

Makalah Meeting Room B

ESTIMASI PENENTUAN DAYA DUKUNG PERAIRAN KOLONG UNTUK PENGEMBANGAN BUDIDAYA IKAN DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI MODEL BEBAN FOSFOR DI BANGKA

Triyanto dan Cynthia Henny
Pusat Penelitian Limnologi-LIPI

Email: triyanto@limnologi.lipi.go.id

ABSTRAK

Penentuan daya dukung perairan genangan bekas tambang timah (kolong) untuk pengembangan budidaya ikan di Bangka dilakukan dengan melakukan estimasi perhitungan beban fosfor pada tujuh buah kolong. Parameter utama yang dijadikan dasar perhitungan untuk estimasi penentuan daya dukung adalah rata-rata total fosfor tahunan (TP: mg/L), luas kolong (m^2), rata-rata kedalaman (m), volume air kolong (m^3), laju pembilasan dan rata-rata volume air kolong yang hilang atau keluar dari kolong per tahun (m^3), dengan ikan mas dan nila sebagai komoditas ikan yang dibudidayakan. Analisis regresi berganda digunakan untuk mengestimasi model dugaan daya dukung kolong dengan parameter fosfor (TP) luas kolong (L) dan kedalaman rata-rata (z). Hasil estimasi perhitungan daya dukung kolong untuk kegiatan budidaya ikan berkisar antara 108–3000 kg ikan/tahun. Model daya dukung kolong untuk budidaya ikan nila FCR : 1:1,5 dengan regresi berganda $Y = -0,274 - 3,234(TP) + 0,000022(L) + 0,210(z)$, dan untuk ikan mas FCR : 1:1,5 dengan persamaan $Y = -0,305 - 3,599(TP) + 0,000025(L) + 0,234(z)$. Koefisien determinasi dari model yang dihasilkan masing-masing sebesar $R^2 = 0,975$.

Kata kunci: Daya dukung, Budidaya Ikan, Perairan Kolong

ABSTRACT

Determination of carrying capacity of pit lakes for fish culture development in Bangka is done by calculating the estimated phosphorus budget model based on seven pit lakes in Bangka. The main parameters used as the basis of calculation for determining the carrying capacity is estimated the average annual total phosphorus (TP: mg/L), surface area of pit lake (m^2), mean depth (m), water volume (m^3) and the average flushing rate, average water volume which is lost or out from pit lake a year (m^3), with carp and tilapia are cultured fish as a commodity. Multiple regression analysis used to estimate the carrying capacity model with the parameters phosphorus (TP) surface area of pit lake (L) and mean depth (z). Estimation results for calculation of carrying capacity for fish culture activities ranging from 108-3000 kg of fish per year. Carrying capacity model for the cultivation of tilapia under FCR: 1:1.5 with the multiple regression equation: $Y = -0,274 - 3,234(TP) + 0,000022(L) + 0,210(z)$, and for carp FCR: 1:1, 5 with the equation $Y = -0,305 - 3,599(TP) + 0,000025(L) + 0,234(z)$. The determination coefficient of the model generated for each of $R^2 = 0,975$.

Keywords : carrying capacity, fish culture and pit lakes.

PENDAHULUAN

Daya dukung suatu perairan untuk kegiatan budidaya ikan didefinisikan sebagai tingkat maksimum produksi ikan yang dapat didukung oleh sehingga dapat menjamin keberlangsungan produksinya (Beveridge 1987). Daya dukung juga dapat didefinisikan sebagai batasan untuk banyaknya biota hidup atau biomassa yang dapat didukung oleh suatu habitat. Dalam kegiatan budidaya ikan baik secara intensif maupun tradisional selalu menghasilkan sejumlah limbah yang dapat mempengaruhi kualitas lingkungan budidaya. Pada jumlah yang melampaui batas tertentu, limbah tersebut akan menyebabkan penurunan kualitas perairan yang pada akhirnya mempengaruhi hewan yang dipelihara.

Kolong merupakan perairan yang terbentuk dari bekas galian tambang yang berpotensi dijadikan sebagai lokasi pengembangan budidaya ikan, setelah kondisi kualitas perairannya sesuai dan menunjang untuk kehidupan ikan budidaya. Sebagai bekas bahan galian tambang sifat perairan kolong dan produktivitas perairannya sangat bervariasi tergantung dari umur kolong dan bahan tambang yang dihasilkannya. Dalam budidaya ikan di perairan umum dalam sistem karamba kualitas air perairan merupakan faktor penentu dalam menunjang keberhasilan produksi ikan yang dibudidaya. Sehingga kondisi perairan harus berada dalam kondisi optimum untuk jangka waktu yang lama agar dapat menunjang keberlanjutan kegiatan produksi ikan.

Pemanfaatan kolong sebagai tempat budidaya ikan telah dicobakan, baik yang ditebar secara langsung atau yang dipelihara dalam sistem karamba, namun sayangnya pemanfaatan kolong untuk budidaya ikan belum banyak memperhatikan dan memperhitungkan daya dukung perairan kolong itu sendiri. Pada beberapa kasus kolong yang dimanfaatkan untuk budidaya ikan tanpa memperhatikan daya dukung, kondisi kualitas perairannya berubah cepat dalam waktu yang tidak terlalu lama, air kolong yang semula jernih (miskin hara) berubah menjadi subur (hijau kehitaman) sehingga tidak layak untuk hidup ikan yang dipelihara (Henny *et al.* 2007; Henny *et al.* 2009). Pemanfaatan kolong yang singkat dalam kegiatan budidaya ikan tentu saja tidak efisien dan tidak menguntungkan, karena pihak pembudidaya ikan harus pindah atau mencari kolong baru untuk budidaya ikan selanjutnya.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan daya dukung perairan kolong untuk pengembangan budidaya ikan, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan dalam pengelolaan dan pengembangan perairan kolong yang berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

Penentuan daya dukung perairan kolong untuk pengembangan budidaya ikan di daerah Bangka dilakukan dengan melakukan estimasi perhitungan beban fosfor pada 7 buah kolong berdasarkan pendekatan dari Beveridge (1987), Sukimin (2008) dan Per.Men.LH No.28 Tahun (2009). Ketujuh kolong tersebut dipilih untuk mewakili kondisi kolong yang ada di daerah tersebut. Parameter utama yang dijadikan dasar perhitungan untuk estimasi penentuan daya dukung adalah rata-rata total fosfor tahunan (TP: mg/L), luas kolong (diukur dengan GPS, A: m^2), rata-rata kedalaman ($z = V/A : m$), volume air kolong ($V:m^3$) laju pembilasan dan rata-rata volume air kolong yang hilang atau keluar dari kolong per tahun (m^3). Laju penggelontoran (*flushing rate*) dari air yang keluar kolong per tahun. Dihitung berdasarkan ($\rho = Qo/V$), dimana Qo = rata-rata volume air (m^3) yang keluar kolong per tahun. Penentuan volume air kolong yang keluar didekati dengan estimasi tinggi muka air kolong dari dua kali pengukuran (musim kemarau dan musim hujan). Beban fosfor akibat kegiatan perikanan (pemberian pakan) di dekati dengan konversi pakan (FCR: *food consumtion ratio*) dari beberapa tingkatan yaitu FCR 1: 1; FCR 1 : 1,5 dan FCR 1: 2. Jenis ikan yang digunakan untuk model perhitungan adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan ikan mas (*Cyprinus carpio*) sebagai ikan komsumsi yang umum. Dari data-data tersebut di atas maka penentuan daya dukung dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- Tahap 1. Mengukur *steady state* (P_i), dari konsentrasi total P yang ditentukan berdasarkan rataan tahunan konsentrasi total-P dalam badan air, diperoleh dari sejumlah sampel yang representatif selama satu tahun (P mg/ m^3).
- Tahap 2. Menentukan (P) maksimum yang dapat diterima oleh badan air, (P_f) akibat adanya budidaya ikan dalam karamba

Tahap 3. Menentukan kapasitas badan air untuk budidaya ikan secara intensif (ΔP), yaitu selisih antara P sebelum dimanfaatkan untuk budidaya (P_i) dengan P maksium yang dapat diterima (P_f) setelah adanya budidaya ikan dalam karamba ($\Delta P = P_f - P_i$). $P_f = 250 \text{ mg/m}^3$ (Beveridge, 1987). Oleh karena ΔP berhubungan dengan beban P dari ikan yang dipelihara, yaitu L_{fish} , Luasan kolong, (A) laju pembilasan (*flushing rate*) dan kemampuan badan air untuk menerima beban P maka :

$$P = L_{fish} (1-R_{fish})/Z\rho$$

$$L_{fish} = \Delta P \cdot Z\rho / (1-R_{fish})$$

$$R_{fish} = x + [(1-x)R]$$

$R = 1/ (1 + 0,747 \rho^{0,507})$ untuk kondisi danau-danau secara umum dimana x adalah besarnya proporsi Total P yang hilang secara permanen ke dalam sedimen ($x = 0,45 - 0,55$), x ditentukan sebesar 0,5. R_{fish} adalah total P yang larut ke dalam sedimen

Tahap 4. Setelah didapatkan luasan kolong ($A \text{ m}^2$), beban total P yang dapat diterima ($L_{fish} \text{ kg/thn}$), beban total P yang hilang kelingkungan selama budidaya (kg- P /ton ikan) setiap jenis ikan berbeda-beda tergantung jenis ikan dan FCR (konversi pakan yang ditetapkan) contoh untuk ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan FCR: 2,0 : 1, total P yang hilang ke perairan (kandungan P dalam pakan ikan 2%) adalah sebesar 36,6 kg/ton produksi ikan, sedangkan untuk ikan mas (*Cyprinus carpio*) dengan FCR: 1,5 : 1, total P yang hilang ke lingkungan adalah sebesar 23,9 kg/ton produksi ikan. Dari perhitungan ini akan diperoleh jumlah ikan (ton/tahun) yang dapat diproduksi berdasarkan total P yang dapat diterima perairan yaitu $(L_{fish} \times A)/\text{Total } P \text{ yang diterima perairan dalam setiap ton produksi ikan}$.

Nilai kapasitas produksi (ton produksi ikan/tahun) dijadikan sebagai petunjuk dalam menentukan daya dukung perairan kolong dalam produksi ikan. Apabila perairan kolong akan digunakan untuk kegiatan keramba jaring apung, maka banyaknya karamba yang diperbolehkan di tentukan berdasarkan produksi ikan yang dihasilkan di bagi dengan rata-rata produksi ikan yang ingin diproduksi dalam setiap keramba dalam satu tahun. Hasil perhitungan daya dukung kolong tersebut kemudian dianalisis untuk mendapatkan model dugaan daya dukung dengan analisis regresi berganda (Steel & Torrie 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lingkungan dan Kualitas Perairan Kolong

Salah satu kolong yang telah dimanfaatkan untuk kegiatan perikanan adalah Kolong Airport, yang terletak di Bangka Tengah dengan luas 19.073 m². Kegiatan perikanan pada kolong menggunakan sistem pemeliharaan ikan langsung di kolong (penebaran ikan) dan pemeliharaan ikan dalam keramba jaring apung (KJA). Pemanfaatannya digunakan sebagai lokasi pemancingan. Kolong Air Nyato terletak di daerah Belinyu dengan luas 9.400 m², merupakan kolong baru yang masih dikelola oleh PT. Timah dengan peruntukan untuk menunjang kegiatan agronomi (peternakan sapi dan pembibitan). Kolong Kudaho terletak di Bangka Tengah, merupakan kolong lama yang sudah dikelola untuk pemancingan umum dengan luas 10.363 m². Kolong Grasi terletak di Bangka, dengan luas 26.314 m². Saat ini kolong tersebut telah digunakan untuk kegiatan pemeliharaan ikan dalam keramba jarring apung. Kolong Simping terletak di Bangka, dengan luas 63.050 m². Saat ini kolong tersebut digunakan untuk kegiatan pemeliharaan bebek peking. Kolong TB.1-9 terletak di Bangka dengan luas 61.376 m². Kolong ini masih digunakan sebagai lokasi penambangan timah yang dilakukan oleh mitra penambang dari PT.Timah dan masyarakat (TI). Kolong Spirtus terletak di Pangkalpinang dengan luas 24.980 m². Kondisi setiap kolong berdasarkan umur dan jenis mineralnya disajikan pada Tabel 1.

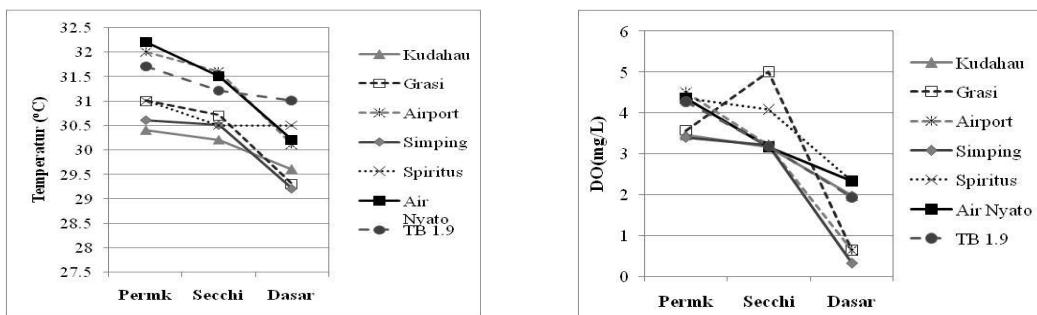
Kondisi kualitas perairan kolong berdasarkan pengukuran beberapa parameter kualitas air kolong meliputi kandungan oksigen terlarut (DO), pH, konduktivitas, turbiditas, temperatur dan TDS serta kedalaman Sechi (kecerahan)

(*total dissolved solids*). Kedalaman *Secchi* kolong berkisar dari 0,2 – 1,3 m dan kedalaman dasar dari 3 – 15 m. Temperatur air kolong berkisar antara 29 – 32°C dan DO sekitar 0,3 – 8,74 mg/L. Profil temperatur dan DO air kolong dapat dilihat pada Gambar 1.

Kisaran pH air kolong mencapai 2,38 – 7,58; konduktivitas 0,011-6,38 mS/cm bahkan mencapai 15,3 mS/cm di air dasar untuk kolong TB 1.9; TDS sekitar 3,21- 73,4 mg/L dan turbiditas berkisar antar 5,4 – 46,8 NTU. Untuk turbiditas dan TDS yang tertinggi terdapat pada kolong Simping yang dimanfaatkan untuk peternakan bebek peking. Kolong sudah menunjukkan kondisi eutrofik berat, dengan kisaran TN 0,02-9,8 mg/L dan TP 0,02-2,73 mg/L. Hasil pengukuran kualitas air kolong selengkapnya disajikan pada Lampiran 1.

Tabel 1. Kolong dan kondisi kolong yang diseleksi untuk kajian daya dukung

No.	Lokasi Kolong	Kondisi (umur, jenis mineral dominan, pemanfaatan)
1	Kolong Airport, Bangka Tengah	>20 tahun; mix clay, pirit dan pasir; keramba jaring apung dan pemancingan
2	Kolong Air Nyato, Bangka	<10 tahun; mix kaolin, pasir, sumber air peternakan
3	Kolong Kudahau, Bangka Tengah	< 15 tahun; mix kaolin, clay dan pasir; pemancingan
4	Kolong Grasi, Bangka	>20 tahun; mix clay, pasir dan pirit; keramba jaring apung dan pemancingan
5	Kolong Simping, Bangka	>20 tahun; mix clay, pirit dan pasir; peternakan bebek peking
6	Kolong TB 1.9, Bangka	<10 tahun; mix pirit dan pasir; aktif tambang
7	Kolong Spiritus, Pangkalpinang	>20 tahun, mix clay, kaolin dan pasir; mandi, cuci



Gambar 1. Profil temperatur dan DO air kolong pengukuran bulan Oktober 2009

Perhitungan Penentuan Daya Dukung

Penentuan daya dukung kolong dimulai dengan melakukan pengukuran luas dan kedalaman rata-rata kolong untuk mendapatkan data hidromorfologi kolong. Mengingat bentuk kolong bervariasi maka penentuan luas kolong diukur dengan bantuan GPS dan diolah dengan bantuan program *ArcView* untuk mendapatkan bentuk morfologi kolong sesuai dengan kondisi di lapangan. Data-data yang diperoleh pada setiap kolong untuk perhitungan daya dukung kolong disajikan pada Tabel 2. Sedangkan contoh morfologi dan kontur kedalaman kolong disajikan pada Gambar 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan parameter utama dalam penentuan daya dukung kolong pada setiap kolong di Bangka.

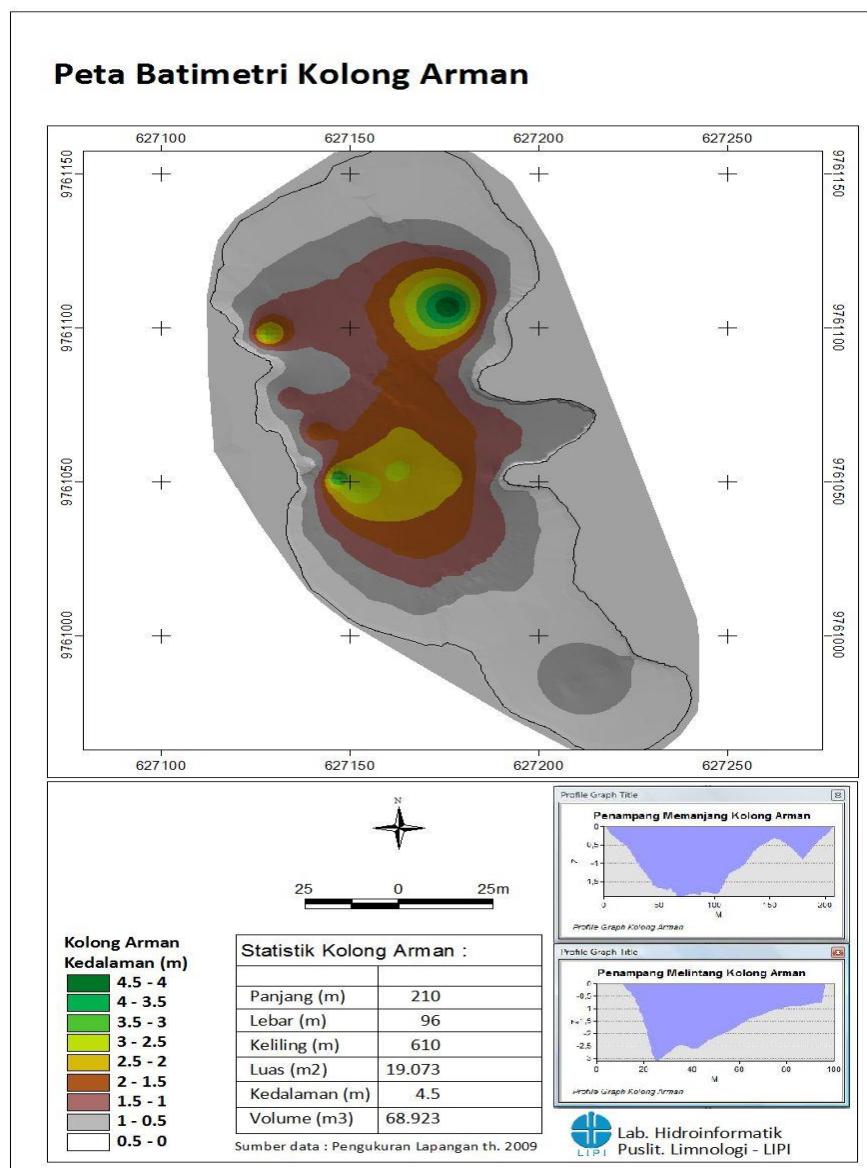
NO	Parameter	Nilai Perhitungan Setiap Kolong						
		Airport	Air Nyato	Kudaho	Grasi	Simping	TB.1-9	Spiritus
1	Luas kolong (A:m ²)	19.073	9.400	10.363	26.314	63.050	61.376	27.776
2	Kedalaman rata-rata (z:m)	3,61	7,3	2,7	2,4	2,9	3,7	4,2
3	Kedalaman maksimum	4,5 m	8,5	3,3	6	7,5	9,3	13
4	Volume air kolong (V: m ³)	68.923	38.016	28.446	63.694	181.154	225.116	115.704
5	Estimasi volume air yang keluar (Qo: m ³)	9.536	16.090	5181,5	5181,5	85.747	30.861	12.490
6	Laju pengeluran/flushing rate (p)	0,1384	0,4232	0,1822	0,2066	0,4733	0,1371	0,1079
7	Rata-rata Total fosfor per tahun. (TP:mg/m ³)	95,92	56,26	66,30	212,38	1895,2	105,22	72,56
8	Estimasi produksi ikan sesuai dengan daya dukung (kg/tahun)	373 – 983	523 – 1377	217 – 572	108 – 283	–	1.139 – 3.000	663 – 1.745

Keterangan:

- hasil perhitungan negatif

Hasil perhitungan daya dukung pada 7 buah kolong menunjukkan hasil yang bervariasi yaitu antara 108 – 3.000 produksi ikan kg/tahun (Tabel 2). Perhitungan daya dukung kolong relatif kecil mengingat luasan kolong dan kedalaman kolong tidak terlalu luas, sedangkan kandungan fosfor sebagai faktor pembatas sudah cukup besar, sehingga hasil perhitungan daya dukungnya rendah. Kolong Simping dalam perhitungannya menghasilkan daya dukung yang negative atau sudah melebihi daya dukung. Kolong Simping sudah sangat subur sekali dengan kandungan fosfor rata-rata per tahun 1,652 mg/L. Untuk pengembangan

budidaya ikan sudah tidak memungkinkan apalagi untuk pemeliharaan ikan dalam KJA. Pemeliharaan ikan yang masih mungkin dilakukan adalah pemeliharaan ikan dari jenis pemakan plankton,



Gambar 2. Peta morfologi dan penampang pedalaman/batimetri kolong airport

Model Daya Dukung Kolong untuk Budidaya Ikan.

Hampir semua kolong tidak memiliki saluran pengeluaran yang tetap, sehingga secara fisik, kolong memiliki karakter yang sama. Perbedaan yang ada yang menjadi variable penentu adalah luasan kolong, kedalaman rata-rata dan

total fosfor yang dikandungnya. Karakter yang berbeda tersebut kemudian dijadikan sebagai variabel penentu dalam estimasi model daya dukung.

Analisis regresi berganda digunakan untuk mengestimasi model dugaan daya dukung kolong. Kapasitas produksi ikan berdasarkan daya dukung kolong sebagai variabel terikat (y), luas kolong, rata-rata kedalaman kolong dan total fosfor masing-masing sebagai variabel bebas (x_1 , x_2 dan x_3). Perhitungan dilakukan pada konversi pakan dan jenis ikan yang diproduksi. Model persamaan yang terbentuk disajikan pada Tabel 3. Dari hasil perhitungan analisis regresi diketahui koefisien korelasi yang dihasilkan menunjukkan tingkat korelasi yang besar $R^2 = 0,976$ (hasil perhitungan terlampir).

Tabel 3. Model dugaan daya dukung kolong untuk budidaya ikan

NO	KONVERSI PAKAN (Jenis ikan : FCR)	Model Persamaan Daya Dukung
1	Ikan Nila	
	FCR : 1:1	$Y = -0,439 - 5,182(TP) + 0,000036 (L) + 0,337 (z)$
	FCR : 1:1,5	$Y = -0,274 - 3,234(TP) + 0,000022 (L) + 0,210 (z)$
	FCR : 1:2	$Y = -0,199 - 2,350(TP) + 0,000016 (L) + 0,153 (z)$
2	Ikan Mas	
	FCR : 1:1	$Y = -0,524 - 6,189(TP) + 0,000043 (L) + 0,402 (z)$
	FCR : 1:1,5	$Y = -0,305 - 3,599(TP) + 0,000025 (L) + 0,234 (z)$
	FCR : 1:2	$Y = -0,215 - 2,538(TP) + 0,000017 (L) + 0,165 (z)$

Keterangan

TP : Total fosfor (mg/L)

L : Luas kolong (m^2)

Z : Kedalaman rata-rata (m)

Aplikasi penggunaan model dalam pengembangan produksi ikan dengan pemanfaatan perairan kolong secara langsung dapat dilakukan dengan cara mengetahui tiga variabel utama tersebut, untuk kemudian dimasukan ke dalam persamaan yang terbentuk pada Tabel 3. Kapasitas produksi ikan dapat diketahui sesuai dengan jenis ikan yang akan dipelihara atau dengan cara pendekatan tingkat konversi pakan yang telah ditentukan. Estimasi daya dukung yang dihasilkan dapat dijadikan sebagai dasar penentuan produksi ikan yang dapat dihasilkan sesuai dengan kemampuan perairan kolong dalam menerima beban untuk pemeliharaan ikan.

Untuk selanjutnya jumlah produksi ikan hasil perhitungan daya dukung menjadi dasar dalam budidaya ikan yang akan dilakukan. Untuk kegiatan

pemeliharaan ikan secara langsung di perairan kolong (penebaran ikan), kapasitas produksi ikan sesuai daya dukung menjadi dasar perhitungan dalam menentukan jumlah ikan yang akan di tebar. Sedangkan untuk pemeliharaan ikan dalam keramba, dapat dijadikan sebagai dasar penentuan jumlah keramba yang sesuai.

Contoh:

1. Pemeliharaan ikan secara langsung (penebaran ikan) : apabila daya dukung kolong 1000 kg produksi ikan/tahun, ukuran ikan yang akan dihasilkan 250 gram/ekor, dengan sintasan hidup 50% maka diperlukan jumlah benih ikan sebanyak $1000\text{kg}/250\text{ gram} \times 100/50\% = 8000$ ekor benih ikan.
2. Pemeliharaan ikan dalam keramba (KJA) : apabila daya dukung kolong 1000 kg produksi ikan/tahun, dan bila diasumsikan jumlah produksi ikan per KJA 250kg/tahun/unit, maka jumlah KJA yang sesuai hanya 4 buah unit.
3. Penentuan jumlah pakan dalam pemeliharaan ikan : apabila daya dukung kolong 1000 kg produksi ikan/tahun, maka kebutuhan pakan yang diperlukan untuk memproduksi ikan sebanyak 1000kg dengan konversi pakan FCR: 1:1,5 adalah $1000\text{kg} \times 1,5 = 1.500$ kg pakan.

KESIMPULAN

Estimasi daya dukung kolong untuk kegiatan budidaya ikan dapat dilakukan dengan pendekatan model beban fosfor. Hasil perhitungan daya dukung merupakan besaran kapasitas produksi ikan per tahun yang dapat dihasilkan perairan kolong. Selanjutnya dapat dijadikan sebagai dasar dalam pengelolaan kegiatan budidaya ikan yang akan dilakukan seperti dalam menentukan jumlah penebaran ikan, jumlah keramba yang sesuai dengan daya dukung dan beban pakan yang dapat diterima oleh perairan kolong. Model dugaan daya dukung kolong secara keseluruhan dapat didekati dengan model regresi berganda dengan variabel peubah utamanya adalah total fosfor, luas kolong dan kedalaman rata-rata.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Kompetitif LIPI Sub Program Ketahanan, Daya Saing Wilayah dan Masyarakat Pesisir Tahun 2009 yang telah

mendanai penelitian ini. PT. Timah Tbk. yang memfasilitasi pengambilan data di lapangan dengan bantuan pemakaian perahu karet dan fasilitas lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Beveridge, M.C. M 1987. Cage Aquaculture. Fishing News Book Ltd.352 hal.
- Henny C, et al. 2007. Peningkatan kualitas air dan pemanfaatan kolong pasca penambangan timah di Pulau Bangka. Laporan Komulatif Pusat Penelitian Limnologi-LIPI. 250 hal.
- Henny C, et al. 2009. Pengembangan pemanfaatan kolong pasca penambangan timah dengan sistem pengelolaan yang berkelanjutan di Pulau Bangka. *Laporan Akhir Program Kompetitif LIPI*, Puslit Limnologi-LIPI
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 28 Tahun 2009. Tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/Atau Waduk.
- Rachmansyah, Makmur dan Tarunamulia. 2005. Pendugaan daya dukung perairan Teluk Awarange bagi pengembangan budidaya bandeng dalam keramba jaring apung. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* Vol. 11 No. 1: 81-93
- Steel RGD, Torrie JH. 1995. *Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biometrik* Edisi kedua. PT. Gramedia Pustaka Utama Jakarta.
- Sukimin S. 2008. The application of a phosphorus loadings model estimating the carrying capacity for cage culture and its productivity of Saguling Reservoir, West Java, Indonesia. *Proceeding of International Conference in Indonesian Inland Waters. Book 2: General Papers*. BPPRPU-PRPT-BRKP, MSP-IPB, LIMNOLOGI-LIPI, FMIPA-UNSRI dan PEMPROV SUMATERA SELATAN. Palembang, 17-18 Oktober.

Lampiran 1. Kondisi kualitas air kolong pengukuran bulan Mei dan Oktober 2009

Lokasi Kolong	Strata	DO (mg/L)		pH		Kond. (mS/cm)		Suhu (°C)		TN (mg/L)		TP (mg/L)		Turb. NTU	TDS Mg/L
		Mei	Okt	Mei	Okt	Mei	Okt	Mei	Okt	Mei	Okt	Mei	Okt		
1. Kudahau	Permukaan Secchi Dasar	7,02	3,46	5,464	6,81	0,022	0,033	33,3	30,4	0,694	1,259	0,361	0,070	9	16,9
		6,03	3,17	5,58	6,34	0,022	0,033	32,4	30,2	1,063	1,608	0,552	0,060	17,6	16,6
		4,66	1,97	6,2	5,98	0,024	0,039	30,7	29,6	1,856	1,961	0,975	0,171	117	19,7
2. Grasi	Permukaan Secchi Dasar	6,01	3,57	4,93	6,89	0,056	0,072	30,4	31	1,885	1,889	0,059	0,064	10	36,2
		5,69	5	4,87	6,89	0,055	0,083	29,6	30,7	-	2,859	-	0,236	7	41,88
		0,9	0,64	5,84	6,08	0,06	0,084	28,2	29,3	2,984	2,280	0,322	0,360	10,8	41,9
3. Airport	Permukaan Secchi Dasar	5,94	4,5	5,95	7,04	0,046	0,011	31,7	32	1,156	1,392	0,038	0,064	8	5,67
		5,94	3,21	5,63	5,67	0,019	0,011	31,4	31,6	1,303	1,026	0,050	0,049	8	5,67
		0,89	0,64	6,18	6,16	0,069	0,029	29,2	30,1	1,610	1,517	0,086	0,255	43,1	8,48
4. Simping	Permukaan Secchi Dasar	8,74	3,39	7,3	7,28	0,138	0,146	31	30,6	3,562	4,901	1,457	1,072	46,8	73,4
		8,74	3,2	7,3	7,44	0,138	0,145	31	30,5	-	4,160	-	1,106	46,8	72,9
		1,17	0,33	7,55	6,94	0,168	0,153	29	29,2	4,780	9,084	2,481	2,730	109,6	76,3
5. Spiritus	Permukaan Secchi Dasar	6,85	4,35	5,75	7,42	0,016	0,033	32,4	31	0,038	1,508	0,380	0,040	5,4	16,6
		5,61	4,07	4,48	7,35	0,016	0,033	31,1	30,5	0,045	1,335	1,743	0,037	4	16,9
		0,92	2,32	5,48	6,56	0,02	0,051	30,2	30,5	0,102	2,188	1,885	0,179	19,4	25,7
6. Air Nyato	Permukaan Secchi Dasar	7,25	4,35	6,35	7,58	0,012	0,02	31,6	32,2	0,016	0,481	0,622	0,035	23,16	10,1
		5,81	3,16	5,93	6,7	0,012	0,02	31,2	31,5	0,041	0,485	0,622	0,027	21	9,28
		5,2	2,32	6,78	6,06	0,013	0,022	30,5	30,2	0,115	0,753	0,627	0,104	89	11,1
7. TB 1.9	Permukaan Secchi Dasar	5,74	4,28	2,84	2,38	0,112	6,38	31,2	31,7	2,192	4,724	0,035	0,037	9,25	3,21
		5,65	3,18	2,7	2,52	0,114	10,84	31,1	31,2	1,834	4,660	0,024	0,079	10,4	5,43
		3,31	1,93	3,55	2,68	0,138	15,03	30,1	31	3,275	5,316	0,052	0,482	307	7,5

Keterangan:

- tidak diukur

Lampiran 2. Contoh perhitungan daya dukung pada Kolong Airport

No	Kolong Airport (Arman)	Hasil perhitungan
1	Luas (A)	19.073 m ²
2	Kedalaman Rata-rata (z)	3,6 m
3	Kedalaman maks. (d)	4,5 m
4	Volume air kolong (V)	68.923 m ³
5	Rata-rata total air yg keluar dari kolong/Tahun (Qo) data estimasi pengurangan air (50 cm/thn)	9536,5 m ³ /thn
6	Laju penggelontoran (Flushing rate) = Qo/V (tanpa outlet)	0,1384
	Waktu tinggal air (Hydrolic retention time) = V/Qo	7,23 thn
7	Percentase Total P terlarut yang di tahan sedimen $R = 1/(1 + 0,747 \rho^{0,507})$	0,785
8	Total P yang secara permanen di tahan oleh sedimen (x)	0,5
9	Bagian dari Total P yang berasal dari ikan yang dipelihara $R_{fish} = x + [(1-x)R]$	0,892
10	Kapasitas perairan untuk budidaya intensif ΔP , yaitu selisih antara [P] sebelum ada KJA [Pi] dan P maksimum yang dapat diterima [Pf] setelah kegiatan sehingga $\Delta P = Pf - Pi$ $Pf = 250 \text{ mg/m}^3$ (untuk ikan mas dan nila di KJA) Pi rata-rata konsentrasi Total P tahun 2006 - 2009 pengambilan sampel sebanyak 5 kali Rata-rata TP/tahun = 0,09592 mg/L $\Delta P = L_{fish} (1 - R_{fish}) / z \rho$ $L_{fish} = \Delta P z \rho / (1 - R_{fish})$	154,08 mg/m ³
11	Total beban P yang dapat diterima = $L_{fish} \times A$	716,326 mg/m ³ /thn
12	Penghitungan pemuatan P dari ikan dan pakan Total P yang hilang dari produksi ikan (kg P/ton ikan) Keterangan Kadar P dalam pakan ikan nila = 2% maka 1 ton pakan = 2% x 1000 kg Kadar P dalam ikan Nila basah 0,34% bobot basah, maka 1 ton ikan = 0,34% x 1000 kg Kadar P dalam pakan ikan mas = 2% maka 1 ton pakan = 2% x 1000 kg Kadar P dalam ikan mas basah 0,61% bobot basah, maka 1 ton ikan = 0,61% x 1000 kg	13,662 kg/thn 20 kg P 3,4 kg P 20 kg P 6,1 kg P
13	Penghitungan daya dukung Besarnya produksi ikan per tahun sesuai dengan daya dukung $L_{fish} \times A / \text{total P}$	
Keterangan		
Total P (kg/ton pakan)		
Daya Dukung (Ton/thn)		
Sistem Pemeliharaan		
Nila		
1 : 1		
1 : 1,5		
1 : 2		
Mas		
1 : 1		
1 : 1,5		
1 : 2		

Lampiran 3. Contoh Perhitungan model dugaan daya dukung kolong berdasarkan kapasitas produksi ikan (perhitungan dengan bantuan program MS Excel 2003)

a. Ikan Nila FCR 1:1,5

No	Kolong	D.Dukung (ton/thn)	TP (mg/L)	Luas (m ²)	Kedalaman rata-rata (m)
1	Spiritus	0.912	0.07256	27776	4.2
2	airport	0.514	0.09592	19073	3.6
3	kudaho	0.299	0.06630	10363	2.7
4	TB 1.9	1.568	0.10522	61376	3.7
5	Sudirman	0.148	0.21238	26314	2.4
6	Nyato	0.720	0.05626	9400	4

Matrik Korelasi	D.Dukung	TP	Luas	Kedalaman rata-rata
D.Dukung	1			
TP	-0.34084	1		
Luas	0.783843	0.26566	1	
Kedalaman rata-rata	0.671241	-0.67237	0.15769767	1

Hasil Analisis Regresi

Regression Statistics	
Multiple R	0.987846
R Square	0.975841
Adjusted R Square	0.939601
Standard Error	0.125224
Observations	6

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	3	1.266767	0.42225559	26.92777	0.036019
Residual	2	0.031362	0.01568105		
Total	5	1.298129			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
Intercept	-0.274	0.502603	0.54516934	0.640308
TP	-3.23393	1.531215	2.11199983	0.16908
Luas	2.23E-05	3.45E-06	6.45289719	0.023184
Kedalaman rata-rata	0.210114	0.119975	1.75130595	0.221993

b. Ikan Mas FCR 1:1,5

No	Kolong	D.Dukung (ton/thn)	TP (mg/L)	Luas (m ²)	Kedalaman rata-rata (m)
1	Spiritus	1.015	0.07256	27776	4.2
2	airport	0.572	0.09592	19073	3.6
3	kudaho	0.332	0.06630	10363	2.7
4	TB 1.9	1.745	0.10522	61376	3.7
5	Sudirman	0.165	0.21238	26314	2.4
6	Nyato	0.801	0.05626	9400	4

Matrik Korelasi	D.Dukung	TP	Luas	Kedalaman rata-rata
D.Dukung	1			
TP	-0.34084	1		
Luas	0.783843	0.26566	1	
Kedalaman rata-rata	0.671241	-0.67237	0.15769767	1

Hasil Analisis Regresi

Regression Statistics	
Multiple R	0.987846
R Square	0.975841
Adjusted R Square	0.939601
Standard Error	0.139371
Observations	6

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	3	1.569149	0.52305	26.92777	0.036019
Residual	2	0.038848	0.019424		
Total	5	1.607997			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
Intercept	-0.30496	0.559383	-0.54517	0.640308
TP	-3.59926	1.704198	-2.112	0.16908
Luas	2.48E-05	3.84E-06	6.452897	0.023184
Kedalaman rata-rata	0.23385	0.133529	1.751306	0.221993

DISKUSI

- Penanya : Livia Tanjung (Puslit Limnologi - LIPI)
- Pertanyaan : 1. Penjelasan mengenai penggunaan kata "kolong" pada perairan kolong?
2. Darimana sumber air perairan kolong dan bagaimana salinitasnya?
- Jawaban : 1. Istilah kolong sudah umum digunakan terutama di lingkungan Kementerian Kelautan pada ekosistem perairan bekas kegiatan penambangan. Luasan perairan kolong tergantung luasan areal tambang. Untuk daerah Bangka luas maksimum perairan kolong adalah 25 m^2 .
2. Sumber air utama perairan kolong adalah hujan. Pada beberapa kolong juga terdapat mata air, namun dalam jumlah yang sedikit. Pada dasarnya perairan kolong adalah perairan tawar. Namun, selama pengamatan berlangsung terdeteksi salinitas tertinggi sebesar 0,01 mg/L yang menggambarkan kandungan mineral.