

Optimisasi Spasial Rasio Lahan dalam Pengelolaan Sumber Data

Wilayah Pesisir Secara Berkelanjutan

Wilayah Studi: Pesisir Selat Madura Jawa Timur

(Spatial Optimization of Land Ratio in Sustainable Coastal Zone

Resource Management: Study Location Madura Strait Coastal Zone-East Java Province)

Dwi Wisayantono

Kelompok Keahlian Sains & Sistem Kerekayasaan Wilayah Pesisir & Laut. Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika. Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan ITB. Jalan Ganesa 10 Bandung-Indonesia

received: April 8th, 2014; revised: May 10th, 2014; accepted: June 10th, 2014

Abstract. *Agenda 21/1992 chapter 17 and Indonesia Republic Act No. 27/2007 provides a view on the management of coastal zone with the concept of sustainable development. The manifestation of the concept has been transformed into various forms of coastal research management strategies in accordance with the categories and characteristics of state elements (governance, territory and population). A dynamic development of Indonesia as a developing country, makes the issue due to land scarcity and human population arise.*

By using geographic-demographic approach, the correlation between every element produce different forms of relationships, which one of them is land ratio. The pattern of land ratios tend to be unbalanced (shrink) spatially and temporally. The pattern of these trends impact the entity's land (land use change, changes in land area, land productivity, environmental degradation) and the entities of population (odds work, consumption, the value of income, and poverty). Thereby, the government and local governments should have an appropriate management strategy to the dynamics relationships of human resources and coastal resources along with all the characteristic.

This study examined the extent to which the condition of the land ratio can be optimized within the framework of coastal resource management strategies according to the principles of balance and sustainability. The framework is made through a process of transformation of existing land ratio to the optimum ratio of land.

Research methodology begins with mapping land ratio from the global level, national level, to the study in the coastal region of the Madura Strait. Spatially, the dynamics approach of coastal resource use unit area of the ecosystem (DAS Brantas and Madura Strait) and administrative area (county and city). From the temporally land use and population dynamics data from 1971-2005 and the prediction of condition land ratio in 2014 and 2025.

Optimization process is done by theory of system and theory of optimization approach. Results of spatial land ratio optimization are examined using three location theory approach, there are Alferd Weber, Melvin Greenhut- A Losch and Walter Isard.

According to the optimization result, location theory analysis and geographical association, the conclusion of this research is that the spatial optimization method can describe the geographical correlation between land resources and human resources variable, so this method can be used to measure land ratio value and to measure the principle of balance, fairness and equity between regions. Optimization of spatial land ratio in coastal resource management strategies can be placed as a feedback in any planning process, utilization, monitoring and control.

Keywords: *the state elements, spatial optimization, the ratio of land, geo-demographic, geographical associations, coastal resources, sustainable development.*

Abstrak. Dalam program Agenda 21 Tahun 1992 bab 17 ataupun UU RI No. 27 Tahun 2007 terdapat pandangan tentang pengelolaan wilayah pesisir dengan konsep pembangunan yang berkelanjutan. Perwujudan konsep tersebut diterjemahkan menjadi berbagai bentuk strategi pengelolaan sumberdaya pesisir sesuai kategori dan karakteristik unsur negara (pemerintahan, wilayah dan penduduk). Dinamika pembangunan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) sebagai salah satu negara berkembang masih memiliki persoalan keseimbangan antara sumberdaya manusia yang mayoritas petani/ nelayan terhadap sumberdaya lahan yang semakin terbatas.

Berdasarkan pendekatan geo-demografik, maka korelasi unsur-unsur negara menghasilkan hubungan berbagai bentuk, yang salah satunya adalah rasio lahan. Pola rasio lahan cenderung tidak seimbang (mengecil) secara spasial dan temporal. Pola kecenderungan tersebut berdampak pada entitas lahan (alih fungsi lahan, perubahan luas lahan, produktivitas lahan, kerusakan lingkungan) dan entitas-entitas penduduknya (peluang bekerja, konsumsi, nilai pendapatan, dan kemiskinan). Dengan demikian, pemerintah dan pemerintah daerah harus memiliki strategi pengelolaan yang tepat terhadap hubungan dinamika sumberdaya manusia dan sumberdaya wilayah pesisir beserta karakteristiknya.

Dalam penelitian ini diteliti sampai sejauh mana kondisi rasio lahan dapat dioptimalkan dalam kerangka strategi pengelolaan sumberdaya pesisir menurut asas keseimbangan dan keberlanjutan. Kerangka penelitian tersebut diwujudkan melalui proses transformasi dari rasio lahan eksisting menuju rasio lahan yang optimum.

Metodologi penelitian diawali dengan pemetaan rasio lahan menurut asas *from the whole to the part*, dari tingkat global, nasional sampai pada wilayah studi di pesisir Selat Madura. Secara spasial, dinamika sumberdaya pesisir menggunakan pendekatan unit wilayah ekosistem (DAS Brantas dan Perairan Selat Madura) dan pendekatan wilayah administratif (kabupaten dan kota). Secara temporal, menggunakan data dinamika lahan dan penduduk dari tahun 1971 s/d 2005 serta prediksi kondisi rasio lahan pada tahun 2014 dan tahun 2025.

Proses optimisasi dilakukan dengan pendekatan teori sistem dan teori optimisasi. Hasil optimisasi spasial rasio lahan kemudian dikaji menggunakan tiga jenis pendekatan orientasi teori lokasi yaitu teori Alfred Weber, Melvin dengan menggunakan korelasi Sperman & Karl Pearson, Greenhut-Agust Losch, dan Walter Isard.

Berdasarkan hasil penelitian, bahwa pencapaian keseimbangan rasio lahan pada unit wilayah bersifat temporal. Untuk membangun keseimbangan rasio lahan diperlukan integrasi kegiatan antar sektor dan antar daerah. Metode optimisasi spasial dapat menjelaskan hubungan letak antara sumberdaya lahan dan sumberdaya manusia sehingga dapat digunakan untuk mengukur asas keseimbangan, keadilan dan pemerataan antar daerah. Optimisasi spasial rasio lahan dalam strategi pengelolaan sumberdaya pesisir dapat ditempatkan sebagai umpan balik dalam setiap proses perencanaan, pemanfaatan, pengawasan dan pengendalian.

Kata kunci : *unsur negara, wilayah pesisir, geo-demografik, rasio lahan, optimisasi spasial dan asosiasi geografikal, pembangunan berkelanjutan*

1. Pendahuluan

Menurut unsur negara, wilayah NKRI adalah negara kepulauan yang berjumlah 17504, dengan luas wilayah laut 5.8 juta km², luas wilayah daratan 1.9 juta km² dan panjang pantai 81000 km. Penduduk NKRI meningkat hampir 100 juta jiwa selama 34 tahun terakhir, dari 119 juta jiwa (1971) menjadi 218 juta jiwa (2005) atau bertambah sekitar 3 juta jiwa per tahun. Unsur pemerintahan, seluruh 33 propinsi dan 264 kabupaten berpesisir dan laut. Dinamika ketiga unsur negara tersebut membangun rasio wilayah terhadap penduduk meningkat dua kali sejak 1971 s/d 2005. Rasio penduduk di wilayah darat dari 57 jiwa/km² telah menjadi 104 jiwa/km², dan rasio penduduk terhadap wilayah laut dari 21 jiwa/km² menjadi 38 jiwa/ km².

Dinamika pembangunan yang belum merata berdampak pada fakta-fakta; bahwa 60% penduduk Indonesia tinggal di Pulau Jawa yang luasnya hanya 6,8% wilayah nasional. Bahwa 65% penduduk pulau Jawa berada di wilayah pesisir yang sangat bergantung pada kuantitas dan kualitas lahan. Bahwa hampir 3000 desa pesisir Jawa mengalami banjir setiap tahunnya (Damanik, 2006). Di wilayah studi sebanyak 44878 armada nelayan memperebutkan sumberdaya ikan di perairan Selat Madura, serta timbulnya konflik pemanfaatan ruang dengan sektor lain seperti, alur pelayaran, industri migas, militer dan lainnya. Keterbatasan sumberdaya lahan terhadap peningkatan jumlah penduduk berdampak pada kualitas hidup masyarakat pesisir seperti, meningkatnya pengangguran, penurunan tingkat pendapatan dan daya beli serta penurunan tingkat kesejahteraan yang bermuara pada kemiskinan.

Hubungan geo-demografi tersebut berdampak pada dinamika pemanfaatan lahan. Sebagai contoh, rasio lahan pangan di Indonesia menunjukkan penurunan sebesar 28.6% selama 36 tahun, yakni dari 700m²/jiwa pada tahun 1971 menjadi sebesar 500m²/jiwa pada tahun 2005. Kondisi rasio lahan pangan tersebut sangat rawan dalam persaingan global bila dibandingkan terhadap beberapa negara maju maupun negara berkembang lain (Amerika Serikat = 5230 m²/jiwa, Argentina 9100m²/jiwa, Brasil 3430 m²/jiwa, Bangladesh 665 m²/jiwa, Cina 1120m²/jiwa, Thailand 5225m²/jiwa, Vietnam 960 m²/jiwa dan India 1590m²/jiwa). Hal tersebut dapat mengancam pada kemandirian pangan nasional bila tidak dikelola secara tepat. Ditempatkan dalam aspek kebijakan global (Agenda 21 tahun 1992 Milenium Goal Development tahun 2002) dan nasional (UUD 1945 dan Amandemennya, UU RI No. 27

tahun 2007 dan Undang-undang lain yang terkait), fenomena sebagian permasalahan tersebut membangun pertanyaan ”bagaimana strategi pengelolaan sumber daya wilayah pesisir secara keberlanjutan untuk saat ini dan generasi yang akan datang?”.

Penelitian ini difokuskan kedalam pengembangan metode optimisasi spasial rasio lahan dalam kerangka strategi pengelolaan sumberdaya wilayah pesisir yang berasaskan keseimbangan, keadilan dan berkelanjutan. Berdasarkan kajian pustaka, kebaharuan penelitian ini dapat ditinjau dari tiga muatan yakni; (a) Pemetaan Rasio Lahan, (b) Optimisasi Spasial, dan (c) Strategi Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

- (1) Mengembangkan metode optimisasi dari basis non-spasial (umum) ke basis spasial (struktur fungsi tujuan, fungsi kendala dan variabel terikat pada kedudukan georeferensi).
- (2) International Journal of Geospasial Vol.4, No.1. Metode optimisasi spasial rasio lahan dapat digunakan untuk menjelaskan dan mendukung penyelesaian ketimpangan pembangunan antar wilayah serta memberikan kontribusi strategi pengelolaan wilayah pesisir NKRI menuju pembangunan berkelanjutan.

Untuk maksud tersebut telah dipilih wilayah pesisir Selat Madura sebagai wilayah studi. Sumber daya wilayah ini dimanfaatkan oleh 10 (sepuluh) kabupaten dan kota (Kota Surabaya, Kab. Sidoarjo, Kab. Pasuruan, Kota Pasuruan, Kab. Probolinggo, Kab. Situbondo, Kab. Sumenep, Kab. Pamekasan, Kab. Sampang dan Kab. Bangkalan). Untuk melihat keterkaitan sosial ekonomi masyarakat pesisir digunakan data 4 (empat) kecamatan pesisir di Bangkalan. Sedangkan untuk melihat keterkaitan hulu-hilir antar daerah digunakan lahan lindung DAS Brantas.

Sumber data

Data penelitian diperoleh dari berbagai sumber, baik dari institusi pemerintahan, hasil laporan dan survey lapangan. Dari hasil kegiatan pengumpulan data menurut desain penelitian didapatkan jenis dan sumber data seperti dapat dilihat pada tabel 1.

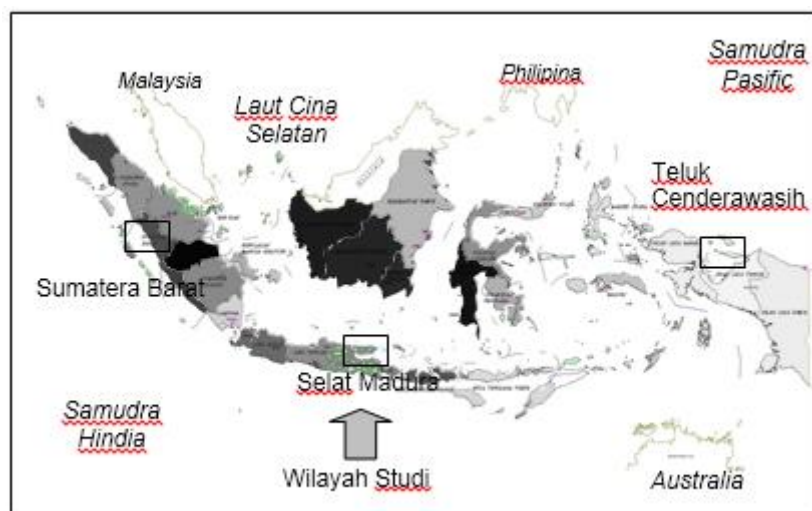
Tabel 1. Sumber dan Jenis Data Penelitian

No	Sumber Data	Jenis Data				
		Penduduk	Lahan	Indikator	Peta	Masalah
1	BPS	V	V	V		
2	Bappeprop		V		V	V
3	DKP		V		V	V
4	Dinas Kehutanan		V	V	V	
5	Dinas Pertanian		V	V		
6	Survey Lapangan			V	V	V
7	Laporan Lain		V	V	V	V
8	Bakosurtanal				V	

Data yang digunakan

Data yang digunakan adalah data temporal Pola Sentralisasi 1970-1998 dan pola Desentralisasi 1999-2005 yang dihasilkan dari restrukturisasi dan klasifikasi menurut kelompok basis data spasial, penduduk, indikator sosial, ekonomi, budaya, pengelompokan lahan dan ekosistem. Pendekatan yang dilakukan adalah pendekatan konsep geografi-demografi (geo-demografi), metode optimasi spasial, dan strategi implementasi metode optimisasi spasial rasio lahan.

Gambar 1 berikut memperlihatkan kedudukan wilayah studi diantara 3 (tiga) lokasi riset nasional wilayah pesisir (Sumatera Barat sebagai representasi pesisir yang berhadapan dengan Samudera Hindia, Teluk Cenderawasih sebagai representasi pesisir yang berhadapan dengan Samudera Pasifik, dan Selat Madura sebagai representasi perairan dalam wilayah Nusantara)



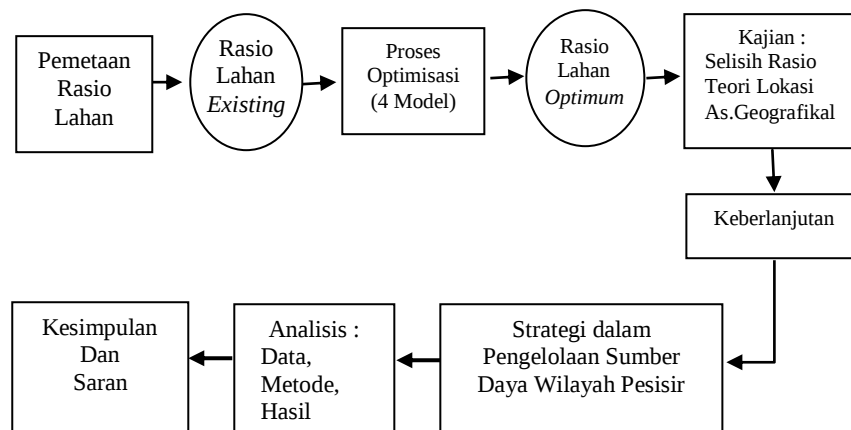
Gambar 1. Wilayah Studi di antara 3 (tiga) Lokasi Riset Pesisir Nasional (Sumatera Barat, Selat Madura dan Teluk Cenderawasih)

2. Metodologi Penelitian

Secara garis besar metodologi penelitian dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

1. Pemetaan Rasio Lahan berbasis geo-demografi untuk menghasilkan informasi keterkaitan antara entitas lahan dan entitas penduduknya
2. Proses optimisasi spasial dari rasio lahan existing untuk mendapatkan rasio lahan optimum. Implementasi metode diwujudkan dalam bentuk 4 (empat) model optimisasi spasial yakni; (1) menurut keseimbangan rasio lahan di suatu wilayah, (2) keseimbangan rasio lahan menurut ikatan ekosistem DAS, (3) keadilan dan pemerataan kuota produksi menurut ikatan perairan laut, dan (4) keberlanjutan rasio lahan jangka menengah dan jangka panjang.
3. Hasil optimisasi spasial rasio lahan dikaji menurut kesesuaian teori lokasi dan tingkat asosiasi geografikal antar daerah.
4. Strategi implementasi metode optimisasi dalam pengelolaan sumberdaya wilayah pesisir.
5. Analisis terhadap data, metode dan hasil untuk merumuskan kesimpulan serta saran.

Langkah-langkah metodologi tersebut dapat digambarkan seperti pada diagram gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Metodologi Penelitian

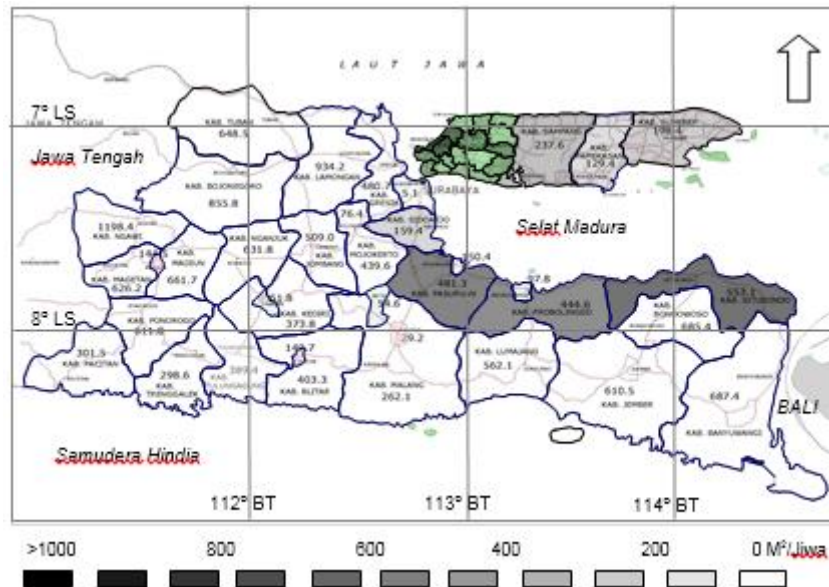
3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1 Pemetaan Rasio Lahan

Kegiatan pengumpulan data dan informasi diwujudkan dalam bentuk pemetaan rasio lahan berbasis geografi-demografi (geo-demografi). Sebagai salah satu contoh produk pemetaan adalah peta rasio lahan pangan seperti gambar 3. Nilai rata-rata rasio lahan pangan di wilayah studi adalah 0.043 Ha/Jiwa (rasio kebutuhan pangan setiap penduduk 1 jiwa dipenuhi oleh

produktivitas lahan sebesar 0.043Ha atau 430m²). Batas keseimbangan konsumsi-produksi sebesar 0.049Ha/jiwa. Sedangkan nilai rasio lahan terhadap petani sebesar 0.22Ha/Petani (artinya setiap petani rata-rata hanya menggarap lahan seluas 0.22 Ha atau 2200m²).

Peta Rasio Lahan Pangan Kabupaten dan Kota Pesisir Selat Madura tahun 2005



Gambar 3. Peta Rasio Lahan Pangan Jawa Timur dinyatakan dalam Angka dengan Unit Resolusi Spasial Wilayah Kabupaten Kota

Berdasarkan contoh gambar 3 tersebut dapat dibangun peta tematik rasio lahan lainnya seperti; rasio lahan perikanan dan nelayan, rasio lahan hutan, rasio lahan berdagang dan pedagang, rasio lahan jalan dan kendaraan dll. Hasil kajiannya, baik pada skala nasional maupun di wilayah studi, nilai rasio lahan cenderung menurun dan tidak merata antar daerah. Konsekuensi dari hal tersebut adalah tingginya biaya distribusi dan kelangkaan pangan terutama ke daerah yang memiliki rasio lahan rendah. Konsekuensi lain adalah meningkatnya jumlah pengangguran nelayan dan petani sebagai akibat terbatasnya lahan dan pertumbuhan penduduk. Pola rasio lahan yang cenderung tidak seimbang perlu dikelola dengan strategi agar mendapatkan hasil yang optimal.

Perumusan fungsi tujuan sebagai model optimasi membutuhkan kemampuan transformasi dari permasalahan menjadi sebuah formulasi yang tepat. Model umum fungsi tujuan secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$Z_A = \sum_{x=1}^x \sum_{y=1}^y \sum_{j=1}^n C_{nmi} V_{nmi} \quad (j = B, C, D, E \dots n) \quad (1)$$

Dimana: C_n : koefisien variable fungsi tujuan

V_n : variabel

3.2 Optimisasi Spasial Rasio Lahan

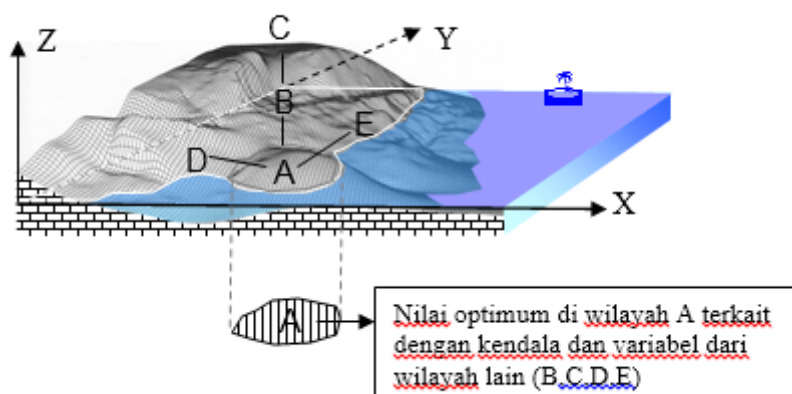
Optimisasi spasial rasio lahan adalah upaya mencari nilai rasio lahan terbaik berdasarkan kendala luas lahan yang tetap dikaitkan dengan pertumbuhan dan struktur penduduk menurut keterikatan geografis. Metode ini, disamping menghasilkan nilai optimum, dapat pula untuk mengetahui hubungan spasial antara kedudukan tujuan, kendala dan variabel secara geografis. Secara geometris metode optimisasi spasial dapat diilustrasikan seperti pada gambar 4. Secara matematis struktur optimisasi dibangun oleh dua fungsi yakni; fungsi tujuan dan fungsi kendala. Sebagai contoh, fungsi tujuan (Z_A) yang dibangun pada suatu wilayah A(x,y) dapat terkait oleh fungsi kendala (K) dengan variabel (C) yang berasal dari wilayah lain seperti B,C,D dan E. Kedua fungsi tersebut dapat diformulasikan seperti pada persamaan (1) dan (2) sebagai berikut :

$$Z_A = \sum_{x=1}^x \sum_{y=1}^y \sum_{j=1}^n C_{nmi} V_{nmi} \quad (j = B, C, D, E \dots n) \quad (1)$$

$$K = \sum_{x=1}^x \sum_{y=1}^y \sum_{j=1}^n a_{nmi} V_{nmi} \leq \text{atau} \geq b_j \quad (j = B, C, D, E \dots n) \quad (2)$$

Dimana;

- C : Konstanta variabel fungsi tujuan
- a : Konstanta variabel fungsi kendala
- b : Nilai batas kendala
- x,y : Nilai koordinat

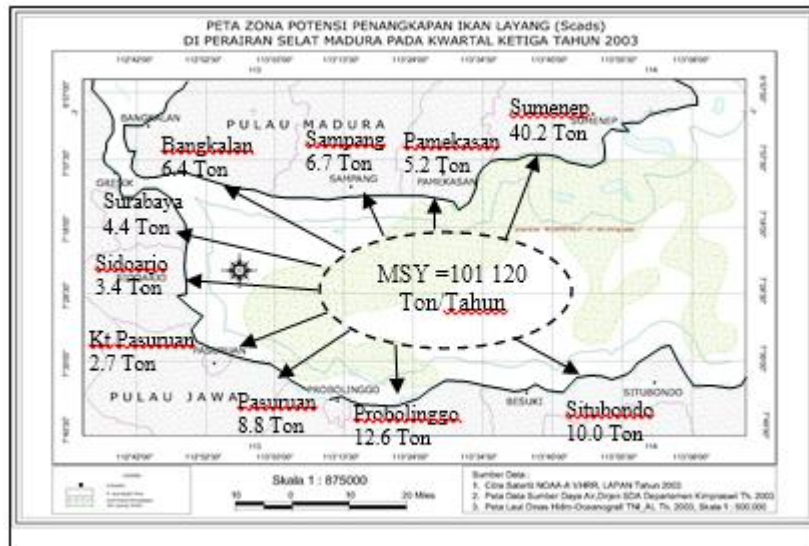


Gambar 4. Ilustrasi Optimisasi Spasial di Wilayah A Dipengaruhi oleh Kendala dan Varibel dari Wilayah Lain, B,C,D,E

Unsur pengembangan metode optimisasi ini adalah pernyataan spasial koordinat (x,y) yang tidak ditemukan pada optimisasi pada umumnya. Sedangkan penetapan kriteria hasil terbaik dalam penelitian ini diturunkan menurut asas keseimbangan, keadilan dan keberlanjutan sesuai UU RI No.27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.

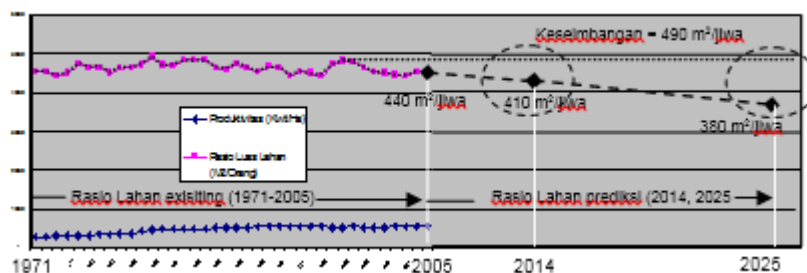
Implementasi metode optimisasi spasial dalam diwujudkan dalam bentuk 4 (empat) model yaitu :

- (1) Optimisasi Spasial Model 1, yaitu mencari nilai keseimbangan fungsi lahan terhadap jumlah dan struktur penduduk di suatu wilayah. Hasilnya bahwa keseimbangan rasio lahan tidak dapat dipenuhi oleh satu daerah, diperlukan integrasi kegiatan antar daerah. Pemanfaatan fungsi lahan harus disesuaikan dengan struktur dan kemampuan sumber daya masyarakat setempat.
- (2) Optimisasi Spasial Model 2, yakni mencari keseimbangan rasio lahan berdasarkan ikatan ekosistem DAS. Pada model ini digunakan contoh keseimbangan rasio lahan hutan di DAS Brantas. Hasilnya, rasio lahan hutan eksisting sebesar 27% menuju keseimbangan optimum 29% diperlukan program konversi lahan lindung antar daerah. Realisasi program tersebut memerlukan integrasi kegiatan kabupaten/ kota dari hulu sampai hilir.
- (3) Optimisasi Spasial Model 3, yakni mencari keadilan dan pemerataan kuota produksi lahan berdasarkan kendala batas maksimum produksi lestari. Pada model ini digunakan contoh pembagian kuota produksi lahan perikanan tangkap jenis pelagis di Selat Madura. Hasilnya, bahwa nilai optimum kuota produksi dengan minimasi konflik melalui kombinasi bobot $3E+2P+N$ dimana E:jumlah effort, P:panjang pantai dan N:jumlah nelayan di setiap daerah. Gambar 5 berikut menyajikan contoh pembagian kuota produksi ikan pelagis antar kabupaten dan kota di Selat Madura berdasarkan 80% dari batas MSY (*Maximum Sustainability Yield*).



Gambar 5. Pembagian Kuota Produksi Ikan Pelagis antar Kabupaten dan Kota di perairan selat madura kwartal ketiga tahun 2003

- (4) Optimisasi Spasial Model 4, yakni digunakan untuk mendapatkan nilai rasio lahan serta tingkat keberlanjutan pada masa yang akan datang. Pada model ini, rasio lahan diprediksi secara linier menurut jangka menengah sampai tahun 2014 dan jangka panjang tahun 2025. Hasilnya, bahwa di wilayah studi luas lahan yang ada tidak mampu memenuhi kebutuhan konsumsi penduduk serta menyerap pertumbuhan pekerja nelayan dan petani. Rasio lahan pangan menurun menjadi 0.041Ha/jiwa pada tahun 2014 dan 0.038 pada tahun 2025, seperti pada gambar 5 berikut :



Gambar 6. Nilai Rasio Lahan Tahun : 1971-2005, 2014 dan 2025

3.3. Kajian Teori Lokasi dan Asosiasi Geografikal

Nilai rasio lahan optimum harus dikaji menurut kesesuaian terhadap teori lokasi dan tingkat asosiasi geografikal. Kajian teori lokasi didekati dengan 3 (jenis) orientasi yakni ; (a) teori Weber yang berorientasi pada lokasi industri, (b) teori Losch yang berorientasi pada lokasi pemasaran dan (c) teori Isard yang berorientasi pada keseimbangan pembangunan wilayah. Hasilnya bahwa tidak semua wilayah (10 kabupaten/kota) sesuai dengan teori Weber dan Losch, sedangkan teori Isard hampir berlaku pada semua satuan wilayah baik menurut administratif (propinsi, kabupaten) maupun menurut wilayah ekosistem perairan Selat Madura dan wilayah DAS Brantas.

Hasil lain dari kajian teori lokasi adalah, bahwa pola rasio lahan yang ada saat ini sangat dipengaruhi oleh pola perubahan pembangunan dari sentralisasi dan desentralisasi. Sebagai contoh bahwa pola keseimbangan lokasi industri di wilayah studi merupakan produk penerapan aglomerasi dari teori lokasi Weber, dimana pulau Jawa dipandang sebagai satu unit kesatuan wilayah. Keseimbangan lokasi industri (Surabaya, Malang) menjadi tidak sesuai bila ditempatkan pada ekosistem DAS Brantas sebagai unit wilayah. Contoh lain adalah, bahwa secara geografis kabupaten Bangkalan sangat sesuai bila dijadikan sebagai basis lokasi industri dan jasa, akan tetapi . tidak sesuai bila ditinjau dari sisi demografis, karena struktur penduduknya 56% masih sangat bergantung pada basis pertanian termasuk perikanan.

Koefisien asosiasi geografikal adalah tingkat keterkaitan antar wilayah. Hasil kajiannya, bahwa tingkat kebergantungan 10 Kabupaten da kota, baik menurut himpunan wilayah administrasi propinsi, wilayah ekosistem DAS Brantas maupun menurut wilayah ekosistem Selat Madura adalah kuat ($KaG < 40$).

3.5 Strategi Implementasi

Untuk menerapkan metode optimisasi spasial dalam pengelolaan sumber daya wilayah, maka strategi yang harus dilakukan adalah;

- (1) Pembuatan infrastruktur data spasial wilayah pesisir berbasis geo-demografi,
- (2) Transformasi nilai dan sifat rasio lahan sebagai dasar perencanaan tata ruang wilayah,
- (3) Menempatkan metode optimisasi spasial sebagai alat bantu pengawasan dan pengendalian pemanfaatan lahan, dan
- (4) Transformasi budaya optimisasi pada masyarakat pesisir.

Sebagai contoh, pada gambar 7. dijelaskan bahwa proses optimisasi rasio lahan memberikan informasi nilai fungsi lahan, produksi, maupun tingkat keterlibatan tenaga serta alternatif hasil. Status hasil rasio lahan (minus, seimbang atau berlebih) sangat bermanfaat bagi ketepatan perencanaan tata ruang wilayah dan perencanaan demografi.



Gambar 7. Informasi Rasio Lahan sebagai Dasar Perencanaan Tata Ruang Wilayah

4. Kesimpulan

- (1) Pemetaan rasio lahan berbasis geo-demografi merupakan pendekatan baru untuk mendapatkan informasi nilai dan sifat hubungan antara fungsi wilayah terhadap penduduknya.
- (2) Optimisasi spasial model 1,2 dan 3 dapat digunakan untuk mentransnformasikan asas keadilan dan keseimbangan rasio lahan, sedangkan optimisasi spasial model 4 dapat digunakan untuk mengukur tingkat keberlanjutan rasio lahan.
- (3) Keseimbangan rasio lahan pangan yang optimum sebesar 0.049 Ha/jiwa di wilayah studi tidak mungkin dilakukan dengan penambahan luas lahan. Pemerataan dan keadilan kuota produksi perikanan di Selat Madura dapat dilakukan dengan kombinasi bobot satuan *Effort*, Panjang Pantai dan Jumlah Nelayan. Keseimbangan rasio lahan lindung sebesar 29% pada kawasan DAS Brantas hanya dapat dilakukan melalui kerja sama antar daerah hulu sampai hilir.
- (4) Nilai selisih rasio lahan existing terhadap rasio lahan optimum dapat ditempatkan sebagai alat bantu pengawasan dan pengendalian dalam pemanfaatan fungsi ruang.
- (5) Keseimbangan rasio lahan bersifat sesaat dan memiliki sifat kebergantungan (berasosiasi secara geografikal) antar daerah baik menurut ekosistem laut maupun ekosistem DAS.
- (6) Dampak optimisasi spasial rasio lahan berupa program pengelolaan lahan (konversi dan perlindungan fungsi lahan) dan program pengelolaan sumber daya masyarakat pesisir (konversi mata pencaharian nelayan dan petani ke sektor lain atau program transmigrasi nelayan).
- (7) Strategi implementasi metode optimisasi dalam pengelolaan wilayah pesisir dilakukan dengan pembangunan infrastruktur data spasial, transformasi ke dalam pengelolaan struktur dan pola ruang serta transformasi budaya masyarakat pesisir.

Saran bagi penerapan metode optimisasi spasial rasio lahan adalah:

- (1) Bagi Perencana, perlu dibangun paradigma perencanaan tata ruang wilayah dan demografi.
- (2) Integrasi data Badan Pusat Statistik (BPS) dan Bakosurtanal dalam membangun Infrastruktur Data Spasial Nasional berbasis Geo-demografi.
- (3) Bagi Departemen Dalam Negeri, untuk mendesain Kartu Keluarga dan KTP berspasial (memiliki posisi geografis) yang sangat berguna bagi pemetaan sosial masyarakat pesisir dan penduduk pada umumnya.
- (4) Perlu pernyataan rasio lahan pada asas keseimbangan dan keberlanjutan dalam perspektif Undang-Undang Pengelolaan Wilayah Pesisir (UU RI No. 27 Tahun 2007) dan Undang-Undang Penataan Ruang (UU RI. No. 26 Tahun 2007).

5. Alur Baru

Berdasarkan hasil pemetaan rasio lahan dan implementasi metode optimisasi spasial pada objek rasio lahan dan penduduk, maka sangat dimungkinkan untuk dilanjutkan dengan penelitian baru diantaranya :

- (1) Metode optimisasi spasial rasio lahan dapat dikembangkan dengan pendekatan disiplin ilmu lain sehingga menghasilkan nilai optimum yang multidimensi, seperti :
 - Optimisasi melalui Rekayasa Ekosistem
 - Optimisasi melalui Infrastruktur
 - Optimisasi melalui Rekasaya Sosial Masyarakat.
- (2) Pengembangan terhadap objek optimisasi spasial pada sumber daya faktor produksi yang lainnya, yakni :
 - Optimisasi Spasial Rasio Modal-Penduduk
 - Optimisasi Spasial Rasio Institusi-Penduduk
- (3) Pengembangan metode optimisasi terhadap objek data yang bersifat non-linier, data yang bersifat stokastik atau pengembangan metode yang mengandung unsur persaingan.
- (4) Pengembangan metode optimisasi spasial terhadap kedudukan vertikal sumber daya wilayah pesisir (di permukaan air, di dalam kolom air serta di permukaan dasar laut dan di bawah dasar laut .

Referensi

- Aerts, J.C.J.H., Marjan V.H., Ron J. dan Theodor, S.,(2008), *Evaluating Spatial Design Techniques for Solving Land Use Allocation*, Journal of Environmental Planning and Management, Vol 48, No. 1, 121-142.
- Adisasmita, R. (2006), *Dasar-Dasar Ekonomi Wilayah*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Adisasmita, R. (2006), *Pembangunan Kelautan dan Kewilayahan*, Graha Ilmu Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangkalan 2006.
- Bettinger, P., (2008), *Spatial Optimization-Computational Methods*, School of Forestry, University of Georgia.
- Beveridge, G.S dan Schechter R.S., (1970), *Optimization Theory and Practice*, International Student Education, McGraw-Hill
- Christie, P, (2003), *The Integrated Coastal Management Sustainability Research Project*, School of Marine Affairs-University of Washington.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Bangkalan (2006), *Profile Potensi Kelautan dan perikanan Kabupaten Bangkalan*.
- Djojodipuro, M. (1992), *Teori Lokasi*, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.