

# DINAMIKA KEBUTUHAN RUANG DI WILAYAH PESISIR TELUK LAMPUNG

<sup>1</sup>A.A. Damai, <sup>2</sup>M.Boer, <sup>3</sup>A.Damar, <sup>3</sup>Marimin, dan <sup>4</sup>E. Rustiadi

<sup>1</sup>Program Studi SPL, Sekolah Pascasarjana, IPB, Bogor

<sup>2</sup>Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB, Bogor

<sup>3</sup>Departemen Teknologi Industri, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor

<sup>4</sup>Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB, Bogor.

Diterima 11 Juni 2011; disetujui 5 September 2011

## ABSTRACT

Coastal zone is complex and dynamic in nature, and also vulnerable against stress. On the other side, it has various resources and environment services, and hence tend to be over exploited. For that reason, conflict of space utilization whether inter or intern sector, and various background of interest, became an ordinary problem. Comprehensive understanding of space need for various of interest, therefore, should become an important effort as a basic information for sustainable management of coastal zone. The reasearch was intended to depict comprehensively the space need both of terrestrial and waters in coastal zone of Lampung Bay, through system dynamics approach. The result showed that: (1) projection of space need could be prepared comprehensively, through system dynamics approach; (2) main components of system (i.e. population, economic activities, and space availability) in coastal zone of Lampung Bay, are interrelated and interdependent, and in order to achieve sustainable relation among them, consequently it has to be attained and maintained a proportion of protected area as 54.482 ha (42,09%) of land and 4.822 ha (3,02%) of waters; (3) accomplishment of space need in coastal zone of Lampung Bay require conversion of a part of production area to become protected area, the scenario could accommodate space need for various interest toward the sustainable regional development.

*Key words: space need, coastal zone, dynamics system, Lampung Bay.*

## PENDAHULUAN

Sebagai perpaduan antara daratan dan perairan, wilayah pesisir (*coastal zone*) memiliki kompleksitas tinggi, dinamis, dan rentan terhadap berbagai tekanan. Ruang daratan dan perairan, saling terkait secara ekologis, ekonomi, dan sosial. Di sisi lain, wilayah pesisir memiliki beragam sumberdaya dan jasa lingkungan, sehingga cenderung dieksploitasi secara berlebihan. Kondisi tersebut menimbulkan konflik pemanfaatan ruang, baik antar sektor maupun intra sektor, dengan kepentingan beragam. Oleh karena itu, upaya pemahaman kebutuhan ruang untuk berbagai kepentingan, menjadi penting dilakukan sebagai suatu informasi dasar bagi pengelolaan wilayah pesisir berkelanjutan.

Pendekatan sistem yang berlandaskan pada keragaman dan selalu mencari keterpaduan antar komponen, dapat memberikan suatu pemahaman yang lebih komprehensif. Dengan karakter SHE (sibernetik, holistik, dan efektif), pendekatan sistem menawarkan pemahaman fenomena dunia nyata (*real world*) secara lebih komprehensif (Eriyatno 1999; Marimin 2004). Daratan dan perairan, dapat dipandang sebagai suatu sistem utuh, dengan komponen utama terdiri dari

populasi (penduduk), aktivitas ekonomi, dan penggunaan ruang. Dinamika wilayah pesisir dapat dijelaskan melalui kajian menyeluruh (holistik) dari ketiga komponen serta interaksinya, dan dapat memberikan pemahaman kebutuhan ruang secara komprehensif.

Teluk Lampung merupakan salah satu teluk di ujung selatan Provinsi Lampung, termasuk dalam administrasi Kota Bandar Lampung, Kabupaten Pesawaran dan Kabupaten Lampung Selatan. Wilayah ini merupakan lokasi beragam aktivitas yang meliputi permukiman dan perkotaan, pertanian, kehutanan dan perkebunan, industri manufaktur, perikanan tangkap dan budidaya, transportasi laut, militer, dan pariwisata (Wiryawan *et al.*, 1999; Pemerintah Provinsi Lampung, 2001; Bappeda Provinsi Lampung, 2009). Perkembangan perekonomian dan pertumbuhan penduduk telah memperbesar kebutuhan ruang, dan menimbulkan konflik pemanfaatan ruang antar berbagai kepentingan (Wiryawan *et al.* 1999; Yusuf, 2005). Pendekatan sistem, diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai dinamika kebutuhan ruang secara komprehensif, yang akan bermanfaat bagi

pengelolaan wilayah pesisir secara terpadu dan berkelanjutan (Ramos, 2004; Aurambout *et al.*, 2005). Sebagai suatu wilayah pesisir yang kompleks, seperti disajikan di atas, Teluk Lampung dipilih sebagai wilayah penelitian.

**METODE**

**Pendekatan penelitian**

Penelitian menggunakan pendekatan sistem dinamik, karena kemampuannya menyajikan keterkaitan antar peubah (variabel) dan mensimulasikan perilaku sistem, sehingga dapat mengkaji sistem kompleks (Sternan, 2002; Elshorbagy *et al.*, 2005; Yufeng dan Shu Song 2005). Selain itu, sistem dinamik mampu menunjukkan kebijakan (*policies*) mempengaruhi sifat sistem, sehingga keputusan dapat mudah diambil; bila didapatkan sifat sistem yang tidak diinginkan, maka dapat diperbaiki (Forrester 1998; White dan Engelen, 2000; Forrester 2003; Aurambout *et al.*, 2005). Untuk mendapatkan penyajian spasial, dilakukan integrasi dengan Sistem Informasi Geografis (SIG).

**Wilayah penelitian**

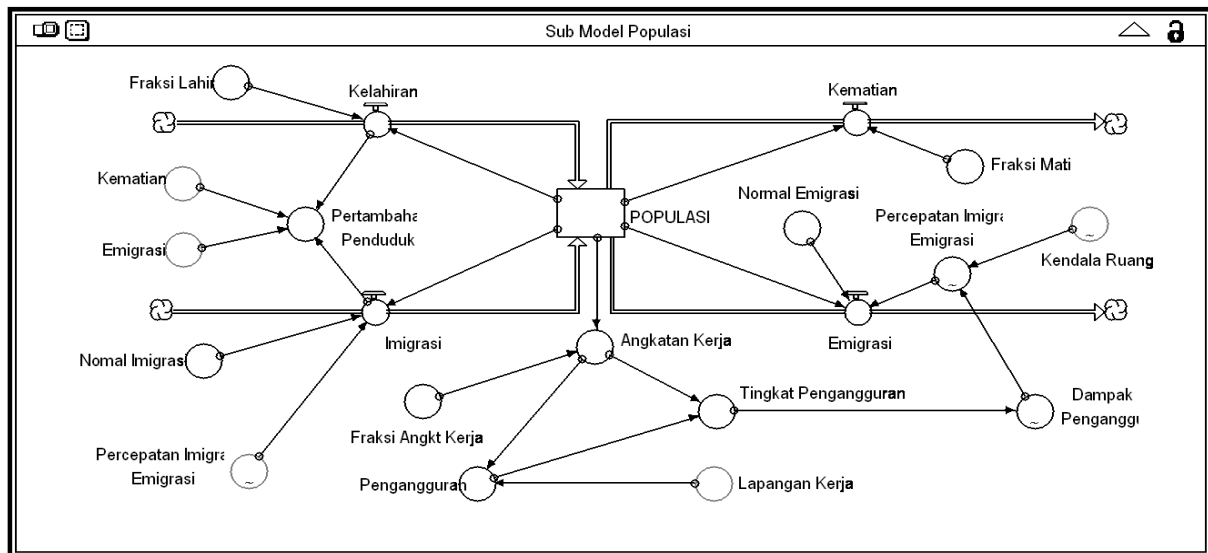
Definisi wilayah penelitian mengacu pada batas ke arah darat dan laut, yaitu: (1)

daratan meliputi kecamatan pesisir di Kota Bandar Lampung (Kecamatan Teluk betung Barat, Teluk betung Selatan, dan Panjang), Kabupaten Lampung Selatan (Kecamatan Ketibung, Sidomulyo, Kalianda, Raja basa, dan Bakauheni), dan Kabupaten Pesawaran (Kecamatan Padang Cermin dan Punduh Pidada); dan (2) perairan adalah Teluk Lampung dengan posisi geografis terletak antara 105° 11' - 105° 43' BT dan 5° 26' - 5° 59' LS.

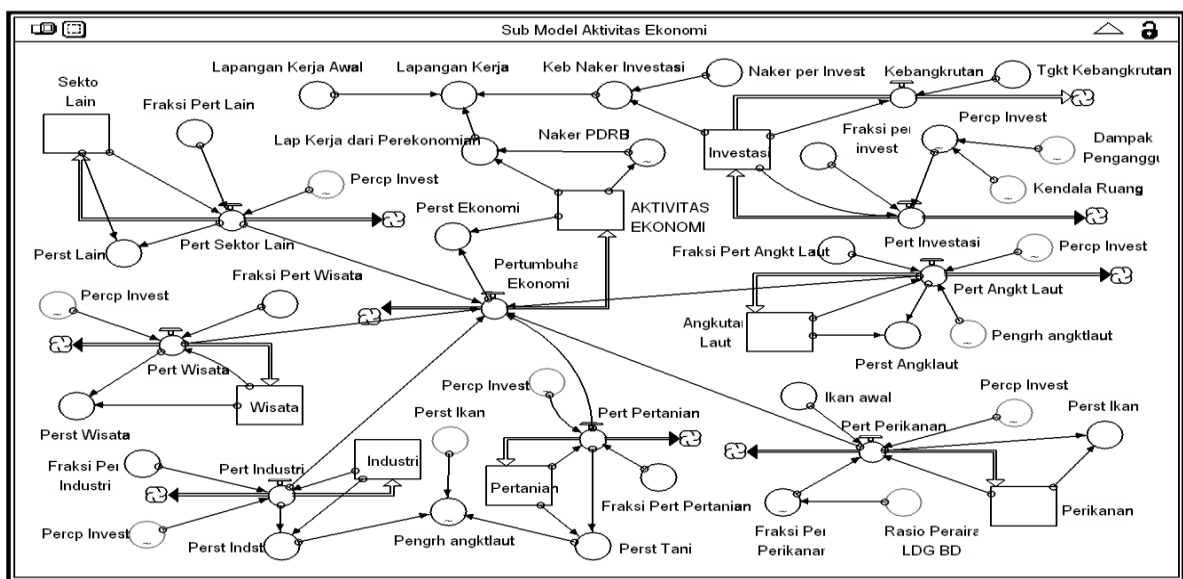
**Batas dan pemodelan sistem**

Secara fisik sistem dibatasi oleh wilayah penelitian, secara non-fisik dibatasi pada komponen-komponen utama yaitu populasi, aktivitas ekonomi, serta kebutuhan dan ketersediaan ruang, serta interaksi di antara komponen tersebut. Aspek lain dimasukkan sebagai lingkungan sistem, seperti sosial budaya, agama, dan lain-lain.

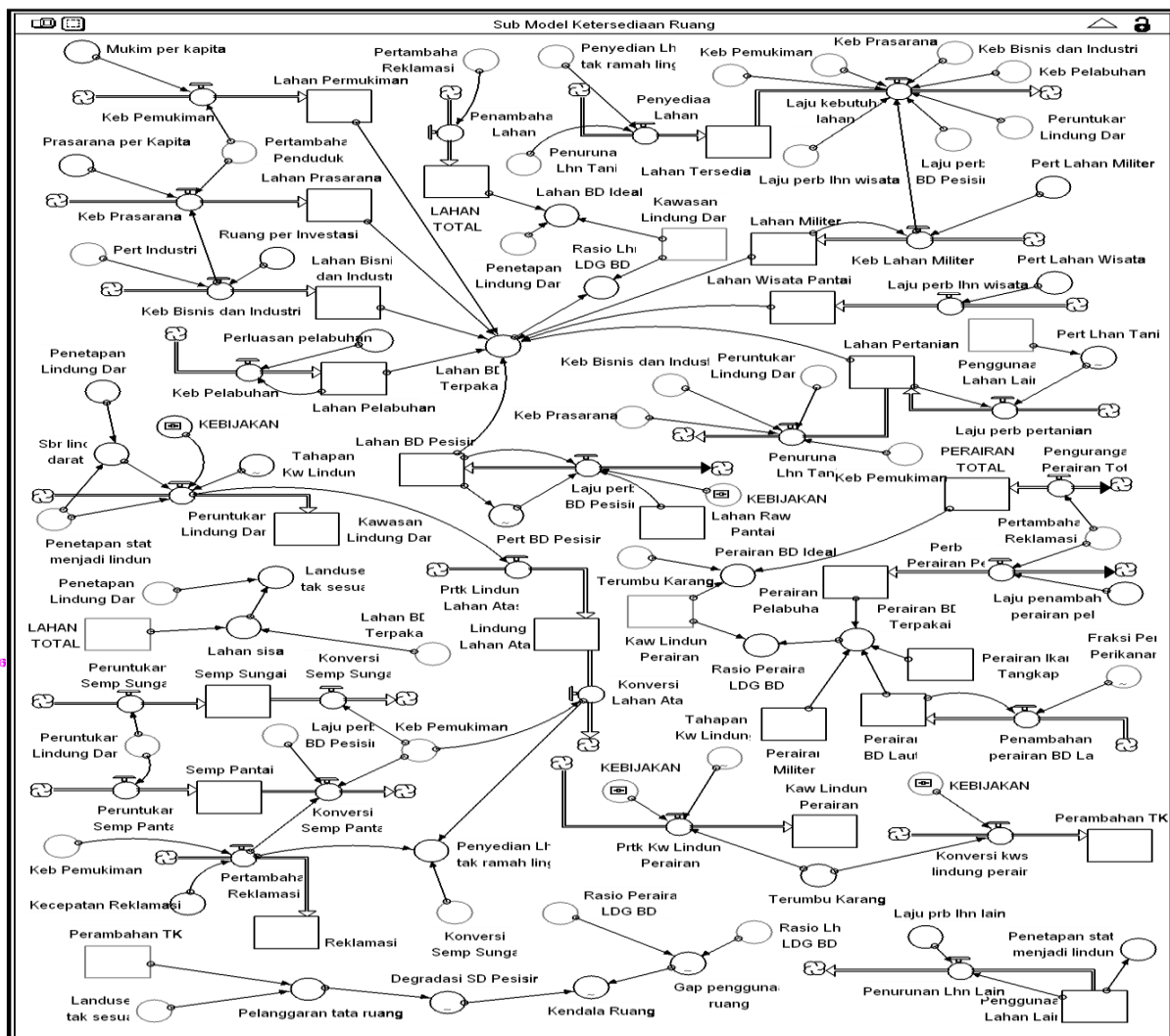
Pemodelan sistem menggunakan model simbolik, dengan alat bantu program Stella 7.r. dari HPS Inc. (2001). Model menggambarkan dinamika dan interaksi antar komponen yang bersifat timbal balik, dan masing-masing diwakili oleh sub-model, dan secara ringkas disajikan pada Gambar 1 sampai 3.



Gambar 1. Sub-model populasi



Gambar 2. Sub-model aktivitas ekonomi



Gambar 3. Sub-model ketersediaan ruang

Secara keseluruhan, terdapat 137 peubah dalam model, dengan nilai awal atau parameter masing-masing peubah didapat dari data sekunder; pengolahan data sekunder, analisis

citra satelit, SIG, dan simulasi model. Nilai awal atau parameter peubah utama yang terkait dengan kebutuhan ruang, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai awal dan parameter beberapa peubah utama model yang terkait dengan kebutuhan ruang

No.	Peubah	Deskripsi	Nilai Awal / Parameter	Satuan	Pendugaan
1	AKTIVITAS_EKONOMI	Aktivitas perekonomian, yang digambarkan dari nilai besarnya PDRB harga konstan di wilayah penelitian.	2.628.969	Rp juta	S
2	POPULASI	Jumlah penduduk total yang dipengaruhi oleh kelahiran, kematian, imigrasi, dan emigrasi, berdasarkan data BPS.	533.298	orang	S
3	Kawasan_Lindung_Darat	Merupakan luas total kawasan lindung yang ditetapkan sesuai dengan kriteria yang termasuk lahan kelas 8, 7, 6, dan 5, yang meliputi lahan atas, sempadan sungai, dan sempadan pantai, total luas ideal sebesar 42,60% dari luas daratan.	0	ha	E
4	Kaw_Lindung_Perairan	Merupakan luas total kawasan lindung perairan yang ditetapkan sesuai dengan tutupan terumbu karang dan lamun dengan luas total 4.823 ha.	0	ha	E
5	Lahan_Permukiman	Lahan yang digunakan untuk pemukiman penduduk.	1.531	ha	PS
6	Lahan_BD_Pesisir	Lahan yang digunakan untuk tambak.	2.477	ha	PS
7	Lahan_Bisnis_dan_Industri	Lahan yang digunakan untuk bisnis dan industri, termasuk pertokoan, industri manufaktur (pabrik), dan sebagainya, didapat dari berdasarkan analisis citra.	880	ha	PS
8	Lahan_Militer	Lahan yang digunakan untuk pangkalan TNI-AL di Teluk Ratai, diperkirakan dari analisis citra.	115	ha	PS
9	Lahan_Pelabuhan	Luas lahan areal pelabuhan, dari analisis citra diperkirakan luas lahan seluruh pelabuhan di Teluk Lampung.	210	ha	PS
10	Lahan_Pertanian	Ruang yang digunakan untuk pertanian (pangan, perkebunan, sawah, dan peternakan).	105.223	ha	PS
11	Lahan_Prasarana	Lahan untuk prasarana, termasuk fasos dan fasum, meliputi antara lain jalan, pendidikan, kesehatan, dan sebagainya.	890	ha	PS
12	Lahan_Wisata_Pantai	Lahan yang digunakan untuk areal wisata pantai dan bahari di Teluk Lampung, didapatkan dari analisis citra; yang terluas adalah Merak Belantung (krakatau), pasir putih, pulau pasir, dan tanjung selaki.	60	ha	PS
13	Perairan_BD_Laut	Merupakan luas perairan yang digunakan untuk kegiatan budidaya perikanan laut, yang meliputi keramba jaring apung (KJA), budidaya rumput laut, dan budidaya mutiara; baik milik perusahaan besar maupun masyarakat.	8.000	ha	S
14	Perairan_Ikan_Tangkap	Merupakan perairan yang secara tradisional yang digunakan oleh nelayan di Teluk Lampung untuk menangkap ikan ( <i>fishing ground</i> ).	80.262	ha	S
15	Perairan_Militer	Merupakan perairan yang ditetapkan untuk pelatihan tempur laut TNI-AL Armada Barat dan Komar. Berdasarkan peta Teluk Lampung (Dishidros TNI-AL, 1998), yang dianalisis dari SIG.	35.417	ha	S
16	Perairan_Pelabuhan	Merupakan perairan yang menjadi daerah lingkungan kerja (DLKr) dan daerah lingkungan kepentingan (DLKp) pelabuhan, dan alur pelayaran.	4.330	ha	S
17	KEBIJAKAN	Merupakan faktor pengali yang mewakili kebijakan penetapan kawasan lindung dan budidaya darat dan perairan .	0 - 1	-	E
18	Kendala_Ruang	Menunjukkan kendala pengembangan wilayah akibat tidak tersedianya ruang dan terjadinya degradasi sumberdaya.	<i>graph</i>	-	E
19	Degradasi_SD_Pesisir	Degradasi sumberdaya pesisir akibat terjadinya konversi kawasan lindung, dinyatakan dalam skala mendekati nilai 0 berarti tidak terjadi degradasi dan mendekati nilai 1 berarti terjadi degradasi maksimum.	<i>graph</i>	-	E

Keterangan :S = data sekunder; PS = Pengolahan data sekunder, analisis citra satelit, dan SIG; E = simulasi model, *graph* = fungsi grafik dari Stella . Sumber: Analisis (2010)

### Validasi Model

Validasi meliputi struktur dan perilaku model. Struktur meliputi uji kesesuaian dan konsistensi dimensi (Sushil, 1993; Sargent, 1998; Qudrat-Ullah, 2005). Kesesuaian struktur, menunjukkan hubungan antar peubah populasi dan penggunaan ruang, aktivitas ekonomi dan penggunaan ruang, aktivitas ekonomi dan populasi (lapangan kerja), adalah bersifat positif dan sesuai dengan sistem nyata (Graham, 1976 *in* HPS, 1990; Oppenheim, 1980). Uji konsistensi dimensi, melalui pemeriksaan dimensi persamaan, yang dilakukan berulang dalam pengembangan model.

Validasi perilaku model dilakukan melalui uji nilai tengah (*mean*) antara data model dan historis yang tersedia (tahun 2003 sampai 2007), untuk peubah populasi, angkatan kerja, aktivitas ekonomi, investasi, sektor ekonomi (pertanian, perikanan, angkutan laut dan penyeberangan, pariwisata, dan lainnya), lahan permukiman dan perkotaan, serta budidaya pesisir. Hasil uji t-student dua arah (*two tail*) pada taraf nyata 5%, menunjukkan bahwa data historis dan pemodelan, tidak berbeda nyata. Dengan demikian, terdapat cukup alasan untuk menggunakan model dalam menggambarkan dinamika kebutuhan ruang.

### Skenario Model

Dalam penelitian ini dikembangkan empat skenario dari peubah "kebijakan" dengan nilai parameter yang divariasikan antara 0 sampai 1, sebagai berikut:

- 1) Optimis: parameter 1, yaitu dilakukan intervensi terhadap sistem, sehingga sistem berjalan ke arah yang lebih baik dengan upaya maksimal.
- 2) Moderat: parameter 0,75, yaitu dilakukan intervensi terhadap sistem, sehingga sistem berjalan ke arah yang lebih baik dengan upaya kuat.
- 3) Pesimis: parameter 0,25, yaitu dilakukan intervensi terhadap sistem, sehingga sistem berjalan ke arah yang lebih baik namun dengan upaya lemah.
- 4) Sangat Pesimis: parameter 0, yaitu tidak ada intervensi terhadap sistem, sehingga sistem berjalan seperti yang telah berlangsung (*business as usual*).

Masing-masing skenario disimulasikan dalam sub-model populasi, ekonomi, dan ketersediaan ruang, untuk kurun waktu tahun 2003-2029. Pemilihan skenario untuk kebutuhan ruang, dilakukan dengan menggunakan analisis *composite performance index* (CPI), karena sesuai dengan nilai dan satuan kriteria yang beragam (Marimin, 2004).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penutupan dan kemampuan lahan

Berdasarkan interpretasi citra satelit Landsat TM-7 tahun 2009, diketahui bahwa penutupan lahan didominasi oleh pertanian lahan kering. Informasi mengenai penutupan lahan, disajikan pada Tabel 2. Penutupan terluas berupa campuran tanaman pangan, tanaman kebun, dan semak (46,13%). Penutupan oleh bangunan yang meliputi permukiman, perkotaan, dan industri hanya sekitar 3,88%; dan penutupan tambak 4,69%.

Penutupan hutan sudah sangat sedikit, hutan primer hanya tersisa sekitar 1.585 ha (1,05%), dan hutan bekas tebangan seluas 9.957 ha (6,80%). Aadaun penutupan mangrove hanya tersisa sekitar 342 ha (0,30%). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penutupan lahan oleh vegetasi alami (hutan), sudah kritis dan memerlukan tindakan penataan yang efektif.

Pengelompokan kelas kemampuan lahan mengikuti sistem USDA (Klingibeel dan Montgomery, 1961, *dalam* Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2007), yang mengelompokkan lahan dalam delapan kelas (kelas 1 sampai 8) berdasarkan faktor penghambat penggunaan. Luas masing-masing kelas kemampuan lahan, disajikan Tabel 3. Lahan dengan faktor penghambat besar (kelas 6, 7, dan 8) seluas 40.921 ha, dan dengan faktor penghambat kecil (kelas 1, 2, 3, dan 4) seluas 83.735 ha. Lahan dengan penghambat khusus berupa genangan air dan drainase buruk (kelas 5), seluas 3.246 ha (2,54%).

Tabel 3. Kemampuan lahan wilayah pesisir Teluk Lampung

No.	Kelas kemampuan	Luas	
		hektar	%
1	Lahan Kelas 1	4.120	3,22
2	Lahan Kelas 2	34.796	27,21
3	Lahan Kelas 3	29.100	22,75
4	Lahan Kelas 4	15.719	12,29
5	Lahan Kelas 5	3.246	2,54
6	Lahan Kelas 6	23.239	18,17
7	Lahan Kelas 7	8.080	6,32
8	Lahan Kelas 8	9.602	7,51
Jumlah		127.902	100,00

Sumber: Analisis SIG (2010)

Tabel 2. Penutupan lahan wilayah pesisir Teluk Lampung

No.	Penutupan Lahan	Luas	
		hektar	%
1	Hutan primer	1.585	1,05
2	Hutan bekas tebangan	9.957	6,80
3	Mangrove	342	0,30
4	Semak belukar	2.282	1,42
5	Dominan tanaman pangan	5.940	3,47
6	Campuran pangan, kebun, dan semak	52.247	46,13
7	Dominan tanaman kebun	43.078	31,19
8	Sawah	596	0,49
9	Tambak	6.243	4,69
10	Tanah terbuka	3	0,00
11	Rawa	459	0,39
12	Tertutup bangunan	4.949	3,88
13	Tertutup awan	221	0,21
Jumlah		127.902	100,00

Sumber: Interpretasi Citra Landsat TM-7 (2009), Analisis SIG (2010)

Dari sebaran kelas lahan, tampak bahwa wilayah pesisir Teluk Lampung hanya mampu mendukung aktivitas budidaya daratan (pertanian dan non-pertanian) yang terbatas sekitar 65,47% dari luas lahan. Saat ini, sebagian aktivitas budidaya pertanian dan non-pertanian sudah mencapai luas sekitar 113.055 ha (Tabel 2), dan telah menggunakan lahan-lahan yang berpenghambat besar.

### Penggunaan perairan

Luas total perairan wilayah studi dari analisis SIG adalah 161.178 ha, dengan penggunaan ruang disajikan pada Tabel 4. Kondisi yang perlu lebih diperhatikan adalah keberadaan terumbu karang yang semakin terancam dengan beragam aktivitas. Ancaman terhadap kelestarian ekosistem terumbu karang akan semakin meningkat, saat ini laju kerusakan terumbu karang mencapai 3% per tahun (Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Lampung, 2007). Dengan demikian, perlindungan ekosistem perairan harus diperhatikan.

Tabel 4. Penggunaan ruang perairan Teluk Lampung

No.	Penggunaan Perairan	Luas (ha)
1	Kepentingan pelayaran	4.330
2	Daerah latihan TNI AL	35.417
3	Perairan wilayah tangkap ( <i>fishing ground</i> )	80.262
4	Perairan perikanan budidaya	8.000
5	Terumbu karang dan padang lamun	4.823
6	Perairan yang telah direklamasi di Bandar Lampung	450
7	Perairan yang telah direklamasi di Lampung Selatan dan Pesawaran	200

Sumber: Dishidros TNI-AL (1998), Pemerintah Provinsi Lampung (2006a, 2006b), Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Lampung (2007), Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Bandar Lampung (2007), Interpretasi Citra Landsat TM-7 (2009), Analisis SIG (2010)

### Simulasi skenario

Simulasi sub-model populasi, menunjukkan bahwa populasi skenario optimis meningkat lebih besar daripada skenario lainnya, pada tahun 2029 mencapai jumlah 765 ribu orang (Gambar 4). Perbedaan terjadi karena laju imigrasi dan emigrasi di wilayah pesisir (Gambar 6 dan 7), akibat peubah kendala ruang dan dampak pengganggu yang berbeda-beda, sehingga merubah kecenderungan penduduk untuk keluar atau masuk ke wilayah pesisir.

Tingginya populasi pada skenario optimis, diikuti oleh angkatan kerja. Di sisi lain, karena perekonomian pada skenario optimis menjadi lebih baik, maka lapangan kerja juga menjadi lebih tinggi. Sebagai hasilnya, tingkat pengangguran pada skenario optimis menjadi lebih rendah daripada skenario lainnya (Gambar 5).

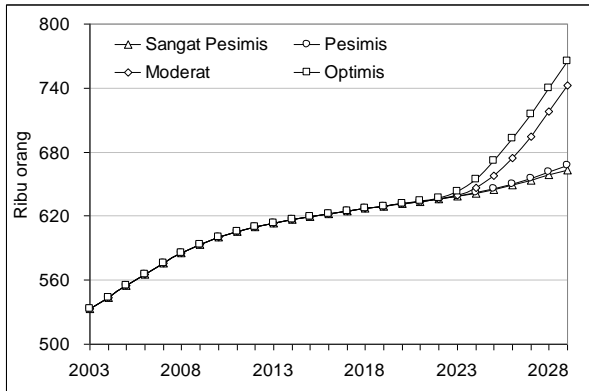
Simulasi sub-model aktivitas ekonomi (PDRB harga konstan tahun 2000) pada semua skenario meningkat dengan percepatan yang berbeda-beda. Gambar 8 menunjukkan, PDRB skenario optimis menjadi Rp 14,74 triliun pada tahun 2029, dan skenario sangat pesimis, hanya Rp 7,32 triliun. Perbedaan nilai PDRB antar skenario tersebut, dipengaruhi oleh perbedaan peubah investasi (Gambar 9). Skenario sangat pesimis menunjukkan peubah investasi rendah, disebabkan oleh peubah "pelanggaran tata ruang", "degradasi sumberdaya pesisir", dan "kendala ruang", lebih besar daripada skenario lainnya.

Pertumbuhan sektor pertanian dan perikanan terus melambat sampai pada tahun

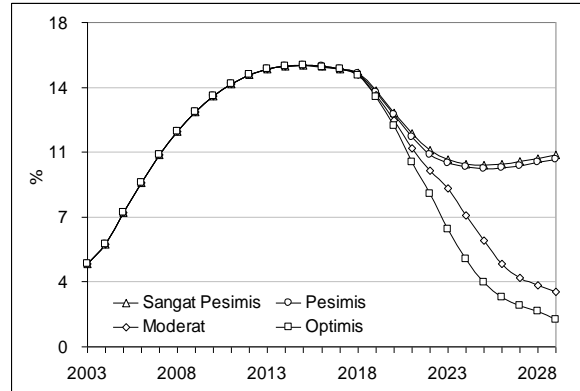
2029 (Gambar 10 dan 11). Hal tersebut merupakan gambaran bahwa kedua sektor sangat bergantung pada kelestarian sumberdaya pesisir dan kualitas lingkungan. Untuk mempertahankan kenaikan kedua sektor ini, hanya dapat dicapai melalui intervensi sistem dengan upaya yang kuat pada skenario moderat dan optimis. Adapun sektor pariwisata dapat lebih bertahan, karena tidak hanya bersumber dari wisata alam (pantai), melainkan juga meliputi aktivitas perkotaan seperti hotel, restoran, dan tempat hiburan (Gambar 12).

Sektor industri pengolahan skenario optimis, dapat berkembang pesat menjadi Rp 2,82 triliun pada tahun 2029 (Gambar 13), dan berpeluang menjadi sektor utama (*leading sector*). Sektor angkutan laut dan penyeberangan masih dapat meningkat pada skenario sangat pesimis. Kondisi tersebut utamanya ditentukan oleh letak geografis wilayah pesisir Teluk Lampung yang dilalui oleh lintasan penyeberangan antar pulau dan terdapatnya pelabuhan laut internasional Panjang. Dengan adanya peningkatan sektor-sektor ekonomi lainnya pada skenario pesimis, moderat, dan optimis, sektor ini dapat tumbuh lebih pesat lagi (Gambar 14).

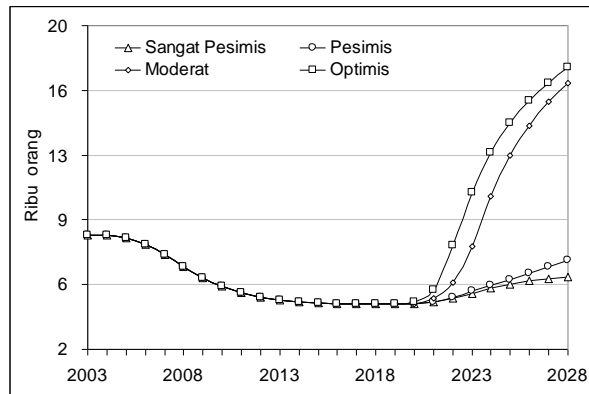
Pada akhirnya, peningkatan aktivitas ekonomi diharapkan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Walaupun relatif kasar, nilai PDRB per kapita digunakan sebagai indikator kesejahteraan. Pada skenario optimis, PDRB per kapita, dapat terus meningkat pesat mencapai Rp 19,26 juta per orang pada tahun 2029, sedangkan untuk skenario sangat pesimis hanya Rp 11,03 juta per orang (Gambar 15).



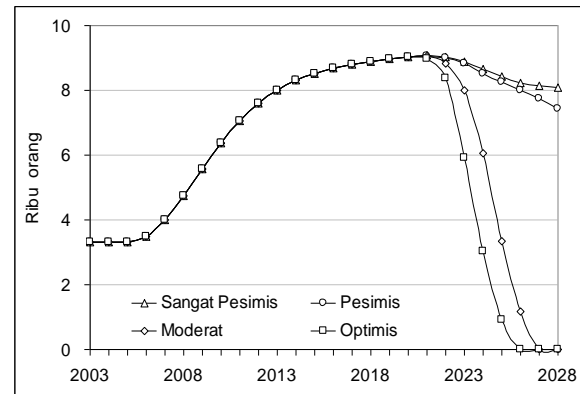
Gambar 4. Skenario perkembangan populasi



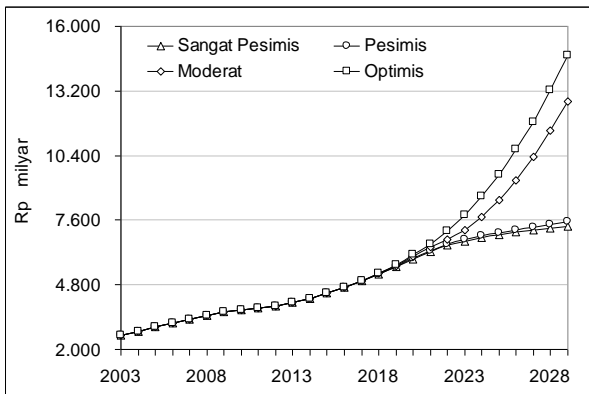
Gambar 5. Skenario perkembangan tingkat pengangguran



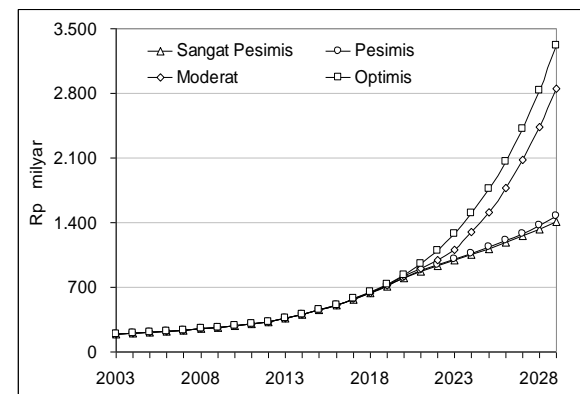
Gambar 6. Skenario perkembangan imigrasi



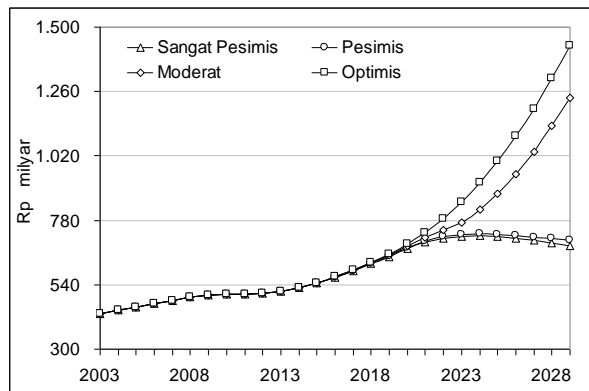
Gambar 7. Skenario perkembangan emigrasi



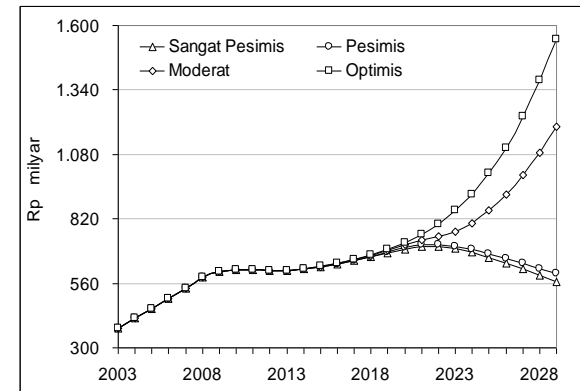
Gambar 8. Skenario perkembangan aktivitas ekonomi (PDRB)



Gambar 9. Skenario perkembangan investasi

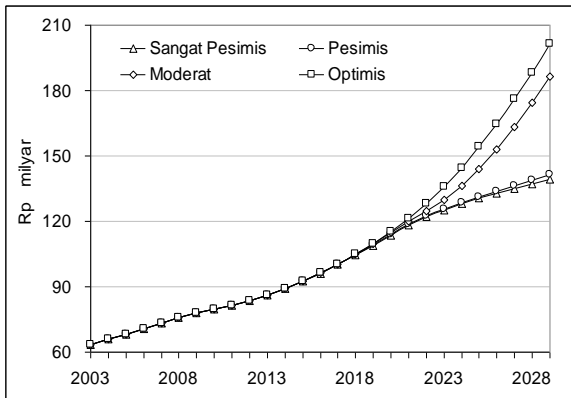


Gambar 10. Skenario perkembangan sektor pertanian

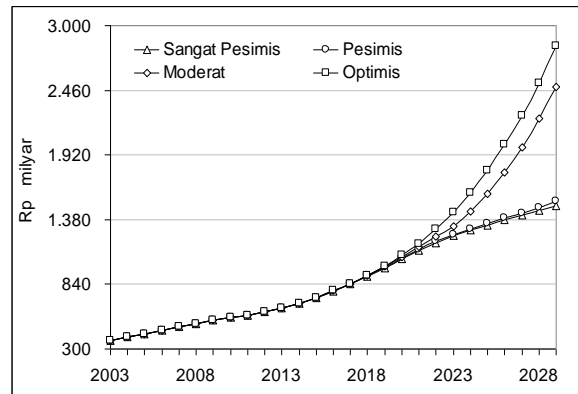


Gambar 11. Skenario perkembangan sektor perikanan

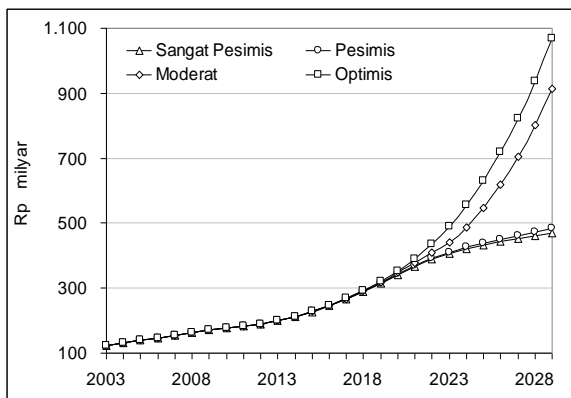




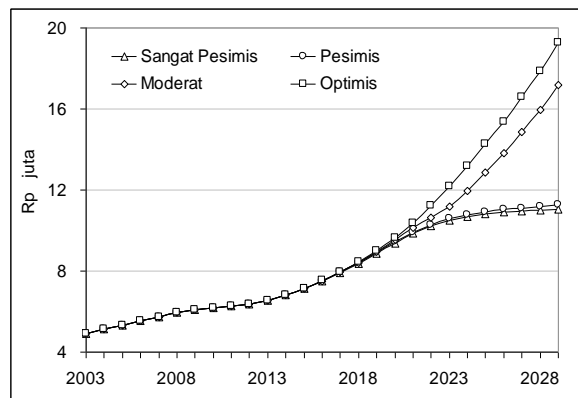
Gambar 12. Skenario perkembangan sektor pariwisata



Gambar 13. Skenario perkembangan sektor industri



Gambar 14. Skenario perkembangan sektor angkutan laut



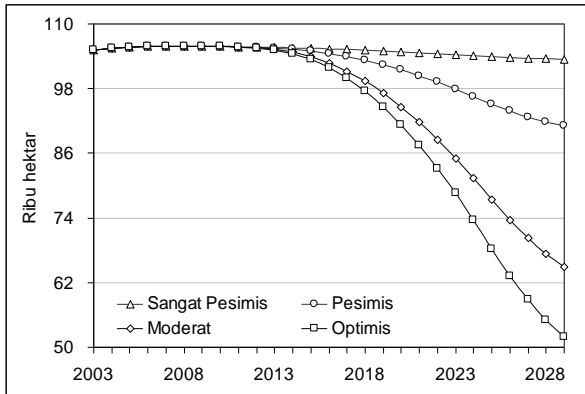
Gambar 15. Skenario perkembangan PDRB per kapita

Simulasi sub-model ketersediaan ruang, menunjukkan bahwa perkembangan lahan pertanian pada skenario sangat pesimis relatif tetap dari tahun 2003 sampai 2029, yaitu dari 105,2 ribu ha menjadi 103,4 ribu ha (Gambar 16). Pada skenario ini, konversi lahan pertanian menjadi permukiman, industri, dan penggunaan budidaya non-pertanian lainnya, akan diimbangi oleh konversi lahan berkualitas rendah (lahan kelas 5, 6, 7, dan 8) yang masih tertutup hutan atau bekas tebangan dan semak, menjadi lahan pertanian. Dengan demikian, luas lahan pertanian menjadi relatif tetap selama kurun waktu simulasi.

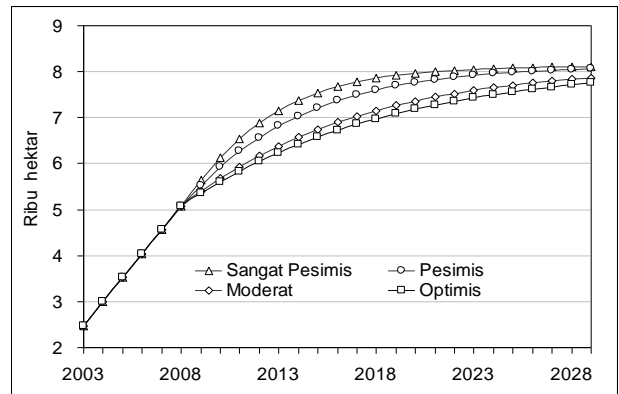
Pada skenario pesimis, moderat, dan optimis, terjadi penurunan luas lahan pertanian, yang bersumber dari dihentikannya konversi lahan kualitas rendah menjadi lahan pertanian, dan dilakukan konversi lahan pertanian eksisting yang berada pada lahan kualitas rendah menjadi kawasan lindung. Di samping itu juga terjadi

konversi lahan pertanian menjadi penggunaan budidaya non-pertanian, dengan demikian terjadi penurunan luas lahan pertanian secara signifikan. Pada skenario optimis, lahan pertanian menurun menjadi 51,9 ribu ha pada tahun 2029. Pada skenario ini, semua aktivitas budidaya pertanian hanya akan berlangsung pada lahan kualitas tinggi (kelas 1, 2, 3, dan 4), sehingga dapat dilakukan secara intensif dengan produktivitas tinggi.

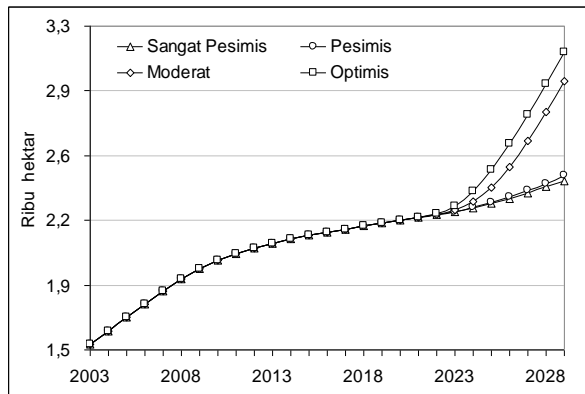
Lahan budidaya pesisir (tambak) terus meningkat pada semua skenario, akibat dari nilai ekonomi komoditas udang yang tinggi. Pada skenario sangat pesimis, luas tambak meningkat pesat sampai tahun 2013 menjadi 7,2 ribu ha, dan kemudian melambat tahun 2029 mencapai 8,1 ribu ha (Gambar 17). Pada skenario lainnya peningkatan luas tambak tidak sepesat skenario sangat pesimis, karena terdapat pembatasan untuk kawasan lindung terutama untuk sempadan pantai dan mangrove.



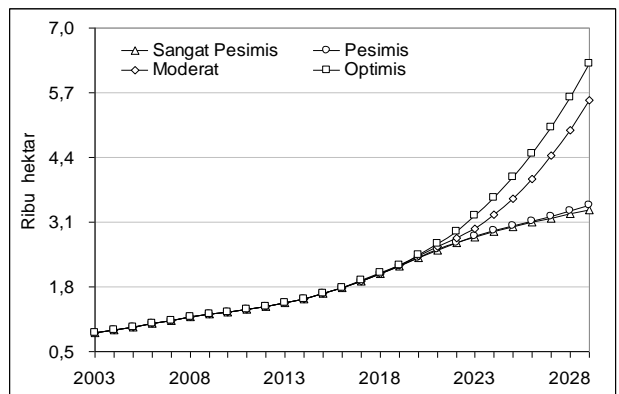
Gambar 16. Skenario perkembangan lahan pertanian



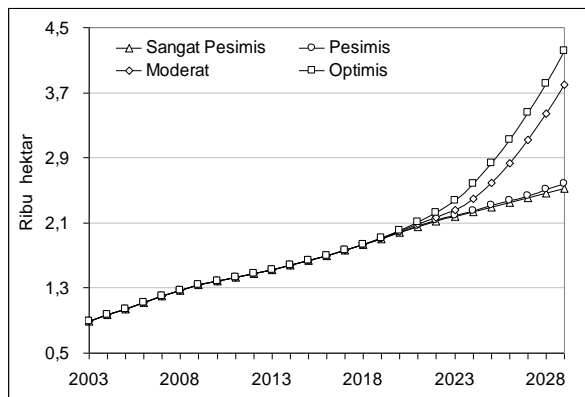
Gambar 17. Skenario perkembangan lahan tambak



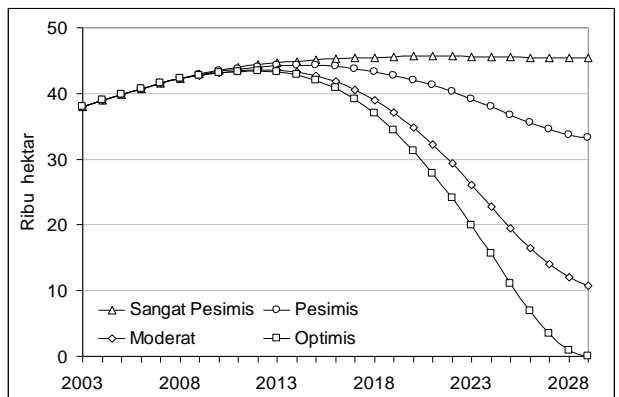
Gambar 18. Skenario perkembangan lahan permukiman



Gambar 19. Skenario perkembangan lahan bisnis dan industri



Gambar 20. Skenario perkembangan lahan prasarana



Gambar 21. Skenario penggunaan lahan tidak sesuai kemampuan

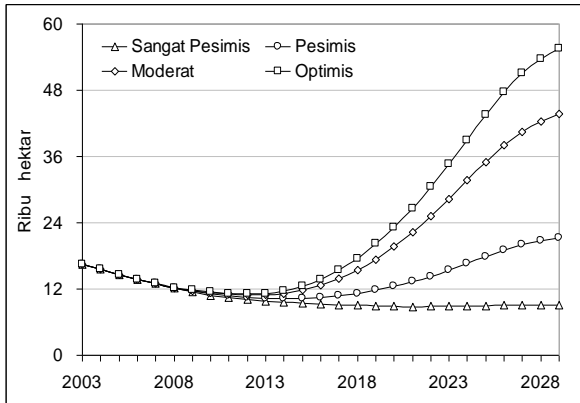
Pola perkembangan lahan permukiman, bisnis dan industri, dan prasarana, menunjukkan pola yang relatif sama (Gambar 18 sampai 20), namun skenario optimis lebih besar daripada skenario lainnya. Gambar 21 menunjukkan penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuannya. Pada skenario sangat pesimis, terus meningkat sampai 45,4 ribu ha pada tahun 2029. Pada skenario optimis pada tahun 2029, tidak terdapat lagi penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuannya, karena dibatasi oleh peubah "kebijakan". Pengurangan tersebut

hanya mungkin terjadi dengan mengkonversi lahan pertanian, sehingga penggunaan lahan pertanian pada skenario ini harus menurun tajam (Gambar 16).

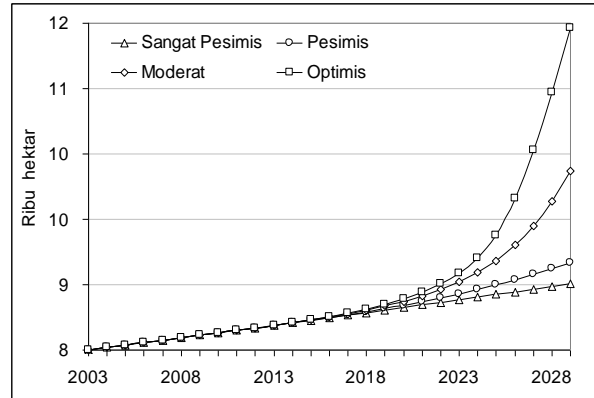
Penggunaan ruang perairan antar skenario tidak menunjukkan perbedaan yang tajam, dan tidak terdapat batas yang tegas antar penggunaan ruang perairan. Penggunaan terbesar adalah perikanan budidaya dan wilayah tangkap (*fishing ground*). Gambar 23 menunjukkan terdapat perluasan perairan perikanan budidaya pada skenario optimis

menjadi 12,0 ribu ha pada tahun 2029, sedangkan pada skenario sangat pesimis hanya mencapai 8,8 ribu ha. Peningkatan pada skenario optimis yang besar tersebut, merupakan penyebab utama dapat

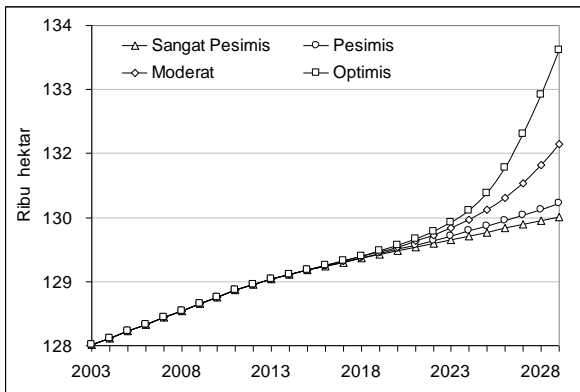
meningkatnya produk sektor perikanan (seperti ditunjukkan pada sub-model ekonomi). Secara umum perubahan luas perairan perikanan hanya bersumber dari perikanan budidaya.



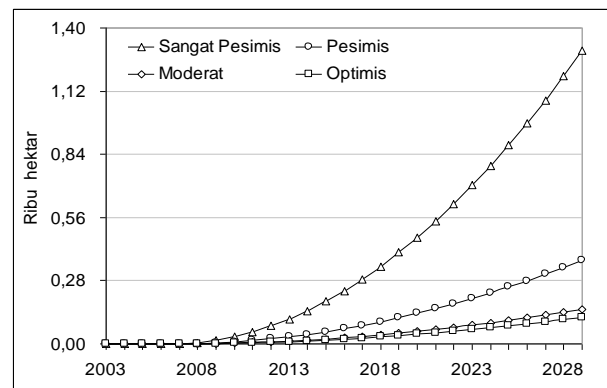
Gambar 22. Skenario kemampuan penyediaan lahan lindung



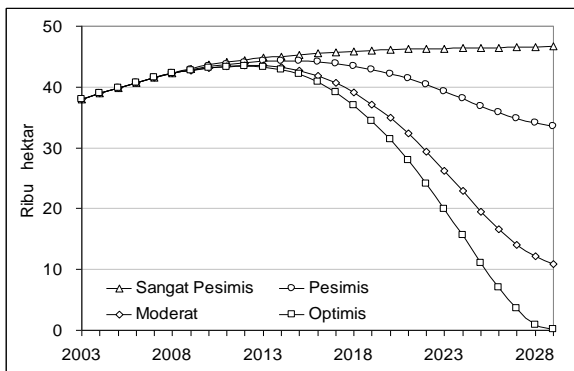
Gambar 23. Skenario perairan perikanan budidaya



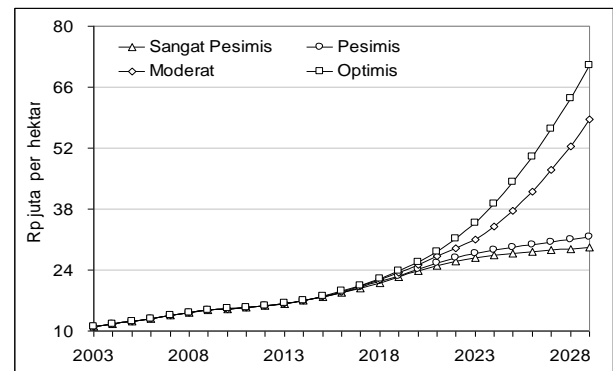
Gambar 24. Skenario perkembangan total perairan budidaya



Gambar 25. Skenario konversi perairan terumbu karang dan padang lamun



Gambar 26. Skenario pelanggaran tata ruang darat dan perairan



Gambar 27. Skenario produktivitas ruang kawasan budidaya darat dan perairan

Perairan budidaya non-perikanan yang meliputi kepentingan militer (daerah latihan TNI-AL), perairan daerah lingkungan kerja (DLKr) dan daerah lingkungan kepentingan (DLKp) pelabuhan, dan alur keluar masuk DLKr dan DLKp, secara relatif tidak berbeda antar

skenario. Perbedaan hanya terjadi antar tahun simulasi, dan hanya bersumber dari penambahan luas perairan pelabuhan (DLKr dan DLKp).

Peningkatan penggunaan perairan budidaya (terutama perikanan), menimbulkan

dampak terhadap konversi perairan terumbu karang dan padang lamun. Pada skenario sangat pesimis, konversi terumbu karang dan padang lamun menjadi besar, yang mencapai 1,3 ribu ha pada tahun 2029 (Gambar 25). Skenario optimis dapat menekan konversi menjadi 0,1 ribu ha. Konversi terumbu karang akan mempengaruhi upaya penyediaan ruang untuk kawasan lindung. Skenario optimis dapat menyediakan ruang untuk kawasan lindung perairan seluas 4,8 ribu ha, yang berupa tutupan terumbu karang dan padang lamun. Luas tersebut merupakan luas ideal untuk kawasan lindung perairan, dan sesuai dengan luas terumbu karang dan padang lamun di Teluk Lampung (Dinas Perikanan dan Kelautan Prov. Lampung, 2007). Pada skenario sangat pesimis, sama sekali tidak terdapat upaya penyediaan ruang untuk kawasan lindung.

Peubah “kebijakan” pada masing-masing skenario, memberikan pelanggaran tata ruang yang berbeda-beda. Pelanggaran tata ruang didefinisikan sebagai luas penggunaan ruang (daratan dan/atau perairan) untuk kawasan budidaya yang seharusnya berfungsi lindung. Pelanggaran tersebut telah terjadi sejak dimulainya simulasi (tahun 2003), yaitu seluas 37,9 ribu ha. Pada semua skenario, pelanggaran tata ruang terus meningkat, sampai peubah “kebijakan” menunjukkan efektivitasnya dalam menyetir (*drive*) peubah “pelanggaran tata ruang”. Gambar 26 menunjukkan bahwa pelanggaran tata ruang akan meningkat, dan kemudian menurun mencapai nilai yang lebih rendah daripada tahun 2003. Sedangkan untuk skenario sangat pesimis, akan terus meningkat,

hingga pada tahun 2029 mencapai luas 46,7 ribu ha.

Pelanggaran tata ruang mempengaruhi kendala ruang, dan terhubung pada sub-model populasi dan ekonomi, dan menghasilkan jumlah penduduk, tingkat pengangguran, investasi, dan aktivitas ekonomi (PDRB) yang berbeda-beda, seperti telah disajikan sebelumnya. Pada akhirnya, sistem secara keseluruhan akan memberikan produktivitas ruang kawasan budidaya (darat dan perairan) yang berbeda-beda pula. Gambar 27 menunjukkan bahwa skenario optimis memberikan produktivitas ruang mencapai Rp 71,06 juta per ha pada tahun 2029. Skenario moderat, pesimis, dan sangat pesimis, hanya dapat memberikan produktivitas ruang berturut-turut sebesar Rp 58,55 juta, Rp31,52 juta, dan Rp 29,19 juta per ha.

### Pemilihan skenario

Untuk menetapkan skenario yang digunakan bagi pendugaan kebutuhan ruang, maka dipilih salah satu dari ke empat skenario. Pemilihan didasarkan pada sebelas kriteria dari peubah model yang memiliki nilai dan satuan yang beragam, yaitu: PDRB per kapita, tingkat pengangguran, pelanggaran tata ruang, jumlah penduduk, tingkat pertumbuhan penduduk, investasi, sektor perikanan, pertanian, industri, luas kawasan lindung, dan produktivitas ruang; dengan menggunakan analisis yang sesuai yaitu *composite performance index* (CPI) (Marimin, 2004). Besaran kriteria dan hasil analisis, disajikan pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Besaran kriteria *composite performance index* (CPI)

Peubah model	Satuan	Nilai rata-rata skenario (tahun 2003 – 2029)			
		Sangat Pesimis	Pesimis	Moderat	Optimis
PDRB per kapita	Rp juta per orang	8,00	8,05	8,85	9,29
Pengangguran	%	11,88	11,80	10,48	9,88
Pelanggaran tata ruang	ha	44.389	40.705	34.138	30.922
Jumlah penduduk	orang	613.784	614.180	622.011	626.137
Tingkat pertumbuhan	%	0,84	0,87	1,28	1,40
Investasi	Rp juta	633.405	640.572	811.995	897.074
Pertanian	Rp juta	587.166	590.674	658.621	697.255
Perikanan	Rp juta	607.331	613.662	690.974	747.152
Industri	Rp juta	869.802	875.574	992.948	1.056.10
Penyediaan kawasan lindung	ha	10.487	14.308	21.638	25.297
Produktivitas ruang	Rp juta per ha	20,04	20,56	24,30	26,59

Sumber: Analisis (2010)

Tabel 6. Transformasi CPI, nilai alternatif, dan peringkat skenario

Peubah Model	Transformasi nilai CPI				Bobot Kinerja
	Sangat Pesimis	Pesimis	Moderat	Optimis	
PDRB per kapita	100	101	111	116	0,0833
Pengangguran	83	84	94	100	0,0833
Pelanggaran tata ruang	70	76	91	100	0,1667
Jumlah penduduk	100	100	99	98	0,0833
Tingkat pertumbuhan	100	97	66	60	0,0833
Investasi	100	101	128	142	0,1667
Pertanian	100	101	112	119	0,0556
Perikanan	100	101	114	123	0,0556
Industri	100	101	114	121	0,0556
Penyediaan kawasan lindung	100	136	206	241	0,0833
Produktivitas ruang	100	103	121	133	0,0833
Nilai alternatif skenario	94	98	113	123	
Peringkat nilai alternatif	III	III	II	I	
Rata-rata nilai alternatif	107				
Standar deviasi nilai alternatif	13,57				

Sumber: Analisis (2010)

Analisis menunjukkan bahwa hanya skenario optimis yang menempati peringkat I. Hasil tersebut memberikan kesimpulan tunggal, dan diinterpretasikan bahwa hanya skenario optimis yang paling mampu mensinergikan aspek kependudukan (populasi), aktivitas ekonomi, dan penggunaan ruang. Dengan demikian, pendugaan dinamika kebutuhan ruang, menggunakan parameter dan nilai awal model dalam skenario optimis.

#### **Kesesuaian, kebutuhan, dan arahan penggunaan ruang**

Analisis kesesuaian ruang dilakukan untuk mengetahui kemampuan wilayah dalam memenuhi kebutuhan ruang bagi berbagai penggunaan. Evaluasi dengan SIG, menghasilkan kesesuaian ruang untuk penggunaan pertanian, tambak, permukiman, bisnis dan industri, kawasan lindung (daratan dan perairan), serta ruang perairan (perairan budidaya dan pariwisata, serta perikanan tangkap), seperti disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kesesuaian ruang wilayah pesisir Teluk Lampung

No.	Kesesuaian Ruang	Luas (ha)
1	Lahan permukiman <sup>1)</sup>	19.991
2	Lahan bisnis dan industri <sup>1)</sup>	6.428
3	Lahan pertanian: <sup>2)</sup>	
	- Tanaman perkebunan (tahunan)	61.508
	- Tanaman pangan (semusim)	23.820
4	Lahan budidaya pesisir (tambak)	8.200
5	Lahan tidak sesuai untuk budidaya (kawasan lindung daratan)	54.482
6	Perairan perikanan budidaya dan pariwisata	31.097
7	Perairan perikanan tangkap <sup>3)</sup>	125.253
8	Perairan tidak sesuai untuk budidaya (kawasan lindung perairan)	4.822

Keterangan: 1) Kesesuaian lahan permukiman serta bisnis dan industri sudah meliputi kesesuaian lahan untuk prasarana wilayah, pelabuhan, militer, dan wisata pantai.

2) Kesesuaian lahan pertanian dibedakan untuk tanaman perkebunan (tahunan) dan tanaman pangan (semusim)

3) Perairan perikanan tangkap sudah meliputi perairan untuk kepentingan militer (TNI-AL) dan pelabuhan/pelayaran

Sumber: Analisis (2010)

Tabel 8. Kebutuhan dan arahan pemanfaatan ruang wilayah pesisir Teluk Lampung

No.	Penggunaan Ruang	Kebutuhan ruang (ha)	Arahan pemanfaatan (ha)
1	Permukiman	3.155	3.689
2	Prasarana wilayah (jalan, terminal, perkantoran, prasarana kesehatan, pasar, sekolah, dan lain-lain)	4.209	4.446
3	Bisnis dan industri (pabrik, pergudangan, hotel, restoran, dan penunjang lainnya)	6.276	6.400
4	Pertanian	51.911	51.911
	- Tanaman pangan (semusim)	-	20.005
	- Tanaman perkebunan (tahunan)	-	31.906
5	Budidaya pesisir (tambak)	7.750	7.750
6	Lahan pelabuhan	253	300
7	Lahan militer	180	250
8	Lahan wisata pantai	112	200
	<b>Jumlah kawasan budidaya darat</b>	<b>73.845</b>	<b>74.946</b>
9	Lindung lahan atas	45.326	45.326
10	Sempadan sungai	4.389	4.541
11	Sempadan pantai dan mangrove	4.767	4.615
	<b>Jumlah kawasan lindung darat</b>	<b>54.482</b>	<b>54.482</b>
12	Perairan perikanan budidaya dan pariwisata	11.940	18.880
13	Perairan perikanan tangkap	80.262	81.734
14	Perairan militer (TNI-AL)	35.417	35.417
15	Perairan pelabuhan/pelayaran	5.913	5.913
16	Alur pelayaran	-	11.360
17	Perairan direklamasi	1.526	1.526
	<b>Jumlah kawasan budidaya perairan</b>	<b>133.532</b>	<b>153.304</b>
18	<b>Kawasan lindung perairan</b>	<b>4.822</b>	<b>4.822</b>

Sumber: Analisis (2010)

Berdasarkan simulasi model, diketahui bahwa sampai pada akhir tahun simulasi akan dibutuhkan penambahan ruang bagi berbagai penggunaan. Kebutuhan ruang daratan dan perairan untuk masing-masing penggunaan, dihitung sampai dengan akhir simulasi (tahun 2029) pada skenario optimis. Hasil perhitungan kebutuhan ruang sesuai dengan simulasi skenario optimis, disajikan pada Tabel 8. Berdasarkan analisis kesesuaian, kebutuhan ruang di wilayah pesisir Teluk Lampung sampai tahun 2029 dapat dipenuhi.

Pada ruang daratan, terdapat prasyarat agar kebutuhan ruang dapat dipenuhi, yaitu harus dilakukan konversi lahan pertanian menjadi penggunaan budidaya lainnya dan menjadi kawasan lindung. Di sisi lain secara kuantitas pemenuhan kebutuhan ruang perairan dapat dicapai, namun secara umum kawasan lindung perairan (tutupan terumbu karang dan padang lamun) berada pada perairan tepi yang juga sesuai untuk penggunaan perairan perikanan budidaya dan tangkap. Dengan demikian, dapat terjadi tumpang tindih antara kawasan lindung dan kawasan budidaya perairan. Oleh karena itu, diperlukan untuk alokasi ruang yang proporsional antar berbagai kebutuhan.

Dari analisis sistem dinamik dan SIG, dapat ditentukan arahan pemanfaatan ruang bagi berbagai penggunaan, termasuk kawasan lindung daratan dan perairan. Kawasan lindung daratan meliputi luas lahan 54.482 ha, yang terdiri dari kawasan lindung lahan atas, sempadan sungai, sempadan pantai, dan mangrove. Terdapat sedikit perbedaan antara kebutuhan dari sistem dinamik dengan arahan alokasi lahan, yaitu untuk porsi luas sempadan sungai serta sempadan pantai dan mangrove. Perbedaan tersebut bersumber dari adanya lahan bentukan reklamasi akan memperpanjang sungai sehingga sempadan sungai menjadi lebih luas, namun secara bersamaan garis pantai menjadi lebih lurus dan pendek sehingga sempadan pantai menjadi lebih sempit. Secara keseluruhan, jumlah luas alokasi lahan untuk sempadan sungai serta sempadan pantai dan mangrove, menjadi tetap sama dengan kebutuhan dari analisis sistem dinamik sampai tahun 2029. Kawasan lindung perairan meliputi luas perairan 4.822 ha, yang merupakan perairan terumbu karang dan padang lamun, yang umumnya berada di tepi pantai atau pulau-pulau kecil. Arahan pemanfaatan ruang di wilayah pesisir Teluk Lampung, Tabel 8, serta Gambar 28 dan 29.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemaduan ruang daratan dan perairan dalam pendugaan dinamika kebutuhan ruang bagi berbagai penggunaan, dapat dilakukan secara komprehensif menggunakan kerangka pendekatan sistem;
2. Komponen utama sistem berupa populasi, aktivitas ekonomi, dan ketersediaan ruang di wilayah pesisir Teluk Lampung menunjukkan keterkaitan erat dan saling mempengaruhi, untuk menjaga hubungan antar komponen secara berkelanjutan, maka harus dicapai dan dipertahankan suatu proporsi kawasan lindung daratan seluas 54.482 ha (42,09%) dan perairan 4.822 ha (3,02%);
3. Pemenuhan kebutuhan ruang di wilayah pesisir Teluk Lampung menghendaki dilakukannya konversi sebagian kawasan budidaya menjadi kawasan lindung, melalui skenario ini akan dapat mengakomodasi berbagai penggunaan ruang dan menuju pengembangan wilayah yang berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aurambout J.P, A.G. Endress, dan B.M. Deal. 2005. A spatial model to estimate habitat fragmentation and its consequences on long-term persistence of animal populations. *Environmental Monitoring and Assessment*, Volume 109, Numbers 1-3, pp. 199-225.
- Bakosurtanal (Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional). 2000. Peta Lingkungan Pantai Indonesia Skala 1:250.000, Lembar LPI 1110 Merak. Bogor.
- \_\_\_\_\_. 2003. Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1:250.000, Lembar 1110 Bandar Lampung. Bogor.
- BPMD (Badan Penanaman Modal Daerah) Provinsi Lampung. 2008. Rekapitulasi perkembangan proyek penanaman modal dalam negeri (PMDN) dan penanaman modal asing (PMA) di kabupaten/kota se-Provinsi Lampung sampai dengan Desember 2007. Bandar Lampung.
- Bappeda (Badan Perencanaan Pembangunan Daerah) Provinsi Lampung. 2009. Rencana tata ruang wilayah Provinsi Lampung 2009 – 2029. Bandar Lampung.

- \_\_\_\_\_. Kabupaten Lampung Selatan. 2000. Revisi rencana tata ruang wilayah (RTRW) Kabupaten Lampung Selatan 1999 – 2004. Kalianda.
- \_\_\_\_\_. Kota Bandar Lampung. 2001. Masterplan drainase Kota Bandar Lampung. Bandar Lampung.
- \_\_\_\_\_. Kota Bandar Lampung. 2003. Evaluasi dan penyusunan rencana tata ruang wilayah (RTRW) Kota Bandar Lampung 2005 – 2015. Bandar Lampung.
- \_\_\_\_\_. Kabupaten Pesawaran. 2008. Rencana tata ruang wilayah (RTRW) Kabupaten Pesawaran 2008 – 2028. Gedong Tataan.
- BPS (Badan Pusat Statistik) Kabupaten Lampung Selatan. 2008a. Lampung Selatan dalam angka. Kalianda.
- \_\_\_\_\_. Kabupaten Lampung Selatan. 2008b. Produk domestik regional bruto (PDRB) Kabupaten Lampung Selatan. Kalianda.
- \_\_\_\_\_. Kabupaten Pesawaran. 2008a. Pesawaran dalam angka. Gedong Tataan.
- \_\_\_\_\_. Kabupaten Pesawaran. 2008b. Produk domestik regional bruto (PDRB) Kabupaten Pesawaran. Gedong Tataan.
- \_\_\_\_\_. Kota Bandar Lampung. 2008a. Bandar Lampung dalam angka. Bandar Lampung.
- \_\_\_\_\_. Kota Bandar Lampung. 2008b. Produk domestik regional bruto (PDRB) Kota Bandar Lampung. Bandar Lampung.
- \_\_\_\_\_. Provinsi Lampung. 2001a. Karakteristik penduduk Kabupaten Lampung Selatan, Hasil sensus penduduk tahun 2000. Bandar Lampung.
- \_\_\_\_\_. Provinsi Lampung. 2001b. Karakteristik penduduk Kota Bandar Lampung, Hasil sensus penduduk tahun 2000. Bandar Lampung.
- \_\_\_\_\_. Provinsi Lampung. 2008a. Lampung dalam angka. Bandar Lampung.
- \_\_\_\_\_. Provinsi Lampung. 2008b. Produk domestik regional bruto (PDRB) Provinsi Lampung. Bandar Lampung.
- \_\_\_\_\_. Republik Indonesia. 2008. Pendataan potensi desa/kelurahan: Kabupaten Lampung Selatan, Kabupaten Pesawaran, dan Kota Bandar Lampung. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2007. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.41/PRT/M/2007 tentang Pedoman dan Kriteria Teknis Kawasan Budidaya. Jakarta.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Bandar Lampung. 2007. Rencana zonasi penataan kawasan pesisir Kota Bandar Lampung. Bandar Lampung.
- Dishidros (Dinas Hidrooseanografi) TNI-AL. 1998. Peta Sumatera – Pantai Selatan, Teluk Kalumbayan Hingga Pulau-Pulau Tiga Skala 1 : 75.000; dengan Inset Pelabuhan Panjang, Skala 1: 25.000, dan Pelabuhan Batubara Tarahan , Skala 1 : 20.000. Jakarta.
- DKP (Departemen Kelautan dan Perikanan). 2002. Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor: Kep. 34/MEN/2002 tentang Pedoman Umum Penataan Ruang Pesisir dan Pulau-pulau Kecil.
- Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Lampung. 2007. Pemetaan terumbu karang di Teluk Lampung. Bandar Lampung.
- Direktorat Bina Tata Perkotaan dan Perdesaan, Dirjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum. 1997. Konsep Tata Ruang Kawasan Pantai. Jakarta.
- Elshorbagy, A., A. Jutla, L. Barbour, dan J. Kells. 2005. System dynamics approach to assess the sustainability of reclamation of disturbed watersheds. *Can. J. Civ. Eng.* 32: 144–158 (2005). NRC Canada. pp. 144-158.
- Eriyatno. 1999. *Ilmu sistem: Meningkatkan mutu dan efektivitas manajemen*. IPB Press. Bogor.
- Forrester J.W. 1998. Designing the future. Paper presented at Universidad de Sevilla, Sevilla, Spain, December 15. 11 pp.
- \_\_\_\_\_. 2003. Economic theory for the new millennium. Plenary Address at the International System Dynamics Conference, New York, July 21. 18 pp.
- Marimin. 2004. *Teknik dan aplikasi pengambilan keputusan kriteria majemuk*. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- Oppenheim N. 1980. *Applied models in urban and regional analysis*. Prentice Hall. Englewood Cliff, New Jersey.
- Pemerintah Provinsi Lampung. 2001. Rencana strategis pengelolaan wilayah pesisir Lampung. Kerjasama Pemerintah Provinsi Lampung dengan Proyek Pesisir Lampung dan PKSPL-IPB. Bandar Lampung.



- \_\_\_\_\_. 2006a. Peraturan Gubernur Lampung Nomor: 08 Tahun 2006 tentang Tataran Transportasi Wilayah Provinsi Lampung. Bandar Lampung.
- \_\_\_\_\_. 2006b. Peraturan Gubernur Lampung Nomor: 30 Tahun 2006 tentang Penataan Daerah Penangkapan Ikan Dalam Perairan Wajib Pandu dan Alur Pelayaran Pelabuhan Umum Panjang. Bandar Lampung.
- Qudrat-Ullah H. 2005. Structural validation of system dynamics and agent based simulation models. *Proceedings 19th European Conference on Modelling and Simulation* Y. Merkurjev, R. Zobel, and E. Kerckhoffs (eds).
- Ramos A.J.A. 2004. Coastal and marine resource information system (CMARIS): A spatial approach towards sustainable ecoregional management. 4 pp. World Wide Fund for Nature (WWF) – Philippines.
- Sargent R.G. 1998. Verification and validation of simulation models. *Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference*, edited by D.J. Medeiros, E.F. Watson, J.S. Carson and M.S. Manivannan, pp. 121-130..
- Sterman, J.D. 2002. All models are wrong: reflections on becoming a systems scientist. *System Dynamics Review* Vol. 18, No. 4: pp. 501–531. John Wiley & Sons, Ltd.
- Sushil. 1993. *System dynamics. A practical approach for managerial problems*. Wiley Eastern Limited. New Delhi.
- White, R. dan G. Engelen. 2000. High-resolution integrated modelling of the spatial dynamics of urban and regional systems. *Computers, Environment and Urban Systems* 24 (2000) 383 – 400.
- Wiryawan B, B. Marsden, H.A. Susanto, A.K. Mahi, M. Ahmad, dan H. Poespitasari. 1999. Atlas Sumberdaya Wilayah Pesisir Lampung. Kerjasama Pemerintah Daerah Provinsi Lampung dengan Proyek Pesisir Lampung. Bandar Lampung.
- Yufeng H. and ShuSong W. 2005. System dynamics model for the sustainable development of Science City. *Conference Proceedings The 23rd International Conference of the System Dynamics Society*, July 17-21. Boston.
- Yusuf H. 2005. Pengaruh pembangunan pelabuhan perikanan terhadap kualitas air dan persepsi kondisi sosial ekonomi masyarakat: Studi kasus pelabuhan perikanan di Bandar Lampung, Lampung Timur, dan Lampung Selatan, Propinsi Lampung. Disertasi Doktor, Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.