

MODEL DAYA DUKUNG EKOLOGI "ECOLOGICAL FOOTPRINT" PENGEMBANGAN PULAU WETAR

(Ecological Carrying Capacity Model "Ecological Footprint" for Developing Wetar Island)

YONVITNER

Staf Pengajar Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan - FPIK IPB
Peneliti Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB

ABSTRACT

Ecological footprint concept has developed at foreign country for valuation of carrying capacity a region. But there, no many institution apply these approach to developing their activities to set a management plan. Ecological footprint evaluate is analysis of the ability that related with their productivity, and carrying capacity of area to sustaining activity in the future. This approach used to arrange transmigration concept in Wetar Island. Based on local need approach, and global productivity, assessing the Wetar Island capacity to sustaining of people reach 125.425 person. That mean, both terrestrial and marine resources of Wetar Island may taking care of people until 125.425 without import of resource to Wetar Island.

Keywords: footprint, carrying capacity, productivity resources, Wetar Island

ABSTRAK

Konsep ekologi *foot print* sudah berkembang di negara lain dalam menilai daya dukung suatu kawasan. Namun demikian belum banyak lembaga yang menerapkan pedekatan ini untuk mengembangkan aktivitas terkait dengan suatu rencana pengembangan. Ekologi *footprint* menekankan pada penilaian kemampuan untuk menganalisis tingkat produktivitas kawasan, dan kapasitas daya dukung yang bisa di tampung untuk tetap bertahan. Sesuai dengan rencana pengembangan kawasan transmigrasi, kemudian di kembangkan konsep *footprint* untuk menyusun scenario perencanaan. Berdasarkan pendekatan kebutuhan lokal dengan produktivitas gobal yang digunakan diperkirakan kemampuan Pulau Wetar untuk menampung kehidupan masyarakat mencapai 125.425 orang. Artinya, dengan kondisi masyarakat yang ada saat ini, tanpa melalui import barang, sumberdaya di darat dan perairan Pulau Wetar mampu menghidupi masyarakat sejumlah tersebut.

Kata Kunci: footprint, daya dukung, produktivitas, sumberdaya, Pulau Wetar.

PENDAHULUAN

Pulau kecil merupakan habitat yang terisolasi dengan habitat lain sehingga keterisolasiannya ini akan menambah keanekaragaman organisme yang hidup di pulau tersebut serta dapat juga membentuk kehidupan yang unik di pulau tersebut. Selain itu pulau kecil juga mempunyai lingkungan yang khusus dengan proporsi spesies endemik yang tinggi bila dibandingkan dengan pulau kontinen. Akibat ukurannya yang kecil maka tangkapan air (*catchment*) pada pulau ini yang relatif kecil sehingga air permukaan dan sedimen lebih cepat hilang kedalam air. Jika dilihat dari segi budaya maka masyarakat pulau kecil mempunyai budaya yang umumnya berbeda dengan masyarakat pulau kontinen dan daratan (Dahuri, 1998). Batasan lain yang bisa juga dipakai adalah pulau dengan ukuran 5000 km² (Ongkosongo, 1998 *dalam* Falkland, 1993; 1995) atau dengan luas 2000 km² (Ongkosongo, 1998 *dalam* UNESCO, 1991; Falkland, 1993). Untuk pulau sangat kecil dipakai ukuran luas maksimum 1000 km² dengan lebar kurang dari 3 km (Hehanusa, 1995; Falkland, 1995). Batasan lain yang juga dapat dipakai adalah pulau dengan luas 10.000 km² atau kurang dan mempunyai penduduk 500.000 orang atau kurang (Bell *et al.*, 1990 *dalam* Dahuri, 1998; UNESCO, 1994 *dalam* Sugandhi, 1998).

Pulau dengan ukuran kecil (pulau kecil) umumnya memiliki sumberdaya alam yang sangat terbatas. Mudah-mudahan keseimbangan ekologi lingkungan pulau terganggu membuat pulau kecil, merupakan sebuah kasus khusus dalam pengelolaan lingkungan, baik dari segi sumberdaya alam (*resources*), ekonomi

maupun kegiatan-kegiatan yang saling berinteraksi didalamnya. Keterbatasan sumberdaya alam akan menurunkan kemampuan mencukupi kebutuhan sendiri (*self sufficiency*), sehingga pembangunan berkelanjutan menjadi sangat sulit dicapai. Oleh karena itu, secara ekologi maupun ekonomis pilihan-pilihan pola pengelolaan lingkungan berkesinambungan (*sustainable development*) pada pulau-pulau kecil sangat sedikit.

Ecological footprint dari ekonomi nasional dihitung melalui pendugaan lahan produktif (secara ekologis) yang diperlukan untuk mempertahankan aliran materi (bahan) dan energi (termasuk di dalamnya adalah untuk memproduksi barang dan untuk menyerap limbah atau bahan ikutan yang ditimbulkan) dan lahan untuk infrastruktur (*built-up land*). Sementara itu jumlah lahan untuk mengabsorpsi jumlah CO₂ (atau untuk substitusi bahan bakar bio, biofuels, terhadap bahan bakar fosil) didasarkan pada rata-rata produktivitas hutan dunia dan diasumsikan konstan. Memang di dalam menghitung *ecological footprint* dengan periode jangka panjang ini (*time series*) pertanyaan yang muncul adalah data produktivitas lahan yang mana yang akan digunakan untuk menkonversi aliran biomas ke dalam luas lahan footprint.

Pengembangan Pulau Wetar dilakukan melalui program yang terpadu, dan untuk mengantisipasi dampak negatif dari pembangunan yang mungkin timbul, maka kajian tentang kemampuan pulau kecil kasus Pulau Wetar diperlukan untuk mendukung setiap kegiatan yang ada di atasnya. Untuk itu Analisis Daya Dukung dilakukan melalui kaidah yang tepat, agar kegiatan pembangunan yang dilakukan di pulau ini dapat memenuhi

tuntutan kaidah pemanfaatan sumberdaya yang optimal dan berkelanjutan (*sustainable development*).

Menilai kemampuan daya dukung (*carrying capacity*) berbasis sumberdaya lokal (footprint) sebagai dasar pertimbangan untuk mengembangkan kawasan Pulau Wetar melalui peningkatan aktivitas ekonomi dan dampak yang kemudian ditimbulkan terhadap wilayah pulau dan perairannya.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Pulau Wetar (lampiran 1) Kabupaten Maluku Tenggara Barat. Penelitian ini dilaksanakan selama empat bulan mulai dari inventarisasi data, analisis data dan sampai penulisan laporan.

Scoullos *et al.* (2001) mengukur ecological footprint di Austria pada periode 1926 – 1995. Metode yang digunakannya, dalam beberapa hal yang sesuai, akan digunakan sebagai acuan. Berikut ini akan dipaparkan terlebih dahulu metode yang mereka gunakan, dan berikutnya akan diuraikan metode yang digunakan untuk menilai daya dukung di Pulau Wetar.

Untuk mengkaji daya dukung lingkungan melalui pendekatan ecological footprint di Pulau Wetar hanya akan digunakan data terakhir yang didapatkan, yaitu hingga tahun 2005. Hal ini karena memang tidak dimaksudkan untuk melihat perubahan daya dukung dari waktu ke waktu. Di dalam kajian ini akan digunakan data produktivitas global pada tahun yang tetap. Dengan menggunakan metode ini maka footprint yang diperoleh adalah dalam satuan global. Sementara itu biocapacity berdasarkan data lokal. Oleh karena itu harus dilakukan koreksi (adjustment) dengan apa yang disebut

sebagai "yield factor" (Ferguson, 2002). Yield faktor (YF) adalah perbandingan antara produktifitas lokal terhadap produktifitas global.

Dengan menggunakan data produktivitas global (rata-rata dunia) maka *ecological footprint* dihitung dengan rumus:

$$EF_i = (DE_i / Y_{gbl i})$$

$$EF = \sum EF_i$$

- EF_i : Ecological Footprint produk ke-i
 EF : Total Ecological Footprint (dalam satuan global)
 DE_i : Domestic Extraction produk ke-i
 Y_{gbl i} : Yield (produktivitas global) produk ke-i

Sementara itu biocapacity (BC) dihitung menggunakan rumus :

$$BC_{lok} = \sum A_k$$

- A_k : luas land cover kategori ke-k

Agar biocapacity dapat diekspresikan secara global setara dengan perhitungan ecological footprint, maka biocapacity dikalikan dengan YF.

$$BC = \sum A_k YF_k$$

- A_k : luas land cover kategori ke-k
 YF_k : Yield factor land cover kategori ke-k

Selanjutnya daya dukung lingkungan (CC) dihitung dari :

$$CC = (BC / EF)$$

Analisis selanjutnya adalah membandingkan komponen EF_i yang sejenis dengan CC_k yang sesuai. Analisis ini untuk melihat komponen Efi mana yang tersedia di lokasi dan Efi mana yang tidak

tersedia dan harus disediakan di daerah lain (di luar Pulau Wetar). Data analisis ini secara struktural dapat digambarkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Tabel Isian Untuk Analisis Footprint di Pulau Wetar

Kategori	Produktivitas (Y) =kg/Ha	Konsumsi (DE)=Kg/kapita	Komponen footprint (FP) =Ha/kapita	Biocapacity (BC) = Ha
1. Bahan pangan pokok				Kebun/ Tegalan/ Ladang
- Padi	√	√	√	
- Jagung	√	√	√	
- Sayuran	√	√	√	
- Buah	√	√	√	
- Lain-lain	√	√	√	
- Teh				
- Kopi				
- Gula				
- Kapas (pakaian)				
Sub-Total				
2. Bahan Pangan Perikanan	√	√	√	Danau / Rawa / Laut (4 mil)
- ikan	√	√	√	
Sub-Total				
3. Bahan Kayu	√	√	√	Hutan/ mangrove
- Kayu bangunan	√	√	√	
- Kayu bakar	√	√	√	
Sub-Total				
4. Lain-lain	√	√	√	Pemukiman
- Daging	√	√	√	
- Lahan infrastruktur	√	√	√	
Sub Total				
T o t a l	√	√	√	

¹ Produktivitas global (Wackernagel dan Yount, 1998)

² Ferguson (1999).

³ Produktivitas global (Wackernagel dan Yount, 1998)

⁴ Produktivitas global (Wackernagel dan Yount, 1998)

⁵ Produktivitas global (Wackernagel dan Yount, 1998)

⁶ Produktivitas global (Wackernagel dan Yount, 1998)

⁷ Produktivitas global (Wackernagel dan Yount, 1998)

⁸ Produktivitas laut sekitar P. Wetar (DPI-5) rata-rata 3868 Kg/Ha (Dahuri, 2003).

⁹ Produktivitas global (Wackernagel dan Yount, 1998; Warren-Rhode dan Koenig, 2001)

¹⁰ Produktivitas global (Wackernagel dan Yount, 1998)

¹¹ Produktivitas global (Wackernagel dan Yount, 1998)

¹² Produktivitas global (Wackernagel dan Yount, 1998; Warren-Rhode dan Koenig, 2001)

¹³ Kebutuhan lahan (hutan/vegetasi) untuk menyerap limbah bahan baker (terutama CO₂) di Amerika adalah 3,23 Ha/kap (Wackernagel dan Yount, 1998) dan di Hongkong 3,6 Ha/Kap (Warren-Rhode dan Koenig, 2001). Oleh karena itu jika kebutuhan penyerap limbah CO₂ di P. Wetar hanya sepertujuh dari Hongkong, kelihatannya dapat diasumsikan benar.

¹⁴ Kebutuhan lahan infrastruktur (buit-up area) di Amerika 0,61 Ha/kap (Wackernagel dan Yount, 1998) dan di Hongkong 0,2 Ha/Kap (Warren-Rhode dan Koenig, 2001). Oleh karena itu jika kebutuhan infrastruktur di P. Wetar hanya seperempat dari Hongkong, kelihatannya dapat diasumsikan benar.

Tabel 2. Parameter kualitas air di beberapa lokasi pengamatan

Parameter Air	Satuan	ST 1	ST 2	ST 3	ST 4	ST 5	ST 6	Status
Fisika								
Suhu	mg/l	28	26	28	28	28	28	Baik
Kecerahan	m	3	3	6	4	6	8	Baik
Total Suspended Solid	mg/l	7	5	5	4	2	10	Baik
Turbidity	NTU	0.5	0.49	0.48	0.34	0.69	20,7	Baik
Kimia								
Fosfat	mg/l	<0,001	0,017	<0,001	0,063	<0,001	<0,001	Baik
Nitrat	mg/l	0,641	0,678	0,712	0,619	0,568	0,666	Baik
Biologi								
Khlorophyl-a	mg/l	0,43	0,72	0,504	9,72	5,45	0,812	Baik

Sumber: PKSPL, 2005.

Keterangan

ST 1 = Teluk Emerelak (Desa Arwala) ST 2 = Muara Sungai Pembuangan Tailing Lurang

ST 3 = Kampung Lurang (Desa Lurang) ST 4 = Teluk Ilmamau (KP 3)

ST 5 = Desa Klisatu ST 6 = Desa Ilwaki

Analisis sistem digunakan untuk melihat model aliran parameter pencemar seperti phosfat, nitrat dan khlorophil-a. Dari paramter dapat dilakukan pendugaan kemampuan daya dukung kawasan. Untuk mempermudah analisis digunakan alat bantu analisis berupa program stella.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu bagian penting yang tidak dapat dipisahkan dari kajian daya dukung adalah kondisi kualitas lingkungan

parameter penilaian daya dukung yang diamati disekitar Pulau Wetar yaitu.

Parameter kualitas perairan relatif masih dalam kisaran yang normal. Kecerahan cukup baik sampai kedalaman 8 meter masih baik tembus cahaya matahari. Kandungan TSS antara 2-10 mg/ masih dalam kondisi normal. Perairan juga tidak terlalu keruh. Kandungan fosfat dibawah 1, namun demikian fasfat yang ada tergolong rendah. Sedangkan nitra cukup tinggi dan perairan tergolong subur.

Tabe. 3. Kandungan logam berat

Parameter Logam	Satuan	ST1 1	ST 12	ST 13	ST 14	Keterangan
Raksa	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Dibawah batas baku mutu
Kadmium	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	

Sumber: PKSPL, 2005.

Keterangan

ST11= Lokasi Pemantauan Sumur Dekat Pantai

ST12 = Lokasi Pemantauan Sumur Dekat Penginapan

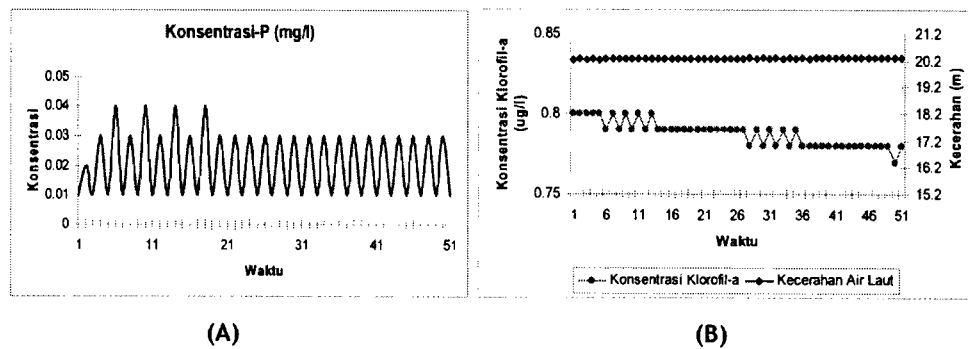
ST13 = Lokasi Pemantauan di Kali Besar

ST14 = Lokasi Pemantauan di Kali Kuning

perairan. Karena kualitas perairan akan memberikan dampak yang signifikan dari daya dukung kawasan. Analisa kualitas perairan di lokasi pengamatan menunjukkan hasil yang beragam. Berikut disajikan hasil pemantauan air yang juga terkait dengan

Kandungan klorophil juga kurang dari 0,8 mg/l

Selain pemantuan air juga dilakukan pemantauan kandungan logam berat pada empat lokasi yaitu sumur Desa Lurang (Dekat Pantai) dan sumur dekat



Gambar 1. Konsentrasi Fosfat (A) dan Konsentarsi Klorofil-a dan Kecerahan Air (B) Hasil Analisis Sistem P. Wetar

penginapan. desa Lurang. Kemudian juga dilakukan pengukuran pada Kali Besar dan Kali Kuning.

Kandungan logam berat di sumur dan disungai kurang dari 0,001 mg/l. Kondisi ini menunjukkan bahwa kandungan logam Hg dan Cd tidak terdeteksi atau sangat kecil sekali. Kandungan seperti itu tidak berpengaruh terhadap biota perairan dan lingkungan. Dengan menggunakan perangkat lunak analisis sistem maka sistem aliran fosfat (P) yang ada di ekosistem P. Wetar dapat dimodelkan. Hasil analisis kualitas air menunjukkan bahwa perairan di P. Wetar memang belum tercemar dengan rata-rata konsentrasi klorofil sebesar 0,8 $\mu\text{g/l}$, konsentrasi fosfat sebesar 0,013 mg/l, dan kecerahan sebesar 20 m. Analisis sistem dengan model menunjukkan hal yang hampir sama dan dapat dilihat pada **Gambar 1 A** dan **Gambar 1 B**.

Pada Gambar 1 (A) terlihat bahwa konsentrasi P (fosfat) seimbang sepanjang waktu pada nilai 0,02 mg/l. Hasil pengukuran di lapangan memang menunjukkan rata-rata 0,013 mg/l, tetapi pengukuran hanya dilakukan pada 6 titik pengukuran. Dari data pengukuran di lapangan tersebut nilai konsentrasi P yang diperoleh adalah antara <0,01 - 0,063 mg/l. Dengan demikian kelihatannya model

telah dapat memberikan gambaran dari ekosistem P. Wetar yang sebenarnya.

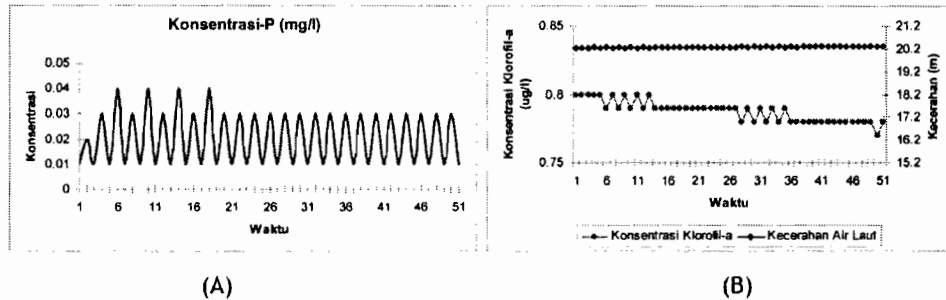
Pada Gambar 1 (B) terlihat bahwa konsentrasi klorofil-a dan kecerahan air juga berada dalam kondisi yang seimbang. Konsentrasi Klorofil-a berada pada sekitar 0,8 $\mu\text{g/l}$ sementara kecerahan air laut berada pada sekitar 20,2 m. Hal ini juga sesuai dengan nilai rata-rata pengukuran di lapangan.

Skenario Pengembangan P. Wetar

P. Wetar adalah pulau yang relatif masih belum banyak dieksploitasi. Kegiatan ekonomi di pulau ini masih sangat sederhana sehingga limbah yang dihasilkanpun masih dapat diserap oleh lingkungan perairan pantai P. Wetar. Lingkungan perairan P. Wetar yang dikelilingi oleh lautan lepas dan dalam mempunyai kapasitas penyerapan limbah yang sangat besar. P. Wetar praktis hanya mempunyai sedikit saja "reef flat" yang berarti perairan pantai (4 mil laut) sangat dalam. Dengan kondisi perairan pantai yang dalam serta ombak dan arus yang besar maka kapasitas asimilasi limbah diasumsikan sangat besar. Konsekuensinya adalah terdapat keseimbangan berbagai indikator limbah seperti konsentrasi fosfat, konsentrasi klorofil, dan kecerahan air sepanjang

Tabel 4. Komposisi Penggunaan Lahan pada Skenario I Pengembangan

Jenis Penggunaan Lahan	Komposisi Awal (m ²)	Komposisi Skenario I (m ²)
Luas Perair. Pantai	205.950.900	205.950.900
Luas Budidaya Laut	0	0
Luas Cropland	3.883.400	23.883.400
Luas Pasture	758.345.100	728.345.100
Luas Hutan	1.845.083.200	1.845.083.200
Luas Pemukiman	849.800	10.849.800



Gambar 2. Konsentrasi P (A) Konsentrasi Klorofil-a dan Kecerahan Air (B) pada Skenario I Pengembangan Pertanian

waktu.

Skenario pertama adalah jika terjadi transmigrasi pertanian sebanyak 1000 KK, dimana setiap KK membutuhkan 1 Ha lahan pekarangan dan 2 Ha lahan pertanian. Dalam skenario ini seluruh kebutuhan lahan tersebut diambil dari lahan "pasture" yang tersedia. Dengan demikian akan terdapat penambahan lahan pertanian (Cropland) sebesar 2000 Ha (20000000 m²) dan 1000 Ha (10000000 m²) lahan pemukiman. Sementara itu terjadi penurunan lahan "pasture" sebesar

pertama dibandingkan dengan komposisi awal dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Analisis sistem terhadap skenario I pembangunan pertanian tersebut ternyata tidak mampu mengganggu keseimbangan ekosistem perairan yang ada di P. Wetar. **Gambar 2 (A)** dan **Gambar 2 (B)** menunjukkan bahwa konsentrasi fosfat dan kecerahan maupun konsentrasi klorofil-a masih dalam keseimbangan seperti pada **Gambar 3** dan **Gambar 4**.

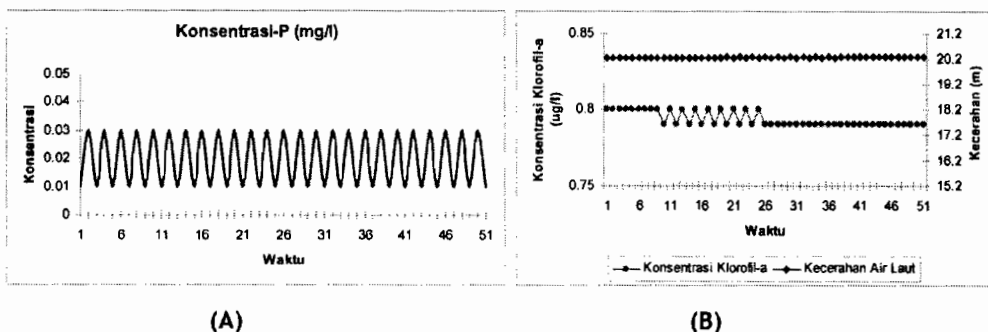
Skenario Kedua pembangunan

Tabel 5. Komposisi Penggunaan Lahan pada Skenario II Pengembangan

Jenis Penggunaan Lahan	Komposisi Awal (m ²)	Komposisi Skenario II (m ²)
Luas Perair. Pantai	205.950.900	205.950.900
Luas Budidaya Laut	0	0
Luas Cropland	3.883.400	509.446.800
Luas Pasture	758.345.100	0
Luas Hutan	1.845.083.200	1.845.083.200
Luas Pemukiman	849.800	253.631.500

3000 Ha (30000000 m²). Komposisi menggunakan lahan pada skenario

pertanian di P. Wetar adalah dengan merubah seluruh lahan "pasture" menjadi



Gambar 3. Konsentrasi P (A) Konsentrasi Klorofil-a dan Kecerahan Air Laut (B) pada Skenario II Pengembangan Pertanian

lahan “cropland” dan “Permukiman” untuk memenuhi kebutuhan lahan transmigrasi. Di dalam skenario ini jika setiap KK transmigran memerlukan 3 Ha lahan untuk pertanian dan pemukiman maka lahan pasture yang tersedia mampu menampung jumlah transmigran sebanyak 25.278 KK. Dalam skenario II ini maka komposisi penggunaan lahan adalah sebagaimana terlihat pada **Tabel 5**.

Analisis sistem terhadap skenario II pembangunan pertanian di P. Wetar sebagaimana terlihat pada Tabel 2 ternyata juga belum mampu mempengaruhi

transmigrasi ke P. Wetar sebanyak lebih dari 25.000 KK dimana seluruh lahan “pasture” diubah menjadi lahan pertanian (“cropland”) dan lahan “permukiman” sesuai dengan kebutuhan lahan transmigrasi ternyata lingkungan perairan pada khususnya dan lingkungan P. Wetar pada umumnya masih dapat mendukung pengembangan lahan tersebut. Daya dukung lingkungan P. Wetar yang sangat besar ini terletak pada kondisi perairan pantainya yang memang sangat dalam. Posisi P. Wetar yang dikelilingi oleh laut-laut dalam di sekitarnya merupakan

Tabel 6. Komposisi Penggunaan Lahan pada Skenario III Pengembangan

Jenis Penggunaan Lahan	Komposisi Awal (m ²)	Komposisi Skenario III (m ²)
Luas Perair. Pantai	205.950.900	205.950.900
Luas Budidaya Laut	0	50.000.000
Luas Cropland	3.883.400	509.446.800
Luas Pasture	758.345.100	0
Luas Hutan	1.845.083.200	1.795.083.200
Luas Pemukiman	849.800	303.631.500

keseimbangan sistem ekologis di P. Wetar. **Gambar 5** dan **Gambar 6** menunjukkan keseimbangan konsentrasi fosfat (P), konsentrasi klorofil-a dan kecerahan air selama waktu simulasi 50 satuan waktu (hari).

Pada **Gambar 3 (A)** dan **Gambar 3 (B)** terlihat bahwa walaupun dilakukan

lingkungan laut yang sangat dinamis dan dapat menyerap limbah dalam jumlah yang sangat besar.

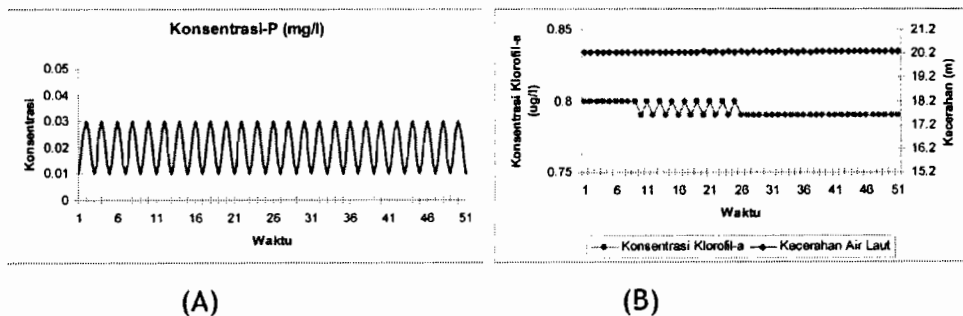
Skenario pengembangan yang ketiga merupakan skenario pengembangan yang sangat ekstrem. Skenario ini walaupun terlihat sangat ekstrem, tetapi perlu diperhitungkan terutama untuk

mengetahui daya dukung lingkungannya. Didalam skenario ini jumlah transmigrasi pertanian pada skenario ke-dua sebesar lebih dari 25.000 KK tersebut ditambah lagi dengan 5.000 KK transmigrasi perikanan. Diasumsikan bahwa transmigrasi perikanan ini memerlukan tambahan lahan permukiman sebesar 5.000 Ha (50.000.000 m²). Kekurangan lahan ini diambil dari lahan "hutan" sehingga lahan hutan berkurang sebesar 50.000.000 m². Sementara itu dimodelkan bahwa setiap KK transmigran perikanan ini mengembangkan budidaya laut sebesar 1 Ha (10.000 m²) maka akan terdapat lahan budidaya laut sebesar 50.000.000 m². **Tabel 6** menunjukkan komposisi penggunaan lahan pada skenario ke-tiga ini.

Analisis sistem model skenario III pembangunan P. Wetar dimana jumlah transmigrasi yang masuk sebanyak lebih dari 30.000 KK yang terdiri dari 25.000

Gambar 4 (A) dan **Gambar 4 (B)** memperlihatkan bahwa keseimbangan konsentrasi fosfat, konsentrasi klorofil-a dan transparansi atau kecerahan air laut masih belum berubah. Waktu simulasi didalam analisis ini memang hanya 50 hari tetapi hal ini hanya untuk memperindah gambar saja. Simulasi dalam jangka 1000 hari menghasilkan nilai keseimbangan yang sama yaitu konsentrasi-P pada nilai sekitar 0,02 mg/l, konsentrasi klorofil-a berada pada nilai sekitar 0,79 µg/l dan kecerahan air berada pada nilai sekitar 20,2 m. Nilai-nilai tersebut adalah nilai-nilai kualitas air laut alami (belum tercemar). Satuan waktu juga dapat diubah dengan tahun dengan konversi konstanta yang sesuai dan tidak akan merubah hasil keseimbangan.

Berdasarkan analisis sistem di atas maka dapat disimpulkan bahwa sistem perairan (khususnya perairan pantai) P. Wetar mempunyai daya dukung yang



Gambar 7. Konsentrasi P (A) Konsentrasi Klorofil-a dan Kecerahan Air Laut (B) pada Skenario III Pengembangan Pertanian

KK transmigrasi pertanian ditambah 5000 KK transmigrasi perikanan (nelayan) dengan total lahan pertanian yang dikembangkan seluas 509.446.800 m² (50.944,68 Ha) dan lahan budidaya laut seluas 50.000.000 m² (5.000 Ha) ternyata juga masih dapat ditampung oleh sistem ekologi perairan P. Wetar.

sangat besar untuk menampung pembangunan pertanian. Pengembangan lahan pertanian hingga seluas 50.944,68 Ha, lahan budidaya laut seluas 5.000 Ha, dengan total lahan permukiman seluas 30.363,15 Ha masih dapat ditampung oleh sistem ekologi perairan P. Wetar. Hal tersebut setara dengan penambahan

penduduk transmigrasi sebesar 30.000 KK yang terdiri dari 25.000 KK transmigran pertanian dan 5.000 KK transmigran perikanan (nelayan).

Model Daya Dukung Lokal (Foot-print)

Analisis footprint di suatu lokasi didasarkan kepada konsumsi masyarakat setempat. Oleh karena itu sebenarnya kategori atau komponen footprint didasarkan kepada jenis yang dikonsumsi dan bukan jenis yang diproduksi. Berdasarkan survey lapangan yang telah dilakukan maka secara umum dapat diketahui bahwa sebenarnya konsumsi masyarakat P. Wetar masih sangat kecil dan sederhana (jenisnya sedikit). Konsumsi masyarakat P. Wetar yang paling besar adalah konsumsi bahan kayu, baik untuk bangunan maupun untuk kayu bakar. Hal ini terjadi karena bahan bangunan untuk membuat rumah penduduk yang paling tersedia dengan mudah adalah kayu. Bahan bakar yang dengan mudah dapat diperoleh oleh penduduk juga kayu. Lokasi P. Wetar yang relative terisolasi menyebabkan bahan bangunan dan bahan bakar minyak menjadi relative mahal.

Penduduk P. Wetar sebenarnya memproduksi beberapa bahan makanan, tetapi lebih banyak dijual ke luar dan bukan dikonsumsi sendiri seperti madu dan kopra. Komponen ini tidak dimasukkan ke dalam perhitungan footprint karena footprint pada prinsipnya hanya menghitung kebutuhan penduduk untuk mempertahankan kehidupannya secara ekologis.

Hasil perhitungan footprint di P. Wetar dapat dilihat pada **Tabel 7**. Pada **Tabel 8** tersebut terlihat bahwa komponen foot-

print di P. Wetar memang hanya terdiri dari kebutuhan-kebutuhan pokok saja. Kehidupan masyarakat P. Wetar memang masih sederhana sehingga kebutuhan hidupnya juga masih sederhana. Nilai produktifitas setiap komponen menggunakan nilai produktifitas global (rata-rata dunia) sedangkan nilai konsumsi actual diperoleh dari survey (wawancara) di lapangan.

Hasil dari perhitungan footprint di P. Wetar sebagaimana terlihat pada **Tabel 7** adalah bahwa **daya dukung lingkungan P. Wetar sebesar 125.425 orang**. Dalam kaitan ini perlu diperhatikan makna daya dukung lingkungan berdasarkan konsep footprint ini.

Daya dukung P. Wetar sebesar 125.425 orang artinya adalah bahwa lingkungan dan sumberdaya alam P. Wetar secara total dapat menghidupi 125.425 secara berkelanjutan jika potensi yang ada tersebut dimanfaatkan secara optimal. Namun demikian pengertian yang lebih penting lagi adalah bahwa bukan berarti sebanyak 125.425 orang tersebut dapat tinggal seluruhnya di P. Wetar. Angka tersebut hanyalah menunjukkan bahwa sumberdaya alam dan lingkungan (termasuk laut 4 mil) P. Wetar dapat menghidupi 125.425 orang dimana saja, termasuk orang-orang di luar P. Wetar yang „mengimpor“ bahan kebutuhan hidup dari P. Wetar. Jumlah orang yang dapat tinggal di P. Wetar sangat tergantung kepada ketersediaan lahan budidaya, teknologi untuk mengoptimalkan produktivitas lahan, kesesuaian lahan untuk budidaya dan permukiman. Oleh karena itu analisis daya dukung lingkungan harus tetap dilengkapi dengan analisis kesesuaian lahan.

Tabel 7. Tabel Analisis Footprint di Pulau Wetar

Kategori	Produktivitas (Y) =kg/Ha	Konsumsi (DE)=Kg/ka pita	Komponen footprint (FP) =Ha/kapita	Biocapacity (BC) = Ha (luas x YF)
1.Bahan pangan pokok				Kebun/ Tegalan/ Ladang
- Padi dan Jagung	2.744 ¹	43,8	0,01596	Yield Factor (YF) = 0,48 ² 75.114,99 x 0,48 =
- Sayuran dan buah	1.800 ³	6,5	0,00361	
- Daging dan telur	74 ⁴	2,5	0,03378	
- Teh dan kopi	566 ⁵	1,825	0,00322	
- Gula	4.893 ^b	3,5	0,00072	
-Kapas (pakaian)	1.000 ⁷	0,5	0,00050	
Sub-Total			0,05779	36.055,1952
Daya Dukung Parsial (Lahan Pertanian)				623.900 orang
2.Bahan Pangan Perikanan				Danau / Rawa / Laut (4 mill) FY=100⁸
-ikan	29 ⁹	22	0,75862	20.617.139
Sub-Total			0,75862	
Daya Dukung Parsial (Perikanan)				27.177.162 orang
3.Bahan Kayu				Hutan/ mangrove
-Kayu bangunan	1,48 ¹⁰	15	10,13514	YF = 100 184.508,32 x 100 =
-Kayu bakar	0,5 ¹¹	150	300,0	
-Kertas	1,47 ¹²	0,4	0,27211	
- Penyerap energi buangan bahan bakar			0,5 ¹³	
Sub-Total			310,90724	18.450.832
Daya Dukung Parsial (Lahan Hutan)				59.345 orang
4.Lain-lain				Pemukiman/Tanah Kosong
-lahan infrastruktur			0,05 ¹⁴	240,5
Sub Total			0,05	
Daya Dukung Parsial (Lahan infrastruktur)				4.810 orang
T o t a l			311,77365	39.104.266,7
T o t a l Daya Dukung Lingkungan				125.425 Orang

Pada **Tabel 7** juga terlihat daya dukung parsial per jenis lahan. Perhitungan daya dukung parsial per jenis lahan sebenarnya hanya untuk memberikan gambaran jenis lahan mana yang relatif lebih tersedia dibandingkan dengan jenis lainnya. Mengartikan daya dukung parsial per jenis lahan ini juga harus sangat hati-hati. Sebagai contoh pada **Tabel 7** disebutkan bahwa lahan pertanian-perkebunan-penggembalaan di P. Wetar mempunyai daya dukung sebesar 623.900 orang jika pola konsumsinya sama seperti orang Wetar saat ini. Hal ini tidak berarti bahwa 623.900 orang dapat tinggal di P. Wetar untuk memanfaatkan tanah pertanian yang

ada. Lahan pertanian di P. Wetar mungkin hanya dapat sesuai untuk menumbuhkan satu jenis tanaman yang dapat menghidupi (mensuplai konsumsi pangan) sebesar 623.900 orang, tetapi orang tersebut tidak harus tinggal di P. Wetar, karena kebutuhan manusia tidak hanya 1 jenis tanaman.

Dari kajian footprint ini secara umum dapat disimpulkan bahwa masyarakat P. Wetar saat ini bertindak sebagai "suplayer" kepada penduduk dunia lainnya karena sumberdaya alam dan lingkungan yang ada di P. Wetar dapat mencukupi hidup manusia sebesar 125.425 orang (dengan standar hidup

penduduk P. Wetar) tetapi

jumlah penduduk P. Wetar saat ini hanya sebesar 6.733 orang. Lingkungan pedesaan dengan pola konsumsi yang masih sederhana dengan lingkungan hidup yang masih terjaga dengan baik memang biasanya bersifat "suplayer" dari pada "konsumer" sumberdaya alam dan jasa lingkungan. Sebaliknya penduduk perkotaan atau daerah dengan perekonomian yang maju dan pola konsumsi yang tinggi dan beraneka ragam biasanya lebih bersifat "konsumer" terhadap sumberdaya alam dan lingkungan. Secara lebih singkat dapat dikatakan bahwa P. Wetar saat ini masih "surplus" sumberdaya alam dan lingkungan. Sekali lagi harus diingat bahwa daerah yang "surplus" sumberdaya alam dan lingkungan ini belum tentu "makmur" dalam konotasi ekonomi karena tidak semua kebutuhan manusia dapat dipenuhi oleh sumberdaya alam dan lingkungan setempat. Daerah yang surplus sumberdaya alam dan lingkungan hanya dapat makmur jika hasil dari sumberdaya alam tersebut dapat dipasarkan secara sehat untuk ditukarkan dengan kebutuhan hidup yang lain yang tidak dapat dipenuhi oleh sumberdaya dan lingkungan setempat.

KESIMPULAN

Dalam analisis ini memang baru pembangunan pertanian yang dianalisis dengan dampak limbah terjadinya yutrofikasi perairan. Pembangunan industri dan pertambangan belum dimasukkan ke dalam sistem. Hal ini mengingat beberapa pertimbangan :

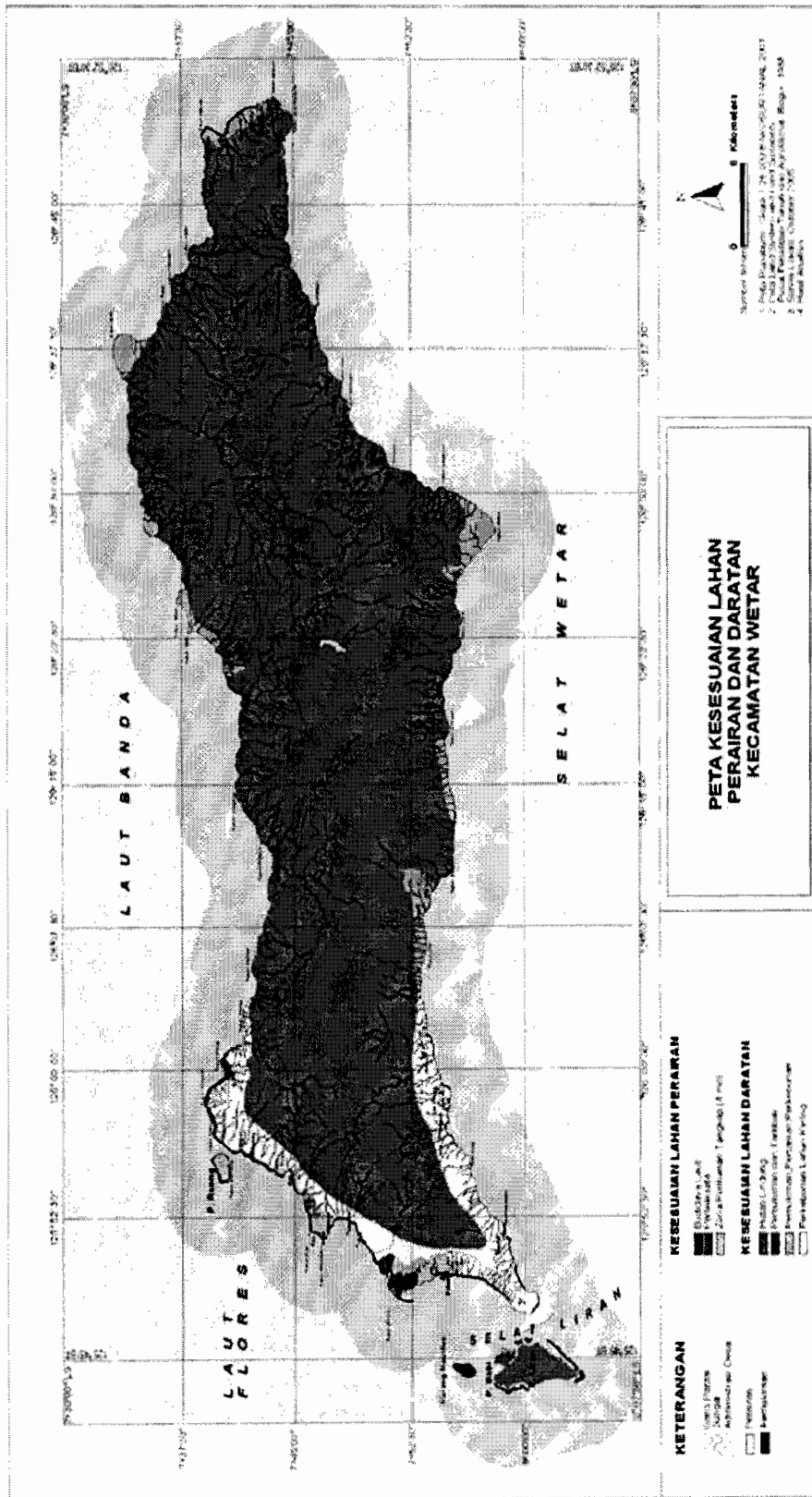
1. Program pengembangan yang dalam waktu dekat akan dilaksanakan di P. Wetar adalah program transmigrasi baik pertanian maupun perikanan.
2. Pertambangan emas di P. Wetar yang saat ini sedang dalam tahap eksplorasi, skalanya juga tidak besar. Pengukuran kualitas air di sekitar daerah pertambangan di Desa Lurang ternyata belum mengindikasikan adanya pencemaran, baik yutrofikasi fosfat, kandungan air raksa (Hg) maupun konsentarsi cadmium (Cd).
3. Indikator yang digunakan untuk melihat daya dukung lingkungan terhadap pengembangan industri dan pertambangan sangat bergantung pada jenis industri dan pertambangan tersebut.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa walaupun daya dukung ekologis P. Wetar masih sangat tinggi tetapi tidak serta merta dapat mendatangkan orang sebanyak daya dukungnya tersebut. Hal ini karena tidak semua kebutuhan hidup manusia dapat dipenuhi oleh ekosistem yang ada. Dasar perhitungan daya dukung hanyalah dari sumberdaya alam dan lingkungan, belum memasukkan faktor ekonomi. Singapura misalnya jika ditinjau dari daya dukung lingkungan termasuk "defisit" karena biocapacity Singapura hanya 0,1 Ha/kapita sementara footprint-nya 6,9 Ha/kapita. Walaupun daya dukung ekologisnya (dari footprint) telah "defisit" tetapi penduduk Singapura masih dapat bertambah dengan kondisi ekonomi (kemakmuran) yang tidak harus menurun. Hal ini karena faktor ekonomi telah berjalan dengan baik di Singapura sehingga pertukaran bahan kebutuhan hidup lancar. Secara umum ecological footprint Indonesia adalah 1,4 Ha/kapita dengan ketersediaan biocapacity sebesar 2,6 Ha/kapita (Wackernagel *et al.*, 1999) Hasil

studi ini menunjukkan bahwa ecological footprint penduduk P. Wetar saat ini adalah 311,8 Ha/kapita sementara biocapacity yang tersedia adalah 5.807,9 Ha/kapita.

DAFTAR PUSTAKA

- Dahuri, R.; J.R. Rais; S.P. Ginting; dan J.M Sitepu. 1998. Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT Pradanya Paramita. Jakarta.
- Falkland, R. 1993. An Ecological Perspective on Carrying Capacity. *Annals of Tourism Research*, 10 (3) pp. 705 – 708.
- Wackernagel.M., 1999. Sharring of Nature. Blackweel Press.
- Sugandhi. A.,1998. Pengelolaan Lingkungan Pesisir, dan Lautan. Paper pada presentasi kawasan konservasi laut. PHPA. Jakarta.
- Scoullous *et al.* (2001) Planning Sustainable Regional Development. Principles, Tools and Practices. The Case Study of Rhodes Island –Greece”, MIO – ECSDE – SUDECIR Project.
- Ferguson, M. 2002. *Sustainable resource use. An enquiry into modeling and planning.* Rijks universiteit Groningen, Maastricht.



Gambar 1. Peta Lokasi Studi (Darat dan Laut) di Pulau. Wetar