna (Talang Kesik)	$Y_{4a} = -937,242 + 5123,475X$	0,910	$Y_{9a} = -1775,945 + 190,691X$	0,890
		$Y_{4b} = -3341,966 + 3164X$	0,986	$Y_{9b} = -1103,936 + 146,564X$	0,986
9.	Tengah Laguna (Pulau Kecil)	$Y_{5a} = 11635,96 + 5534,404X$	0,923	$Y_{10a} = -4032,161 + 306,159X$	0,944
		$Y_{5b} = -26995,4 + 7902,554X$	0,991	$Y_{10b} = -5226,285 + 419,448X$	1,000

Keterangan: X = waktu (jam); Y = muatan sedimen/bahan organik (gr/m²)

tertentu. Berdasarkan model tersebut, maka dapat diprediksi laju sedimen pada tengah laguna Segara Anakan yakni rata-rata dari tiga titik pengukuran (Darmaga Majingklak, Talang Kesik, dan Pulau Kecil).

Parameter Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan pada musim hujan dan musim kemarau seperti yang disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kondisi kualitas air pada musim kemarau dan musim hujan

No	Lokasi	Waktu	Parameter Kualitas Air				
			PH	TSS (mg/l)	TOM (mg/l)	COD (mg/l)	Salinitas ‰
1.	Muara Citanduy	Kemarau	6,70	43,50	16,43	40,99	0,0
		Hujan	7,33	170,50	202,24	-	0,5
2.	Muara Cibeureum	Kemarau	6,70	44,72	8,22	-	0,0
		Hujan	7,01	263,50	268,60	40,99	0,0
3.	Sungai Cibeureum	Kemarau	6,45	104,10	10,74	-	0,0
		Hujan	7,01	570,90	530,88	29,28	0,5
4.	Muara Pelindukan	Kemarau	7,24	210	39,18	-	0,0
		Hujan	7,14	310,20	286,93	29,28	3,0
5.	Muara Cikonde	Kemarau	-	-	-	-	-
		Hujan	7,43	80,50	81,53	-	3,0
6.	Tengah Laguna (Talang Kesik)	Kemarau	7,11	59,00	22,12	-	4,0
		Hujan	7,48	39,70	36,66	5,86	2,0
7.	Tengah Laguna (Pulau Kecil)	Kemarau	6,90	37,45	7,58	-	6,0
		Hujan	7,59	210,40	186,44	19,03	5,0
8.	Darmaga Majingklak	Kemarau	6,70	43,50	16,43	-	0,0
		Hujan	7,35	140,90	123,24	40,99	0,0
9.	Kali Mas Sigit	Kemarau	7,01	339,80	32,86	-	2,0
		Hujan	7,64	150,50	88,48	52,70	0,0

Tabel 3 menunjukkan bahwa tingkat sedimentasi (TSS) pada musim hujan sekitar 9 kali lebih besar dibandingkan pada musim kemarau di muara Sungai Citanduy, 6 kali lebih besar pada muara Sungai Cibeureum, Sungai Cibeureum, dan tengah laguna Segara Anakan. Kandungan bahan organik (TOM) pada musim hujan lebih tinggi 27 kali dibandingkan dengan pada musim kemarau di muara Sungai Citanduy, muara Sungai Cibeureum (33 kali lebih tinggi), muara Sungai Pelindukan (7,32 kali lebih tinggi), dan tengah laguna (25 kali lebih tinggi).

Sebaran Spasial Karakteristik Sedimen dan Parameter Kualitas Air

Muatan sedimen dan bahan organik berkorelasi kuat dengan lokasi Sungai Cibeureum, berikutnya secara berurutan di anak Sungai Karanganyar, muara Sungai Citanduy, muara sungai Pelindukan, dan muara Sungai Cibeureum. Kondisi sebaliknya dengan lokasi di sungai Pelindukan dan Sungai Kembang Kuning. Sebaran spasial salinitas menurut kuatnya korelasinya secara berurutan adalah di Tengah Laguna (Pulau Kecil), Muara Cikonde, dan Tengah Laguna (Talang Kesik). Parameter TOM, TSS, kedalaman, pH tertinggi tersebar di Sungai Cibeureum, anak sungai Karanganyar, muara Sungai Citanduy, muara Sungai Pelindukan, dan muara Sungai Cibeureum. Hal sebaliknya dengan lokasi di Sungai Pelindukan dan Sungai Kembang Kuning.

Model Daya Dukung Lingkungan

Model Simulasi Daya Dukung Lingkungan

Simulasi model dilakukan atas tiga skenario berikut, yakni:

- Skenario I; luas tambak = 0, masukan limbah organik hanya berasal dari sungai-sungai yang bermuara ke laguna Segara Anakan dan input dari laut. Dibedakan antara musim hujan dan musim kemarau. Hal ini dilakukan untuk mengetahui muatan limbah organik di laguna pada saat musim hujan dan musim kemarau. Muatan limbah pada musim kemarau selanjutnya menjadi kondisi awal (*initial condition*) pada simulasi skenario selanjutnya.
- Skenario II; Luas dan penyebaran tambak yang digunakan berdasarkan data luas dan penyebaran tambak yang ada (*existing condition*) menurut PKSPL (1999), dengan luas total 1055 ha. Selanjutnya simulasi dilakukan pada berbagai tingkat teknologi (tradisional plus, semi intensif, intensif). Pada skenario ini dapat diketahui muatan limbah organik di laguna jika seluruh tambak yang ada beroperasi dengan berbagai tingkat teknologi. Pada Lampiran 4 disajikan peta penggunaan lahan Kawasan Segara Anakan.
- Skenario III; Luas dan penyebaran tambak yang digunakan menurut yang direkomendasikan oleh "management plan" (PKSPL-IPB, 1999), yakni 507 ha pada berbagai tingkat teknologi. Peta management plan Kawasan Segara Anakan disajikan pada Lampiran 5. Hasil simulasi ini diperoleh muatan limbah organik di laguna bila management plan dilaksanakan.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada skenario I, pada musim hujan muatan limbah organik di laguna Segara Anakan berasal dari lima sungai utama saja tanpa adanya input dari tambak mencapai 10.786.000 kg/120 hari. Pada musim kemarau limbah organik yang masuk laguna hanya 509.682 kg/120 hari. Hasil simulasi skenario II, dan III seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil simulasi model pada berbagai skenario luas dan penyebaran tambak di Segara Anakan

Skenario	Luas Tambak (ha)	Muatan Limbah Organik (Kg/Siklus Produksi)		
		Tradisional Plus	Semi Intensif	Intensif
II	1055	661.950	1.254.240	3.486.590
III	507	583.186	867.492	1.940.290

Keterangan : Jumlah maksimal limbah organik di laguna menurut baku mutu 640.000 kg/siklus produksi

Dibandingkan dengan baku mutu yang ditetapkan, maka semua hasil simulasi berada di atas baku mutu, kecuali pada skenario III, teknologi tradisional plus. Hal ini berarti jika semua tambak yang ada di kawasan Segara Anakan dioperasikan secara serentak, maka akan dihasilkan limbah organik yang akan mencemari perairan laguna di atas kemampuan perairan untuk menetralkan limbah tersebut, sehingga perairan tersebut tidak layak digunakan untuk budidaya udang. Begitu juga halnya bila semua tambak menurut "management plan" diterapkan dengan teknologi semi intensif dan intensif.

Analisis lebih lanjut dilakukan untuk mengetahui luas, tingkat teknologi, dan penyebaran tambak di kawasan Segara Anakan yang optimal sesuai dengan daya dukung lingkungan. Simulasi model untuk mengetahui hal tersebut dilakukan secara simultan, sehingga diperoleh luas, tingkat teknologi, dan lokasi tambak yang ideal dengan pengelolaan yang berkelanjutan seperti pada Tabel 5 berikut.

Peningkatan luas tambak hingga mencapai luasan yang direkomendasikan oleh "management plan" kawasan Segara Anakan (507 ha) dimungkinkan dengan cara penurunan tingkat teknologi semi intensif ke tradisional plus.

Analisis Kelayakan Usaha dan Sensitivitas

Untuk mempermudah dalam melakukan analisis finansial terhadap suatu usaha disusun suatu perkiraan *cash flow*. Dalam menyusunnya terdapat

beberapa asumsi yang digunakan. Asumsi-asumsi yang digunakan antara lain:

- Umur proyek adalah 10 tahun berdasarkan umur teknis unit usaha tambak, dan penyusutan tetap;
- Pada tahun ke-6 beberapa peralatan yang penting untuk tambak seperti pompa, kincir, pintu tambak, dan lain-lain perlu diganti;
- Discount rate tetap, yaitu 41 % pada saat penelitian (Desember 1998) mengikuti tingkat suku bunga uang pada saat itu. Begitu juga pada skenario saat terjadinya puncak krisis ekonomi, dimana tingkat suku bunga mencapai 72 %;
- Struktur modal semuanya (100 %) merupakan modal sendiri;
- Sisa pada akhir proyek adalah 0.
- Harga sarana produksi dan upah tenaga kerja tetap selama umur proyek;
- Ukuran udang dipanen 40 ekor/kg;
- Harga jual udang ditingkat petambak Rp 60.000,-/kg pada saat penelitian, dan Rp 120.000,-/kg pada saat puncak krisis ekonomi (Juli 1998);
- Masa pemeliharaan 120 hari.

Berdasarkan tingkat teknologi budidaya udang yang diterapkan digunakan asumsi-asumsi berikut ini:

Pada analisis sensitivitas selain perbedaan tingkat harga jual udang, juga perbedaan harga pakan, yakni Rp 11.000,- pada saat penelitian dan Rp 15.000,- pada saat puncak krisis ekonomi.

Hasil analisis kelayakan usaha pada saat penelitian dan saat puncak krisis ekonomi disajikan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 5. Luas, tingkat teknologi, dan penyebaran lokasi tambak yang sesuai dengan daya dukung lingkungan di Segara Anakan.

Lokasi	Tingkat Teknologi (ha)		
	Tradisional Plus	Semi Intensif	Intensif
Sepanjang Sungai Cibeureum	0,00	68,18	0
Sepanjang Sungai Pelindukan	80,70	40,44	0
Selatan Sungai Kembangkuning	290,68	0,00	0
Jumlah	371,38	108,62	0

Tabel 6. Karakteristik sistem tambak udang di Segara Anakan

No	Karakteristik	Tradisional Plus	Semi Intensif	Intensif
1	Padat tebar (ekor/m ²)	3	10	25
2	Luas tambak efektif (m ²)	10.000	10.000	5.000
3	Kelangsungan hidup (%)	50	55	60
4	Feed Conversion Ratio (FCR)	0,9	1,3	1,7
5	Produksi (kg/ha/musim)	413	1.375	4.286

Tabel 7. Perbandingan nilai NPV, Net B/C, dan IRR pada Desember 1998 dengan Puncak Krisis (Juli 1998)

Waktu	Tingkat Teknologi	Kriteria Investasi		
		NPV (Rp)	Net B/C	IRR (%)
Desember 1998	Tradisional Plus	12.062.566	1,115	55,836
	Semi Intensif	82.162.694	1,267	76,635
	Intensif	142.630.754	1,307	90,213
Puncak Krisis (Juli 1998)	Tradisional Plus	47.851.460	1,537	162,476
	Semi Intensif	184.119.077	1,676	193,046
	Intensif	295.839.320	1,712	222,572

Berdasarkan kriteria kelayakan suatu proyek untuk dilaksanakan adalah $NPV = 0$, $Net\ B/C = 1$, $IRR = discount\ rate$, maka dapat disimpulkan bahwa unit usaha budidaya udang pada semua tingkat teknologi dan waktu pengamatan layak untuk dilaksanakan di Segara Anakan. Semakin tinggi tingkat teknologi semakin besar keuntungan yang diperoleh petambak. Begitu juga pada puncak krisis ekonomi usaha budidaya udang justru semakin menarik bagi investor, sehingga terbukti daya tarik ekonomi ini merupakan faktor utama pendorong pesatnya peningkatan konversi hutan mangrove menjadi tambak pada tahun 1998 di Segara Anakan.

Jumlah tenaga kerja yang dapat diserap oleh pengembangan kegiatan budidaya udang yang sesuai dengan daya dukung lingkungan adalah 1.174 kepala keluarga (KK) petambak. Hasil ini diperoleh dengan asumsi setiap ha tambak teknologi tradisional plus dikelola oleh 2 KK petambak, dan setiap hektar tambak teknologi semi intensif dikelola oleh 4 KK petambak. Jumlah tersebut belum termasuk tenaga kerja yang digunakan pada persiapan awal tambak. Dengan pola tersebut pendapatan setiap KK petani tambak dengan teknologi tradisional plus adalah Rp 10.535.175,-/KK/tahun atau Rp 877.931,25/KK/bulan. Bila menerapkan teknologi semi intensif akan meningkatkan pendapatan masyarakat mencapai Rp 19.870.312,5/KK/tahun atau Rp 1.655.859/KK/bulan. Dibandingkan dengan jumlah KK di 3 desa utama yang terdapat di kawasan Segara Anakan (Ujung Alang, Ujung Gagak, dan Panikel) pada tahun 1997 sebanyak 2.789 KK, maka dapat disimpulkan bahwa pengelolaan tambak secara berkelanjutan akan dapat menyediakan sumber pendapatan utama bagi lebih dari 42,09% dari

jumlah KK masyarakat kampung laut. Sementara sisanya dapat dialokasikan pada pekerjaan utama selama ini, sebagai nelayan dan petani sawah.

Untuk efisiensi penggunaan sarana produksi, seperti jaringan listrik, saluran sekunder, tandon air, kolam *treatment* limbah tambak, maka pengelolaan kawasan tambak perlu dilakukan secara berkelompok, dalam bentuk koperasi tani tambak. Dengan berkoperasi terjadi sinergi produktif antar petani tambak dalam mengatasi berbagai permasalahan yang dihadapinya, seperti modal usaha, kemampuan teknis, pengadaan sarana produksi, tenaga kerja, pemasaran hasil, dan kegiatan bersama untuk menjaga kualitas lingkungan alam Segara Anakan. Setiap kelompok akan didukung oleh pendamping ahli, minimal satu orang ahli teknis budidaya udang. Pendamping ahli dapat berasal dari Dinas Perikanan setempat, dari perguruan tinggi, atau dari lembaga swadaya masyarakat (LSM). Biaya yang diperlukan untuk pengembangan lembaga kelompok, bimbingan teknis, dan pelestarian lingkungan kawasan dapat disisihkan dari keuntungan yang diperoleh. Khusus untuk pendamping ahli dapat diterapkan sistem bagi hasil yang saling menguntungkan antara petambak, pemilik modal, dan ahli teknis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

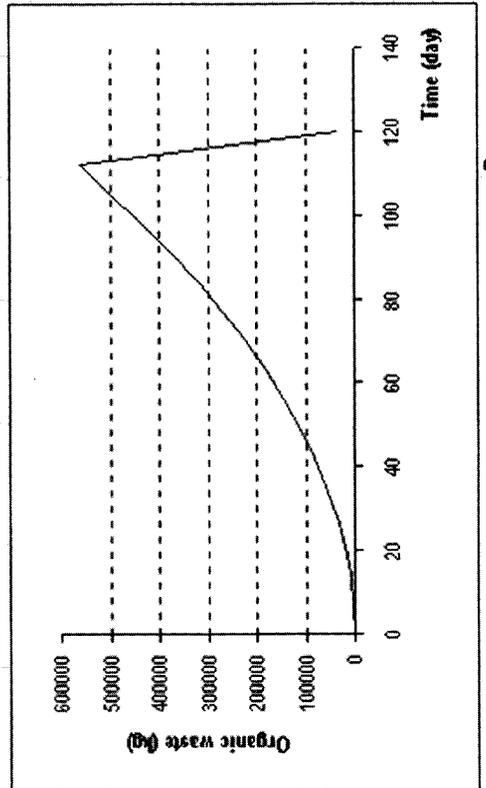
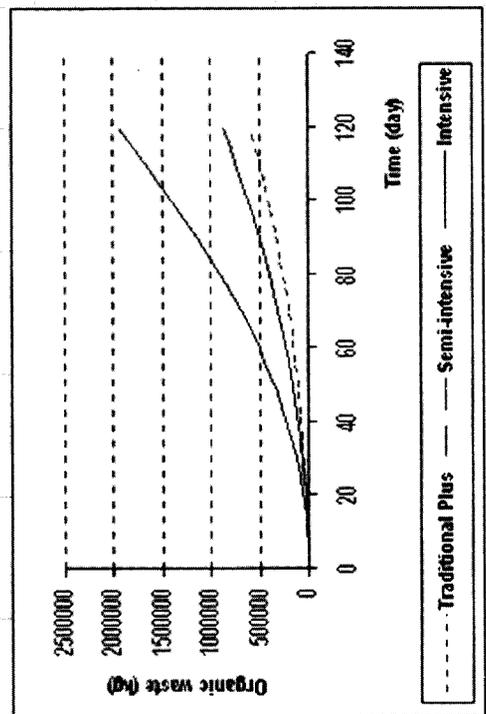
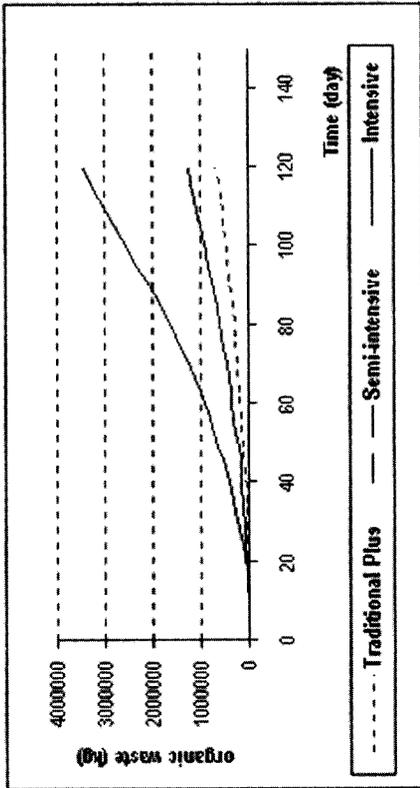
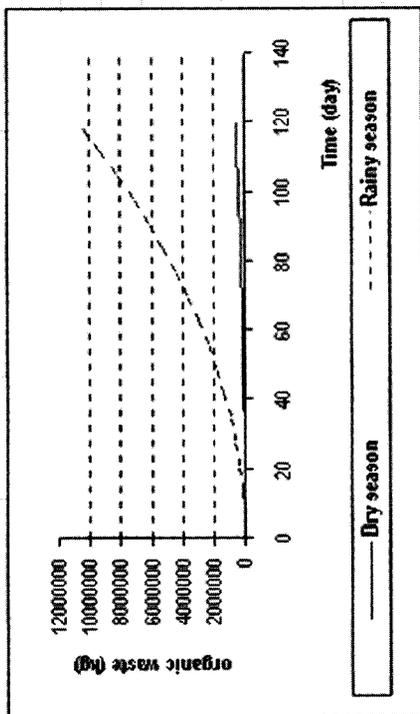
1. Laju sedimentasi di Laguna Segara Anakan pada musim hujan sebesar 131,08 kg/m²/hari sedimen dan 3,690 kg/m²/hari limbah organik. Berdasarkan nilai tersebut dapat diketahui muatan sedimen yang masuk ke seluruh laguna pada musim hujan sekitar 1.048.640.000 kg/hari sedimen, dan 29.360.000 kg/hari limbah

- organik. Hasil yang hampir sama diperoleh dengan menggunakan nilai prediksi berdasarkan model sedimentasi.
2. Luas optimal tambak udang yang sesuai dengan daya dukung lingkungan Segara Anakan adalah 480 ha, terdiri dari 371 ha teknologi tradisional plus dan 108,62 ha teknologi semi intensif. Lokasi tambak yang ideal adalah sepanjang Sungai Cibeureum (68,18 ha teknologi semi intensif), sungai Pelindukan (80,70 ha teknologi tradisional plus dan 40,44 ha teknologi semi intensif), sungai Kembang Kuning (290,68 ha teknologi tradisional plus).
 3. Analisis kelayakan usaha menunjukkan bahwa usaha budidaya udang di kawasan Segara Anakan layak dikembangkan. Semakin tinggi tingkat teknologi yang diterapkan, maka semakin tinggi pula keuntungan (NPV) yang diperoleh petambak. *Net present value* (NPV) penerapan teknologi tradisional plus sebesar Rp 12.062.566,00 teknologi semi intensif (Rp 82.162.694,00), dan teknologi intensif (Rp 142.630.754,00). Keuntungan usaha (NPV) lebih tinggi pada saat puncak krisis ekonomi (Juli 1998) sebesar 3,98 kali dengan teknologi tradisional plus; 2,24 kali (teknologi semi intensif); dan 2 kali (teknologi intensif).
 3. Penerapan budidaya udang yang optimal menurut daya dukung lingkungan akan mampu menciptakan lapangan kerja utama bagi 1.174 kepala keluarga dengan pendapatan sebesar Rp. 877.931,25 per bulan (teknologi tradisional plus), dan Rp. 1.655.859,- per bulan (teknologi semi intensif).
- #### 4.2. Saran
1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang dinamika perairan secara lebih akurat (*up date*) untuk penyempurnaan model simulasi daya dukung lingkungan.
 2. Untuk pengelolaan kegiatan budidaya udang secara berkelanjutan di Segara Anakan perlu dilakukan:
 - a. pergantian komoditi ikan (udang) yang dibudidayakan pada setiap siklus untuk mengurangi limbah organik yang dibuang ke laguna;
 - b. kegiatan produksi udang tidak dilakukan secara serempak, karena hal ini dapat mengurangi buangan limbah organik sesaat yang besar ke laguna;
 - c. perlu dikembangkan model budidaya udang dengan sistem resirkulasi (*close water system*) untuk mengurangi buangan limbah organik secara langsung ke laguna terutama pada musim hujan;
 - d. petani tambak perlu membentuk kelompok usaha (koperasi) untuk meningkatkan efisiensi usaha, pengelolaan kawasan, dan meningkatkan posisi tawar (*bargaining position*) petani tambak terhadap pihak lain.
 3. Melibatkan semua pihak terkait (model *co-management*) terutama masyarakat lokal dalam rangka menerapkan pengelolaan kawasan Segara Anakan secara berkelanjutan.

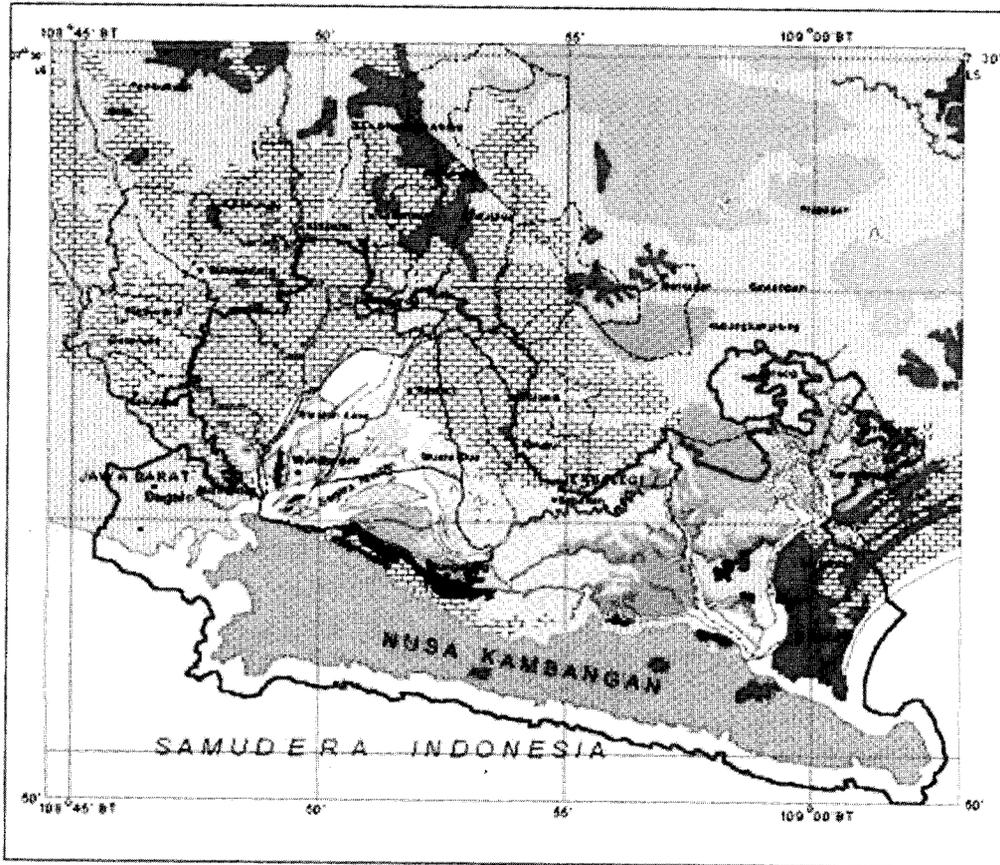
DAFTAR PUSTAKA

- APHA. 1985. Standard Methods for Examination of Water and Waste Water, 16 th. ed. APHA Inc.
- ASEAN/USAID. 1992. The Integrated Management Plan for Segara Anakan – Cilacap, Central Java, Indonesia. ICLARM, Tech. Rep.
- ATC - ECI. 1994. Segara Anakan Conservation and Development Project, Mathematical Modelling Study (Appendix C), Daft Hydraulics.
- Dahuri, R., J.R. Rais, S.P. Ginting, dan, M.J. Sitepu. 1996. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT. Pradanya Paramita. Jakarta.
- ECI (Engineering Consultant Inc.) 1987. Segara Anakan Engineering Measures Study: Main Report. Ministry of Public Works. Directorate Geeneral of Water Resources Development, Indonesia.
- MENKLH. 1988. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor: KEP/02/MENKLH/I/1988, tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan.
- PKSPL – IPB. 1999. Penyempurnaan Penyusunan ‘Management Plan’ Kawasan Segara Anakan. PKSPL-IPB dan Ditjenbangda. Bogor
- PWS Citanduy – Ciwulan 1995. Direktorat Jenderal Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum. Uraian Singkat Segara Anakan. Jakarta.

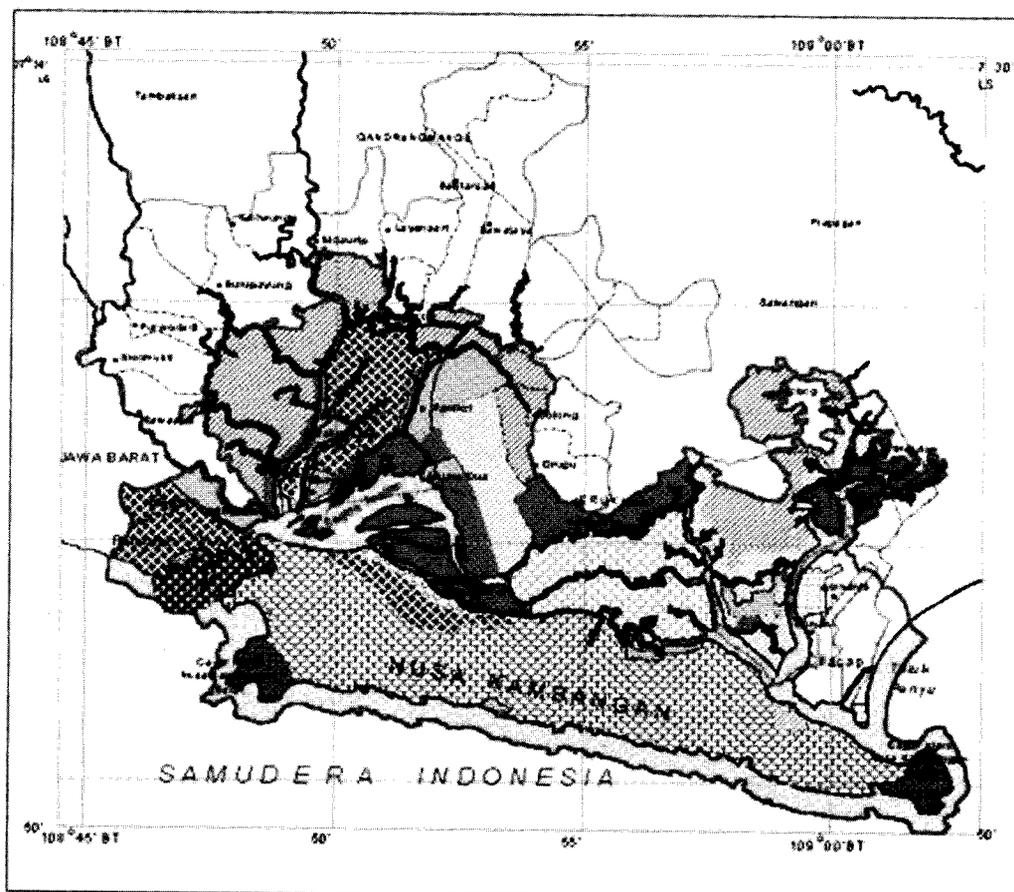
Lampiran 1. Grafik hasil simulasi model daya dukung lingkungan dengan berbagai skenario: (A) Skenario 1, (B) Skenario 2, (C) Skenario 3, (D) Skenario Optimal.



Lampiran-2



Peta Penutupan Lahan Penyempurnaan *Management Plan* Kawasan Segara Anakan



Peta Zonasi Penyempurnaan *Management Plan* Kawasan Segara Anakan

Lampiran-3. Perangkat Sedimen

