

ISSN 1693-6442

JURNAL

ILMU-ILMU PERIKANAN
DAN BUDIDAYA PERAIRAN

Volume 5, Nomor 1, Desember 2007



Fakultas Perikanan
Universitas PGRI Palembang

JURNAL ILMU-ILMU PERIKANAN DAN BUDIDAYA PERAIRAN

Volume 5, Nomor 1, Desember 2007

DAFTAR ISI

- | | |
|---|-------|
| <p>MAKANAN DAN KEBIASAAN MAKANAN IKAN SELUANG
<i>(Rasbora argyrotaenia Blkr) DI BAGIAN HILIR SUNGAI MUSI</i>
<i>Food and feeding habit of Rasbora (Rasbora argyrotaenia Blkr)</i>
<i>in the lower part of Musi River</i>
Mischrik Nasyiruddin, Ar dan Akbar Saefuddin</p> | 1-10 |
| <p>PEMBENIHAN IKAN BETUTU (<i>Oxyleotris marmorata</i>) SECARA SEMI
BUATAN DI KOLAM PETANI KABUPATEN MUSI RAWAS SUMATERA
SELATAN
<i>Semi artificial breeding of sand goby (<i>Oxyleotris marmorata</i>) in fish farmer pond</i>
<i>located in Musi Rawas regency of South Sumatera .</i>
Rupawan</p> | 11-18 |
| <p>PENGELOLAAN LINGKUNGAN WILAYAH PESISIR DAN LAUT TELUK
BANTEN BERKELANJUTAN
<i>Sustainable Environmental Management of Banten Bay Coastal</i>
<i>and Marine Zone</i>
Sjaifuddin , M.Syamsul Ma'arif, Ety Riani dan Setia Hadi</p> | 19-29 |
| <p>PENGEMBANGAN KEBIJAKAN PEMBANGUNAN DAERAH DALAM
PENGELOLAAN HUTAN MANGROVE DI TELUK JAKARTA
<i>Sustainable Environmental Management of Banten Bay Coastal</i>
<i>and Marine Zone</i>
Indar Parawansa, Hadi S Alikodra, M Sri Saeni, Dedi Soedharma,dan Dudung
Darusman</p> | 30-42 |
| <p>PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP IKAN KOAN
(<i>Ctenopharyngodon idella</i> Val) PADA PEMELIHARAAN POLIKULTUR
DENGAN IKAN TAMBAKAN (<i>Helostoma temmincki</i> C.V) PADA BEBERAPA
LEVEL/TINGKAT PADAT TEBAR
<i>Growth and Survival Rete of Grass carp (<i>Ctenopharyngodon idella</i> Val) for polyculture</i>
Supriyadi</p> | 43-52 |
| <p>BENDUNGAN PERJAYA (UPPER KOMERING): PERAN DAN
MASALAHNYA TERHADAP SUMBERDAYA IKAN DI SUNGAI KOMERING
<i>Perjaya Dam (Upper Komerling Irrigation Dam): Its Role and constrains to</i>
<i>fish resources of Komerling River</i>
Husnah , Danu Wijaya dan M. Nasyiruddin Arsyad</p> | 53-63 |

PENGELOLAAN LINGKUNGAN WILAYAH PESISIR DAN LAUT TELUK BANTEN BERKELANJUTAN*

Sustainable Environmental Management of Banten Bay Coastal and Marine Zone

Sjaifuddin ** M.Syamsul Ma'arif*** Etty Riani**** dan Setia Hadi*****

ABSTRAK

Wilayah pesisir dan laut teluk Banten merupakan ekosistem yang khas yang memiliki berbagai potensi dan masalah berkaitan dengan pemanfaatan sumberdaya alamnya khususnya konflik kepentingan antara pertumbuhan ekonomi dan kelestarian lingkungan. Untuk itu dilakukan penelitian perancangan model pengelolaan lingkungan wilayah pesisir dan laut teluk Banten berkelanjutan dengan menginteraksikan berbagai variable bio-fisik, ekonomi dan sosial dalam rangka peningkatan sumber pendapatan dengan memperhatikan keberlanjutan pemanfaatan sumberdaya alam. Penelitian dirancang dalam bentuk sistim yang dinamis. Hasil penelitian menunjukkan model pengelolaan lingkungan yang dirancang dalam integrasi kebijakan yang akurat melalui pengembangan industri, insentif investasi, proteksi habitat fisik, pengelolaan sumber-sumber dampak, dan pemberdayaan sosial merupakan model yang sesuai yang dapat diimplementasikan dalam rangka peningkatan sumber pendapatan dan keberlanjutan pemanfaatan sumberdaya alam.

KATA KUNCI: Keberlanjutan, pengelolaan lingkungan, wilayah pesisir, laut, sistim dinamis

ABSTRACT

Banten bay coastal and marine zone is a unique ecosystem which has a variety potencies and problems of using some natural resources, especially in the trade off between economic growth and ecological preservation. Based on these conditions, this research aimed to design an interaction model among variables in the bio-physic, economy and social subsystems in order to increase sources of earning and sustainable used of natural resources. This research was designed in a dynamic system. The result of this research showed that the environmental management model which was designed in an accurate policy integration through industrial development, incentives of investment, physically habitat protection, sources of impact management and social empowerment was a suitable model that could be implemented in order to increase sources of earning and sustainable used of natural resources.

KEYWORDS: Sustainable, environmental management, coastal, marine zone, dynamic system.

PENDAHULUAN

Pesisir merupakan wilayah tempat aktivitas manusia paling banyak dilakukan; bahkan menurut MacDonald (2005), sekitar 70% penduduk dunia tinggal di wilayah pesisir. Berbagai tipe pemanfaatan wilayah pesisir lengkap dengan konflik kepentingan yang sering terjadi (French, 2004) dapat ditemukan di Teluk Banten. Skala dan intensitas kegiatan di Teluk Banten meningkat dengan cepat seiring dengan

perkembangan kependudukan dan perekonomian baik regional maupun global. Proses-proses ini berpotensi menyebabkan terjadinya perubahan ekosistem teluk sedemikian rupa, sehingga memberikan dampak yang besar bagi masyarakat yang bergantung baik secara langsung maupun tidak pada sumberdaya pesisir.

Terdapat sejumlah besar aktivitas manusia yang mengancam keberlanjutan ekosistem Teluk Banten (Douven, 1999). Beberapa di antaranya adalah ekspansi

* bagian dari disertasi penulis pertama

** mahasiswa S3 PSL IPB

*** ketua komisi pembimbing, PSL IPB

**** anggota komisi pembimbing, PSL IPB

***** anggota komisi pembimbing, PSL IPB

ekosistem Teluk Banten (Douven, 1999). Beberapa di antaranya adalah ekspansi besar-besaran kawasan permukiman, industri dan transportasi yang berdampak pada perubahan pemanfaatan lahan dan pergeseran garis pantai. *Land-based pollution* yang berasal dari permukiman dan industri yang berkembang di sepanjang kaki Gunung Karang (Kota Serang dan sekitarnya) dan erosi dari lahan pertanian yang terbawa oleh aliran permukaan berdampak pada pengurangan kapasitas asimilasi dan penurunan derajat kesehatan penduduk. Eksploitasi sumberdaya pesisir dan laut secara berlebih (misalnya penambangan karang dan pasir laut, konversi hutan *mangrove* dan penggunaan cara-cara penangkapan ikan yang merusak) berdampak pada terjadinya degradasi dan deplesi sumberdaya alam (Glimmerveen, 2001).

Kompleksitas permasalahan dalam pengelolaan lingkungan wilayah pesisir dan laut Teluk Banten semakin diperparah oleh beberapa faktor penghambat (Douven *et al.*, 2000) seperti perencanaan wilayah pesisir yang masih bersifat sektoral, perencanaan dan pengelolaan wilayah darat dan laut yang masih terpisah, dan rendahnya kesadaran para *stakeholders* pada masalah-masalah lingkungan. Pemberlakuan UU No. 27 tahun 2007 tentang pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil, diharapkan mampu memperbaiki mekanisme serta memperkuat kapasitas kelembagaan pemerintah dan masyarakat dalam mengelola sumberdaya pesisir dan laut secara adil, berimbang dan berkelanjutan. UU No. 32 tahun 2004 tentang pemerintahan daerah diharapkan akan semakin membawa perubahan institusional di bidang pengelolaan sumberdaya alam milik daerah, sehingga berbagai hambatan seperti disebutkan di atas dapat segera diatasi.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang model interaksi di antara berbagai variabel dalam subsistem biofisik,

ekonomi dan sosial di wilayah pesisir dan laut Teluk Banten dalam kaitannya dengan upaya peningkatan pendapatan masyarakat dan pemanfaatan sumberdaya alam secara berkelanjutan

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah pesisir dan laut Teluk Banten pada bulan Juli 2006-Maret 2007. Batas wilayah pesisir dan laut ditetapkan menurut batas wilayah perencanaan (Dahuri, *et al.*, 2004). Batas ini meliputi seluruh wilayah daratan (hulu) dan lautan (hilir), tempat berlangsungnya aktivitas antropogenik yang berpotensi menimbulkan dampak secara nyata terhadap lingkungan, sumberdaya pesisir dan laut. Meskipun demikian, karena dampak terbesar dari berbagai aktivitas pembangunan tersebut langsung dirasakan oleh masyarakat yang tinggal berbatasan dengan laut, maka fokus penelitian ini diarahkan pada kecamatan-kecamatan pesisir di sekeliling Teluk Banten.

Sistem Dinamik

Pengelolaan lingkungan wilayah pesisir dan laut Teluk Banten merupakan *multi-stakeholder processes* dengan kepentingan yang beragam. Kondisi ini menuntut penggunaan pendekatan holistik untuk mencapai tujuan yang ditetapkan. Untuk kepentingan tersebut, penelitian ini menggunakan sistem dinamik (Eriyatno, 2003). Model dinamik dirancang menggunakan *software powersim studio 2005 enterprise* berdasarkan *causal loop diagram* (Bellinger, 2004) yang ditetapkan sebelumnya.

Teknik Pengumpulan dan Jenis Data

Jenis data yang diperlukan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan cara observasi ke lokasi/objek penelitian serta pengisian kuesioner, diskusi dan wawancara langsung dengan pakar dan

stakeholders di lokasi penelitian. Data sekunder diperoleh dengan cara menelusuri berbagai sumber seperti hasil penelitian dan dokumen ilmiah dari instansi terkait. Model dirancang dengan input utama berupa prospek pengelolaan lingkungan.

Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling*. Pada teknik ini, sampel diambil berdasarkan pertimbangan-pertimbangan yang didasarkan pada kebutuhan penelitian. Sebanyak 7 orang pakar yang berasal dari kalangan akademisi, birokrasi dan lembaga swadaya masyarakat dengan latar belakang kompetensi keilmuan dan pengalaman di bidang *regional planning*, ekonomi sumberdaya, konservasi, pertambangan, pencemaran lingkungan dan teknologi kelautan merupakan narasumber yang memberikan pandangan yang sangat berarti bagi pengelolaan lingkungan wilayah pesisir dan laut Teluk Banten di masa depan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prospek Pengelolaan Lingkungan

Hasil penelitian menunjukkan, bahwa terdapat 10 faktor penentu keberhasilan pengelolaan lingkungan wilayah pesisir dan laut Teluk Banten di masa depan, meliputi industri, wisata bahari, *sylofisheries*, pengelolaan sumber dampak, perlindungan fisik habitat, pemberdayaan masyarakat, insentif investasi, keamanan investasi, konsistensi kebijakan dan ketersediaan infrastruktur. Analisis terhadap 10 faktor tersebut menghasilkan 5 *key factors*, yakni pengelolaan sumber dampak, insentif investasi, industri, perlindungan fisik habitat dan pemberdayaan masyarakat. *Key factors* yang diperoleh dari hasil analisis digunakan untuk merancang prospek dan skenario pengelolaan lingkungan. Tiga skenario yang dirancang adalah skenario konvensional (*business as usual*) yang berorientasi pada pertumbuhan ekonomi,

skenario konservasi (*conservationism*) yang berorientasi pada keberlanjutan ekologi dan skenario *new urbanism* yang berorientasi pada keseimbangan aspek ekonomi dan ekologi. Untuk setiap skenario, dilakukan intervensi kebijakan berdasarkan *key factors* sesuai dengan orientasi masing-masing. Penilaian terhadap kemungkinan implementasi ketiga skenario tersebut di masa depan (melalui *expert judgment*), menunjukkan bahwa *new urbanism* (55,0%) merupakan skenario paling implementatif (peringkat 1), disusul oleh skenario konservasi (35,00%) pada peringkat 2 dan skenario konvensional (*business as usual*) (10,00%) pada peringkat 3.

Causal Loop Diagram

Hubungan antar variabel pada sistem pengelolaan lingkungan wilayah pesisir dan laut Teluk Banten berkelanjutan ditunjukkan melalui *causal loop diagram* pada Gambar 1.

Permodelan Sistem

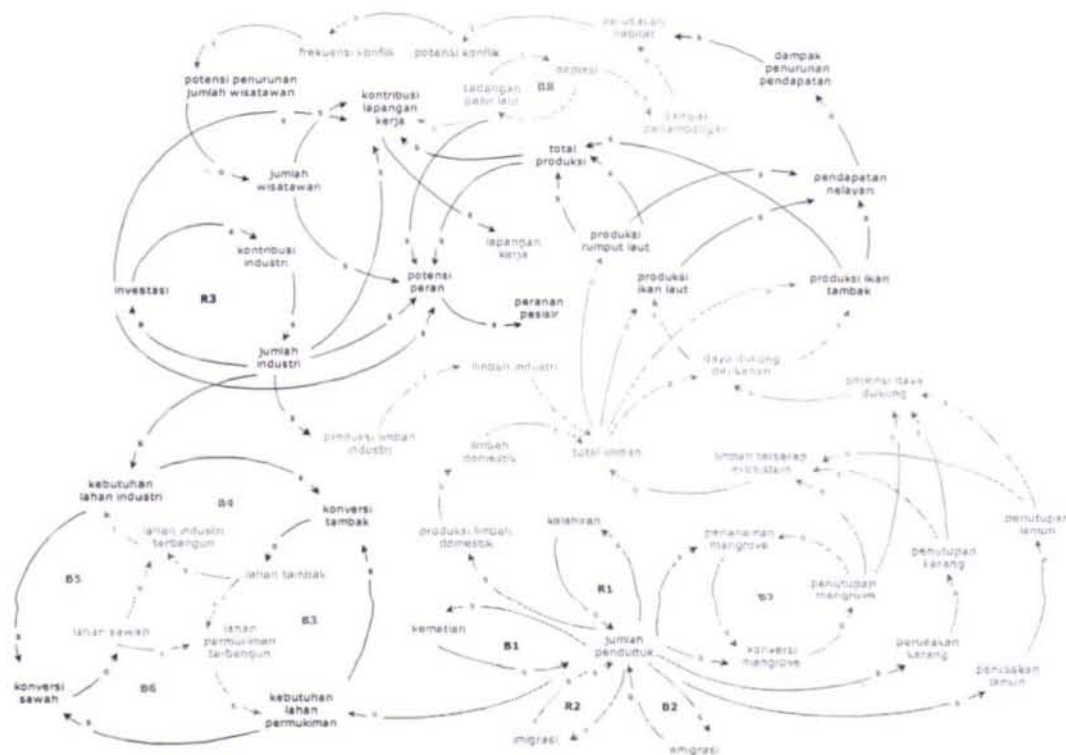
Dalam penelitian ini, sistem pengelolaan lingkungan wilayah pesisir dan laut Teluk Banten berkelanjutan direpresentasikan melalui model yang menggambarkan interaksi di antara variabel-variabel di dalam submodel biofisik, ekonomi dan sosial (Gambar 2). Dengan demikian, model pengelolaan lingkungan yang dirancang merupakan integrasi di antara ketiga submodel tersebut. Submodel biofisik merupakan *main model* yang memberikan ilustrasi tentang interaksi yang terjadi di antara variabel-variabel di dalam komponen submodel (ekosistem alami, tata guna lahan, pasir laut dan pencemaran).

Submodel ekonomi merupakan *co-model* yang memberikan ilustrasi tentang interaksi yang terjadi di antara variabel-variabel di dalam komponen submodel (industri dan SDA hayati).

Submodel sosial merupakan *co-model* yang memberikan ilustrasi

tentang interaksi yang terjadi di antara variabel-variabel di dalam komponen

submodel (penduduk dan konflik sosial).



Gambar 1. Hubungan antar variabel dalam subsistem biofisik (biru), ekonomi (hitam) dan sosial (merah) pada sistem pengelolaan lingkungan wilayah pesisir dan laut Teluk Banten berkelanjutan.

Simulasi Model

Simulasi dilakukan untuk mengetahui dan membandingkan perilaku model antar skenario. Pada skenario konvensional, kebijakan insentif investasi telah berhasil menciptakan iklim investasi yang kondusif sehingga mendorong peningkatan volume investasi secara eksponensial (*exponential growth*) (Gambar 3a). Peningkatan volume investasi sebenarnya juga terjadi pada skenario *new urbanism*, tetapi dalam volume yang sedikit lebih kecil. Pada skenario konservasi, meskipun kebijakan insentif investasi tidak diberlakukan, tetapi peningkatan volume investasi tetap terjadi (dalam volume yang jauh lebih kecil). Hal ini terkait dengan asumsi tingkat keamanan

investasi yang tinggi dan kemudahan berinvestasi lainnya yang memang sudah terkondisi dengan baik jauh sebelum skenario pengelolaan lingkungan ini ditetapkan.

Peningkatan volume investasi secara eksponensial mendorong peningkatan jumlah industri melalui pola yang sama (Gambar 3b). Kondisi ini didukung oleh kebijakan pengembangan industri yang gencar digalakkan, sehingga peran saling melengkapi antara investasi dan pengembangan industri mendorong terciptanya sinergi pertumbuhan yang tinggi. Pada skenario *new urbanism*, peran saling melengkapi antara investasi dan pengembangan industri juga begitu nyata terlihat, tetapi dalam skala yang lebih kecil

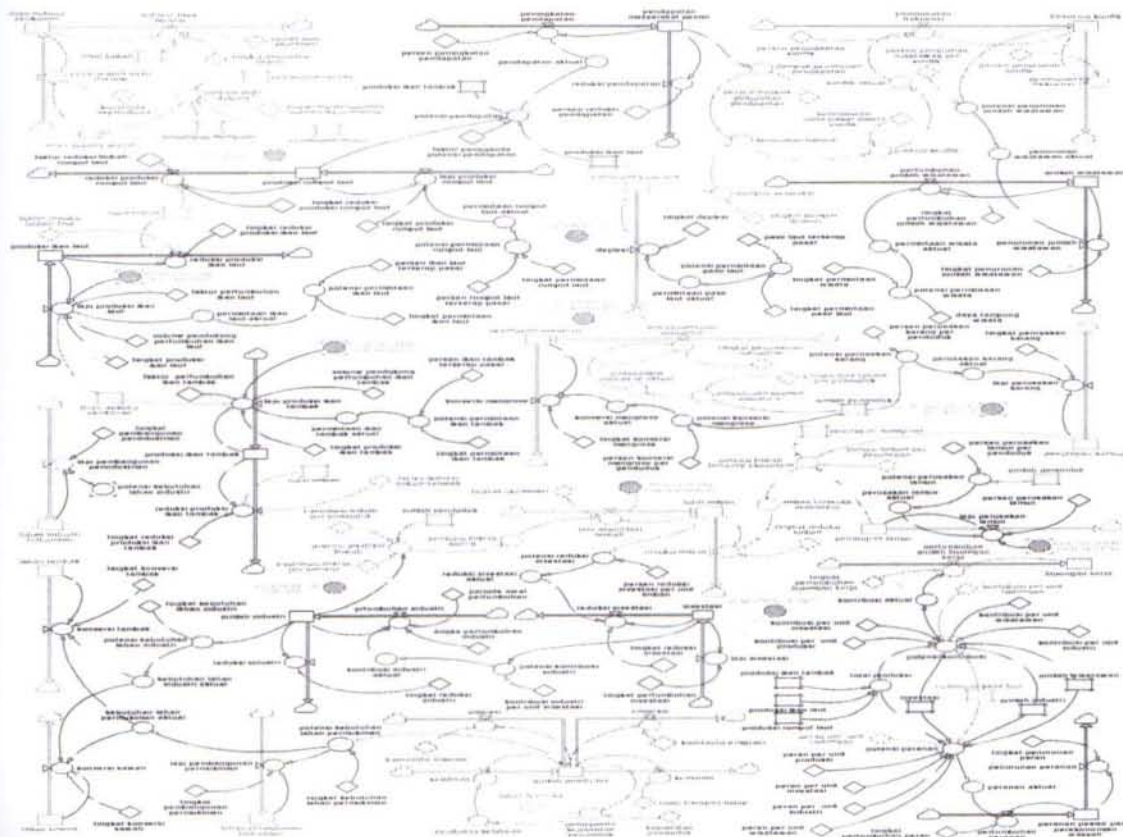
dibandingkan dengan skenario konvensional. Pada skenario konservasi, terjadi (dalam skala yang jauh lebih kecil), tetapi ternyata justru diikuti oleh penurunan jumlah industri. Kondisi ini terjadi, mengingat *grand design* pengelolaan lingkungan yang memang berorientasi pada domain konservasi, sehingga investasi sekecil apapun selalu dicurigai untuk kepentingan pengembangan industri. Pada sisi lain, industri dipandang tidak sejalan dengan kaidah-kaidah konservasi, karena limbah yang dihasilkan bersifat merusak lingkungan.

Pada skenario konvensional, peningkatan industri dan jumlah penduduk mendorong peningkatan produksi limbah secara eksponensial (Gambar 3c). Kondisi ini terjadi, mengingat skenario ini memang

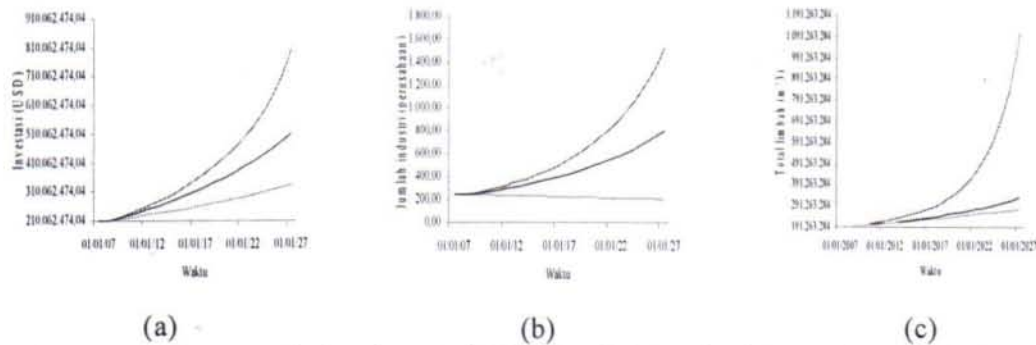
walaupun peningkatan investasi juga masih

hanya berorientasi pada pertumbuhan ekonomi saja, sedangkan pengendalian produksi limbah tidak dilakukan sama sekali. Dari Gambar 3c diketahui, bahwa peningkatan produksi limbah pada skenario *new urbanism* dan konservasi jauh lebih terkendali. Hal ini terkait dengan implementasi kebijakan pengelolaan sumber dampak yang berhasil menekan produksi limbah secara signifikan.

Perilaku model pada *level* pendapatan masyarakat pesisir untuk ketiga skenario diilustrasikan pada Gambar 4. Pendapatan masyarakat pesisir pada skenario konvensional membentuk pola peluruhan secara eksponensial (*exponential decay*)



Gambar 2. Struktur model pengelolaan lingkungan wilayah pesisir dan laut Teluk Banten berkelanjutan (biru untuk submodel biofisik, hitam untuk ekonomi, merah untuk sosial dan ungu untuk intervensi kebijakan).



Gambar 3. Pola pertumbuhan investasi (a) industri (b) peningkatan volume limbah (c) pada tiga skenario; konvensional (merah), *new urbanism* (biru), konservasi (hijau).

Pola ini terbentuk mengikuti pola peluruhan secara eksponensial produksi ikan laut, ikan tambak dan rumput laut (Gambar 5a). Peluruhan produksi berhubungan erat dengan akumulasi limbah yang meningkat secara eksponensial (Gambar 3c), sehingga menurunkan daya dukung perikanan secara tajam (Gambar 6). Kondisi ini menunjukkan, bahwa meningkatnya kinerja sektor industri dan investasi, ternyata justru diikuti oleh melemahnya kinerja sektor kelautan. Tidak adanya sinergi di antara sektor-sektor tersebut, diperburuk oleh kegagalan kebijakan (*policy failure*) pemberdayaan masyarakat, sehingga berdampak pada semakin terpuruknya komunitas pesisir karena pendapatan yang makin rendah. Pendapatan masyarakat pesisir pada skenario konservasi dan *new urbanism* mengikuti *limit to success archetype*. Kondisi ini dimungkinkan, mengingat produksi ikan laut, ikan tambak dan rumput laut yang mulai meningkat (Gambar 5b dan 5c), sejalan dengan akumulasi limbah yang minimal (Gambar 3c), sehingga daya dukung perikanan juga meningkat (Gambar 6). Kebijakan pemberdayaan masyarakat yang diimplementasikan secara efektif memberikan kontribusi pada peningkatan pendapatan masyarakat pesisir secara nyata.

Perilaku model pada *level* frekuensi konflik untuk ketiga skenario diilustrasikan

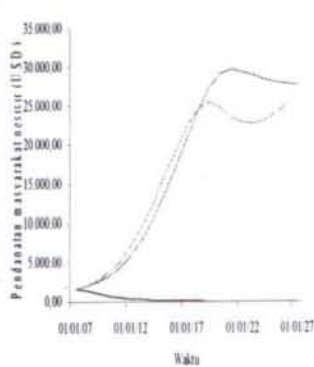
pada Gambar 7. Terdapat perbedaan pola frekuensi konflik yang mendasar antara skenario konvensional dengan skenario konservasi dan *new urbanism*. Pada skenario konvensional, frekuensi konflik membentuk pola *exponential growth*, sedangkan pada skenario konservasi dan *new urbanism*, frekuensi konflik membentuk pola *exponential decay*. Perbedaan mendasar ini disebabkan karena pada skenario konvensional, tingginya kinerja sektor investasi dan industri (Gambar 3a dan b), justru diikuti oleh penurunan produksi ikan laut, ikan tambak dan rumput laut (Gambar 5a). Hal ini terjadi karena produksi limbah yang tinggi (Gambar 3c) dan tingkat kerusakan habitat yang serius akibat penambangan pasir laut. Penurunan produksi ikan laut, ikan tambak dan rumput laut berdampak pada penurunan pendapatan masyarakat pesisir secara nyata (Gambar 4). Kondisi ini menunjukkan adanya kegagalan pengelolaan konflik kepentingan antar *stakeholders* (antara pihak industri, penambangan pasir laut dan masyarakat pesisir) sehingga frekuensi konflik di kalangan masyarakat meningkat secara tajam. Pada skenario *new urbanism*, peningkatan kinerja sektor investasi dan industri (Gambar 3a dan b) bersinergi dengan peningkatan kinerja sektor kelautan (Gambar 5b). Pada skenario konservasi, kinerja sektor industri justru sedikit menurun (Gambar 3b) walaupun investasi

masih meningkat (Gambar 3a). Efektivitas kebijakan pengelolaan sumber dampak mendorong rendahnya produksi limbah (Gambar 3c). Regulasi pertambangan yang diberlakukan secara ketat mampu menekan tingkat kerusakan habitat. Daya dukung yang terjaga secara baik (Gambar 6) mampu meningkatkan produksi ikan laut, ikan tambak dan rumput laut (Gambar 5c) sehingga mendorong peningkatan pendapatan masyarakat pesisir secara nyata (Gambar 4). Kondisi ini menunjukkan adanya keberhasilan pengelolaan konflik kepentingan antar *stakeholders*, sehingga frekuensi konflik di kalangan masyarakat menurun tajam.

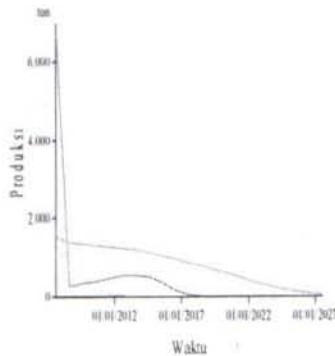
Validasi Model

Validasi model dilakukan untuk mengetahui sejauh mana model dapat menirukan kondisi yang sesungguhnya. Teknik validasi yang digunakan adalah validasi struktur model, dilakukan melalui uji validitas konstruksi dan kestabilan struktur. Validitas konstruksi menunjukkan konstruksi model yang dapat diterima secara ilmiah; sedangkan kestabilan struktur menunjukkan kekuatan struktur (*robustness*) dalam dimensi waktu.

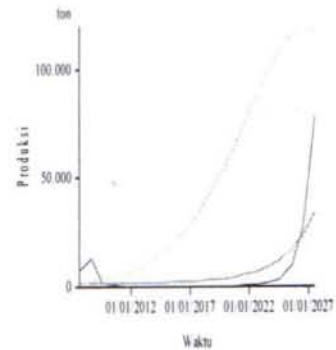
Validasi konstruksi dilakukan untuk menunjukkan sejauh mana struktur model yang dirancang sesuai dengan aturan berpikir logis dari objek yang diteliti. Peningkatan volume investasi secara eksponensial (Gambar 3a), yang diikuti oleh peningkatan jumlah industri (Gambar 3b) dan volume limbah (Gambar 3c) melalui pola yang sama, merupakan fenomena umum yang terjadi pada sistem yang sedang berkembang. Pada fase ini, semua potensi sumberdaya dikondisikan untuk mendukung kinerja pertumbuhan. Peningkatan volume investasi juga didukung oleh iklim investasi yang kondusif dan insentif investasi yang menarik. Investasi dan industri merupakan dua sektor terkait yang memiliki peran saling melengkapi dalam rangka menciptakan sinergi pertumbuhan yang tinggi. Peningkatan volume limbah merupakan resiko lingkungan yang harus dibayar manakala industri menjadi pilihan untuk dikembangkan. Meskipun demikian, resiko ini sebenarnya dapat diminimasi melalui pemilihan industri ramah lingkungan dan pengelolaan sumber dampak secara konsisten (Gambar 3c pada skenario *new urbanism* dan konservasi).



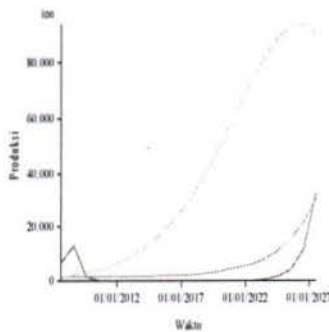
Gambar 4



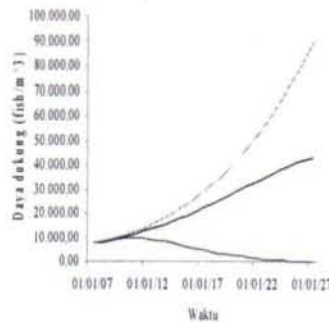
Gambar 5a



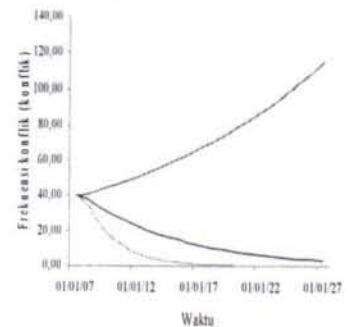
Gambar 5b



Gambar 5c



Gambar 6



Gambar 7

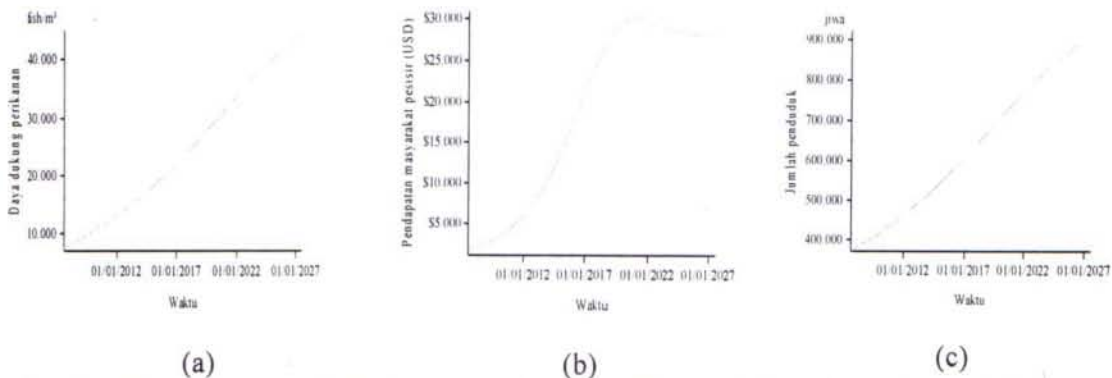
- Gambar 4. Pola pertumbuhan pendapatan masyarakat pesisir pada tiga skenario; konvensional (merah), *new urbanism* (biru) dan konservasi (hijau).
- Gambar 5a-c. Pola produksi ikan laut (coklat), ikan tambak (hijau) dan rumput laut (ungu) pada tiga skenario; 5a. konvensional, 5b. *new urbanism* dan 5c. konservasi.
- Gambar 6. Pola daya dukung perikanan pada tiga skenario; konvensional (merah), *new urbanism* (biru) dan konservasi (hijau).
- Gambar 7. Pola frekuensi konflik pada tiga skenario; konvensional (merah), *new urbanism* (biru) dan konservasi (hijau).

Kestabilan struktur model diketahui melalui perbandingan hasil simulasi antara *main model* dengan *co-model*. Struktur model dinyatakan stabil apabila terdapat keserupaan hasil simulasi antara keduanya. Pada skenario *new urbanism*, dengan mencermati hasil simulasi variabel daya dukung perikanan pada *main model* dan pendapatan nelayan serta jumlah penduduk pada *co-model* (Gambar 8), diketahui bahwa terdapat keserupaan kinerja daya dukung perikanan pada *main model* dengan pendapatan nelayan dan jumlah penduduk pada *co-model* (ketiga variabel tersebut cenderung membentuk *limit to success archetype*). Dengan demikian, model yang dirancang telah memenuhi kriteria kestabilan struktur.

Validasi konsistensi dilakukan untuk mengetahui konsistensi unit analisis. Pada sektor penduduk, *level* jumlah penduduk yang memiliki unit analisis jiwa, terhubung oleh *rate* kelahiran yang unit analisisnya jiwa/tahun. Karena angka kelahiran memiliki unit analisis %/tahun, maka agar

unit analisis pada sisi *reinforcing process* ini memenuhi kriteria validitas konsistensi, antara *level* jumlah penduduk dengan *rate* kelahiran dihubungkan oleh *auxiliary* pembatas kelahiran yang bersifat *dimensionless*, karena merupakan fungsi *graphcurve* (*polynomial graph with linear asymptotes*) yang tidak memiliki unit analisis. *Graphcurve* mendapat *input value* dari *auxiliary* pengganda kepadatan penduduk (*dimensionless*), karena merupakan hasil multiplikasi dari *constant* lahan tersedia (km^2), kepadatan penduduk (jiwa/km^2), dan *level* jumlah penduduk (jiwa). Pada sisi *balancing process*, *level* jumlah penduduk (jiwa) dikontrol oleh *rate* kematian (jiwa/tahun); oleh karena itu, agar unit analisis pada sisi ini memenuhi kriteria validitas konsistensi, hanya diperlukan sebuah *constant* umur harapan hidup yang memiliki unit analisis tahun.

Penjelasan serupa digunakan pula untuk melakukan validasi konsistensi pada keseluruhan model yang dirancang



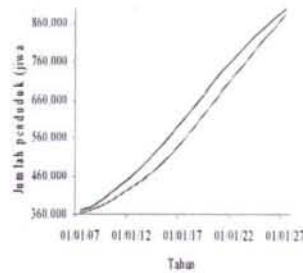
Gambar 8. Kecerupaan kinerja daya dukung perikanan (a) pada *main model* dengan pendapatan masyarakat pesisir (b) dan jumlah penduduk (c) pada *co-model*.

Validasi kinerja dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kinerja model *compatible* dengan kinerja sistem. Perbandingan perilaku model dengan perilaku data aktual (direpresentasikan oleh pola kecenderungan data aktual) pada variabel jumlah penduduk (Gambar 9), menunjukkan bahwa terdapat keserupaan kinerja model dengan kinerja sistem. Nilai AME (*absolute means error*) dan AVE (*absolute variation error*) pada variabel jumlah penduduk (masing-masing 5,96% dan 4,32%) juga masih berada pada batas penyimpangan (*error*) yang masih dapat diterima (5-10%) Dengan demikian, model yang dirancang telah memenuhi kriteria validitas kinerja. Secara keseluruhan, model yang telah memenuhi kriteria validitas konstruksi, kestabilan struktur, validitas konsistensi dan validitas kinerja dinilai sebagai model yang logis dan objektif serta memenuhi kriteria kebenaran ilmiah.

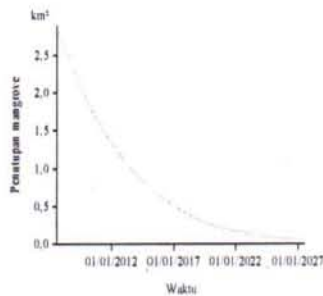
Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui sensitivitas/kepekaan parameter, variabel dan hubungan antar variabel di dalam model. Analisis sensitivitas menghasilkan perubahan

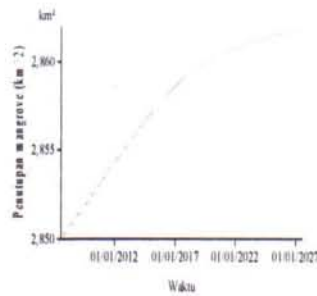
perilaku model dan digunakan untuk menganalisis pengaruh intervensi terhadap kinerja model. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis sensitivitas melalui intervensi fungsional, yaitu intervensi terhadap parameter tertentu dengan menggunakan fasilitas STEP (*step function*) dan PULSE (*periodic pulse*). Pemanfaatan fasilitas STEP untuk mengetahui pengaruh intervensi kebijakan perlindungan fisik habitat terhadap penutupan *mangrove*, misalnya, telah menyebabkan kurva penutupan *mangrove* yang membentuk pola *exponential decay* pada skenario konvensional (Gambar 10a, berubah menjadi *limit to success* pada skenario konservasi dan *new urbanism* (Gambar 10b dan 10c). Pemanfaatan fasilitas PULSE untuk mengetahui pengaruh intervensi kebijakan pengembangan industri terhadap jumlah industri, juga telah menyebabkan kurva jumlah industri yang membentuk pola *exponential growth* pada skenario konvensional, berubah menjadi *exponential decay* pada skenario konservasi dan *exponential growth* kembali pada skenario *new urbanism* (Gambar 3b).



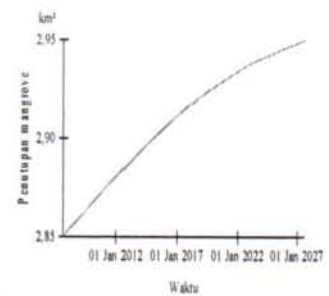
Gambar 9



Gambar 10 a



Gambar 10 b



Gambar 10 c

Gambar 9. Keserupaan kinerja model (biru) dengan kinerja sistem (merah) pada level jumlah penduduk.

Gambar 10a-c. Perubahan perilaku level penutupan mangrove sebagai efek dari pemanfaatan fasilitas STEP dalam intervensi kebijakan perlindungan fisik habitat. Skenario konvensional (a), *new urbanism* (b) dan konservasi (c).

Rekomendasi Kebijakan

Berdasarkan hasil analisis terhadap tiga skenario di atas dan perubahan kinerja model menurut skenario yang ditetapkan, maka kebijakan yang direkomendasikan untuk mendukung keberhasilan pengelolaan lingkungan wilayah pesisir dan laut Teluk Banten di masa depan diuraikan sebagai berikut:

- a. Pengelolaan sumber dampak. Kebijakan ini diarahkan untuk menjamin kelestarian fungsi ekosistem pesisir dan laut Teluk Banten.
- b. Insentif investasi. Kebijakan ini diperlukan selain untuk menekan tingginya biaya investasi di berbagai kegiatan ekonomi sektor kelautan, juga untuk merangsang

pertumbuhan kegiatan ekonomi baru di wilayah pesisir dan laut Teluk Banten.

- c. Pengembangan industri. Perlu dibangun sebuah *grand strategy* pengembangan industri nasional yang didukung oleh aspek hukum yang jelas dan dituangkan secara nyata dalam program pembangunan di daerah, khususnya di wilayah pesisir dan laut Teluk Banten.
- d. Perlindungan fisik habitat. Kebijakan ini dapat dilakukan melalui pengamanan kawasan ekosistem mangrove, terumbu karang dan padang lamun serta koordinasi lintas sektoral.
- e. Pemberdayaan masyarakat. Kebijakan ini diimplementasikan melalui penataan sistem sosial-ekonomi

dan pemberdayaan mental secara terpadu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Model pengelolaan lingkungan wilayah pesisir dan laut Teluk Banten yang dirancang dengan mengintegrasikan kebijakan yang tepat melalui pengembangan industri, insentif investasi, perlindungan fisik habitat, pengelolaan sumber dampak dan pemberdayaan masyarakat, merupakan model yang implementatif dalam kaitannya dengan upaya peningkatan pendapatan masyarakat dan pemanfaatan sumberdaya alam secara berkelanjutan.

Saran

Untuk mengetahui kinerja sistem secara lebih dalam, perlu dirancang model pengelolaan lingkungan wilayah pesisir dan laut Teluk Banten dalam konteks yang lebih mikro (melibatkan komponen submodel secara lebih terbatas tetapi dengan tinjauan yang lebih *detail*). Dengan model yang lebih mikro, alternatif kebijakan yang diimplementasikan bisa lebih spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bellinger, G. 2004. Archetypes interaction structures of the universe. <http://www.systems-thinking.org/arch/arch.htm>. 24 jul 2006.
- Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting, dan M.J. Sitepu. 2004. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Douven, W.J.A.M. 1999. Human pressure on marine ecosystems in the Teluk Banten coastal zone: present situation and future prospects. Teluk Banten Research Program Report Series 3: 1-38.
- Douven W.J.A.M., Tiwi, D.A. and Heun, J. 2000. Integrated research to support coastal zone management in Banten Bay. Indonesian Journal of Coastal and Marine Resource Management.3: 1.
- Eriyatno. 2003. Ilmu Sistem Meningkatkan Mutu dan Efektivitas Manajemen. IPB Press. Bogor.
- French, P.W. 2004. The changing nature of, and approaches to, UK coastal management at the start of the twenty-first century. The Geographical Journal (170).
- Glimmerveen, M. 2001. Modelling interactions between natural and socio-economic systems: the catch and trade of live fish for food in Teluk Banten, West Java, Indonesia. Teluk Banten Research Program Report Series 5: 1-45.
- MacDonald, R.B. 2005. Managing marine misbehavior: good science, good policy, bad human. Journal of International Affairs (59).