

**PERMODELAN SPASIAL PENGELOLAAN PERAIRAN  
WADUK SEBAGAI KAWASAN BUDIDAYA DAN  
PENANGKAPAN IKAN TERPADU**

**LAILIYATUL MUSDALIFAH**

**ABSTRAK**

Keberadaan waduk di suatu wilayah diperlukan mengingat waduk mempunyai banyak fungsi untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Waduk mempunyai karakteristik yang berbeda dengan badan air lainnya. Waduk menerima masukan air secara terus menerus dari sungai yang mengandung bahan organik dan anorganik yang dapat menyuburkan perairan waduk. Pengelolaan perikanan di perairan waduk perlu memperhitungkan interaksi antara perikanan tangkap dan perikanan budidaya, antara jenis teknologi yang digunakan, antara kelompok sosial-ekonomi yang berkepentingan, dan antara badan-badan atau sektor-sektor yang terkait dalam pengelolaan dan pemanfaatan waduk. Untuk mendukung suatu program pengelolaan yang efektif guna menjamin produksi ikan yang optimum dan berkelanjutan dengan *siap* mempertimbangkan peningkatan kesejahteraan hidup terutama masyarakat di sekitar waduk, maka perlunya dilakukan penelitian mengenai Permodelan Spasial Pengelolaan Perairan Waduk sebagai Kawasan Budidaya dan Penangkapan Ikan. Dengan permodelan spasial dapat menjadikan gambaran mengenai produktivitas perairan yang mencerminkan kalayakan dari usaha budidaya perikanan di perairan waduk gondang.

Kata Kunci : *Permodelan Spasial, usaha budidaya dan penangkapan*

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Waduk merupakan salah satu contoh perairan tawar buatan yang dibuat dengan cara membendung sungai tertentu dengan berbagai tujuan yaitu sebagai pencegah banjir, pembangkit tenaga listrik, pensuplai air bagi kebutuhan irigasi pertanian, untuk kegiatan perikanan baik perikanan tangkap maupun budidaya karamba, dan bahkan untuk kegiatan pariwisata. Dengan demikian keberadaan waduk telah memberikan manfaat sendiri bagi masyarakat di sekitarnya. Waduk menerima masukan air secara terus menerus dari sungai yang mengalirinya. Air sungai ini mengandung bahan organik dan anorganik yang dapat menyuburkan perairan waduk.

Untuk mendukung suatu program pengelolaan yang efektif guna menjamin produksi ikan yang optimum dan berkelanjutan dengan tetap mempertimbangkan peningkatan kesejahteraan hidup terutama masyarakat di sekitar waduk, maka perlunya dilakukan penelitian mengenai Permodelan Spasial Pengelolaan Perairan Waduk sebagai Kawasan Budidaya dan Penangkapan Ikan Terpadu dan Berkelanjutan Ditinjau dari Aspek Produktivitas Primer Perairan.

Dengan pendekatan SIG akan diketahui gambaran kondisi potensi sumberdaya dan pemanfaatan sumberdaya waduk gondang Kabupaten Lamongan dari sektor budidaya dan penangkapan, serta produktivitas primer perairan waduk gondang, sehingga akan diperoleh pengelolaan yang terpadu dan berkesinambungan. Produktivitas primer merupakan bentuk interaksi dari sifat-sifat dan perilaku kondisi biologi, fisika dan kimia perairan akan ditentukan melalui parameter-parameter yang saling

mempengaruhinya, sehingga akan memberikan gambaran mengenai

tingkat kesuburan perairan yang mencerminkan kelayakan dari usaha budidaya perikanan di waduk gondang.

### 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah :

1. Mengidentifikasi potensi sumberdaya perikanan di waduk gondang Kabupaten Lamongan
2. Menganalisa tingkat kelayakan dari usaha perikanan secara ekologi dan ekonomi di waduk gondang Kabupaten Lamongan
3. Menganalisa pengembangan pemanfaatan waduk gondang dari sektor perikanan, berbasis zonasi tingkat pemanfaatan
4. Melakukan analisis strategi kebijakan yang tepat sesuai dengan pemanfaatan waduk gondang dari sektor perikanan secara terpadu dengan sektor lainnya

### 1.3 Urugensi Penelitian

Urgensi dilaksanakan penelitian permodelan spasial pengelolaan perairan waduk sebagai kawasan budidaya dan penangkapan ikan terpadu dan berkelanjutan ditinjau dari aspek produktivitas primer perairan adalah:

1. Memberikan gambaran tentang potensi sumberdaya perikanan waduk terkait dengan produktivitas primer perairan waduk gondang.
2. Terbentuknya zonasi pemanfaatan waduk sebagai landasan pengambilan keputusan dalam pengelolaan sumberdaya perikanan di waduk yang terpadu dan berkesinambungan.
3. Menciptakan suatu model pengelolaan sumberdaya perikanan di waduk gondang yang tepat sehingga dapat memberikan manfaat bagi masyarakat di sekitar waduk gondang.

## METODE PENELITIAN

### 3.1. Materi

Materi yang digunakan dalam kajian ini adalah tata ruang wilayah waduk gondang Kabupaten Lamongan terdiri dari :

1. DataPeta:
  - a. Peta satelit resolusi tinggi "IKONOS1m"th2010
  - b. Peta Citra satelit Landsat 7 ETM+ perekaman tahun 1990, 2000, dan 2010
  - c. Peta Rupabumi, skala 1:25.000 Bakorsurtanal tahun 2010
2. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:
  - a. GPS GARMIN Oregon 550, untuk menentukan posisi koordinat peta, arah elevasi lahan
  - b. DO meter, untuk mengukur kandungan oksigen dalam air
  - c. thermometer, untuk mengukur suhu perairan
  - d. pH meter (air), untuk mengukur keasaman air
  - e. pH meter (tanah), untuk mengukur keasaman tanah
  - f. Test Kit, untuk pengujian parameter kimia air nitrat, nitrit dan fosfat
  - g. peralon, untuk pengambilan tanah dasar perairan
  - h. botol sampel dan botol gelap, untuk mengukur produktivitas perairan
  - i. Planktonnet (plankton), untuk mengambil plankton
  - j. Lembar pengamatan, panduan pengamatan, check list, daftar pertanyaan.
  - k. Program ER Mapper 7.0 dan Arc GIS ver. 9.3, untuk analisa SIG

### 3.2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei yang dianalisa secara deskriptif kuantitatif berdasarkan variabel-variabel penelitian. Nazir (2003) menyatakan bahwa metode survei adalah penyelidikan yang

diadakan untuk memperoleh fakta-fakta dari gejala-gejala yang ada dan mencari keterangan-keterangan secara faktual. Selain itu digunakan :

1. Metode penginderaan jarak jauh untuk pemetaan tematik
2. Metode GIS untuk permodelan spasial

### 3.2.1. Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini adalah:

1. Faktor fisika :
  - a. Suhu Permukaan Perahan
  - b. Muatan Padatan Tersuspensi (MPT)
2. Faktor kimia:
  - a. pH
  - b. Kelarutan oksigen (DO)
  - c. Kandungan Nitrat ( $\text{N NO}_3$ )
  - d. Kandungan Phospat ( $\text{P PO}_4$ )
3. Faktor biologis:
  - a. Klorofil\_a
  - b. Plankton
    - Produktivitas primer
    - Saprobik Indek (SI) dan Trophik-Saprobik Indeks (TSI)

### 3.2.2. Jenis dan Sumber Data

Jenis data dalam penelitian ini digunakan data primer, yang diperoleh langsung dari lapangan dengan :

1. Observasi, yaitu dengan mengadakan pengamatan secara langsung pada obyek yang diteliti
2. Wawancara, yaitu melakukan cara langsung pada obyek penelitian.

Dalam melakukan wawancara dipersiapkan terlebih dulu daftar pertanyaan sebagai pedoman, akan *tetapi* masih dimungkinkan adanya variasi pertanyaan yang sesuai dengan situasi ketika wawancara dilakukan.

Data primer terdiri dari data pemanfaatan waduk sebagai areal

budidaya dan penangkapan ikan, yaitu berupa produksi budidaya dan jenis alat tangkap yang diperoleh dari pengamatan dan pencatatan hasil tangkapan berdasarkan jenis alat tangkap yang dipergunakan. Data sekunder diperoleh dari dinas dan instansi terkait dengan pengelolaan waduk gondang.

Dalam penelitian ini akan dikaji kelayakan usaha budidaya ikan dan faktor-faktor yang mempengaruhi usaha budidaya ikan dan penangkapan ikan di Waduk Gondang Kabupaten Lamongan. Disamping itu di ukur parameter fisika, kimia dan biologi guna mendukung kegiatan budidaya dan penangkapan ikan di waduk gondang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pengolahan Data Citra Satelit

Sensor yang dapat digunakan untuk perekam data dapat berupa multispectral scanner, vidicon atau multispectral camera. Rekaman data pada umumnya disimpan sementara di dalam alat perekam yang ditempatkan di satelit kemudian dikirimkan secara telemetri ke stasiun penerima bumi sebagai data mentah (*raw data*). Di stasiun bumi data mengalami pemrosesan awal (*preprocessing*) seperti koreksi geometri, koreksi radiometri dan pembuatan komposit warna sebelum dikemas dalam bentuk format baku yang siap untuk dipakai pengguna.

#### 1. Pemilihan Kanal/Band

Dengan menggunakan multilayer salah satu bentuk dasar tiga dimensi dapat mengungkapkan lebih detail mengenai analisa kesesuaian lahan dengan parameter : 1) klorofil-a, 2) produktifitas primer dan 3) muatan padatan tersuspensi. Menggunakan multilayer dalam

mengambil beberapa titik sampel atas ruang layer citra tersebut pada tiga parameter dapat dilakukan setiap waktu dan dapat ditampilkan secara bersamaan, dengan menggunakan kombinasi layer atau gabungan band sebagai pendukung parameter tersebut seperti:

- a. band-1 dengan tampilan warna merah menggambarkan klorofil-a,
- b. band-2 dengan tampilan warna hijau menggambarkan produktifitas primer dan
- c. band-3 dengan tampilan warna biru untuk menggambarkan padatan tersuspensi (Hartoko, 2002)

Untuk klorofil-a, band yang digunakan adalah band-1 dan band-3 karena sifatnya lebih sensitif untuk menerima spektrum dari klorofil, artinya band-1 dan band-3 baik untuk menganalisis klorofil dari fitoplankton.

Untuk muatan padatan tersuspensi (*Total Suspended Solid*) band yang dipilih adalah band-1 dan band-2 karena sifatnya lebih sensitif dan lebih menembus pada badan air laut, artinya band-1 dan band-2 sangat baik digunakan untuk analisis muatan padatan tersuspensi (*Total Suspended Solid*)

## 2. Koreksi Radiometrik

Yang dimaksud dengan koreksi atmosferik adalah melakukan koreksi atau dalam hal ini menghitung nilai DN minimum yang biasanya disebabkan oleh gangguan '*back scatter reflectance*' (faktor tefleksi balik hamburan) dari atmosfer bumi yang ikut terekam dalam data citra. Koreksi atmosferik ini selanjutnya diartikan sebagai

prosedur '*zero removal* atau '*dark pixel*'. Prosedur ini berdasarkan asumsi bahwa masing-masing data pada tiap band/kanal akan mempunyai nilai pixel yang mendekati nol. Bila pixel minimum pada histogram citra lebih besar dari nol, maka perbedaan antara nilai nol dan nilai minimum adalah disebabkan oleh pengaruh atmosferik atau '*sensor noise*' yang secara matematis operasi kompensasi tersebut adalah sebagai berikut:

$$Y_{i-n} = \sum x_{i-n} x DN_{\min}$$

Dimana:

$Y_{i-n}$  = Nilai pixel (DN) terkoreksi pada blok pixel 5x5 pada titik sampling i dan pada ke-n

$\sum x_{i-n}$  = Sebaran nilai pixel (DN) asli pada blok pixel 5x5 pada titik sampling ke-i sampai pada ke-n

$DN_{\min}$  = Nilai pixel (DN) minimum dalam citra

Koreksi radiometrik juga dapat dilakukan dengan metode penyelesaian histogram karena dari histogram dapat diketahui nilai digital terendah dan tertinggi data citra. Dengan menampilkan histogram semua band yang digunakan, maka akan diketahui band-band yang mempunyai *offset* dan band-band yang tidak mempunyai *offset*. *Offset* adalah nilai respon terkecil yang nilainya > 0. Menurut Hartoko (2002), koreksi ini mempunyai ekstraksi nilai pixel menjadi 0 - 255

Penyesuaian histogram dilakukan dengan menggeser histogram kanal terdistorsi ke kiri sehingga nilai minimum menjadi nol dan efek dari *scattering* sedikit berkurang (Jensen, 1986) Asumsi yang melandasi metode

- ini adalah bahwa dalam proses koding digital oleh sensor, obyek yang memberikan respon spektral paling lemah atau tidak memberikan respon data sama sekali seharusnya bernilai 0. Dengan kata lain koreksi ini merupakan ekstraksi nilai pixel minimum menjadi 0 (null) 3.
3. Koreksi Geometrik  
Koreksi geometrik dilakukan dengan proyeksi ulang dan citra satelit yang diperoleh ditransformasikan pada *Lat/Long Projection* (proyeksi Lintang dan Bujur) dengan datum WGS84 (World Geodetic System) untuk wilayah Indonesia, sedangkan proyeksi peta adalah SUTM49 (*South Universal Transverse Mercator*) untuk wilayah Jawa Tengah. Urutan dalam koreksi geometrik yang pertama adalah menentukan titik kontrol (GCP) kemudian melakukan proses rektifikasi (pembetulan). Titik GCP (*Ground Control Point*). diperoleh dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan GPS (Hartoko, 2008). Transformasi geografik yang paling mendasar adalah penempatan kembali posisi pixel sedemikian rupa, sehingga pada citra digital yang tertransformasi dapat dilihat gambaran objek dipermukaan bumi yang terekam sensor. Prosedur koreksi geometrik dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu :
    - a. koreksi citra dengan peta terkoreksi geometrik
    - b. koreksi citra dengan citra lain yang terkoreksi
    - c. koreksi citra dengan posisi koordinat GPS dari lapangan
  4. Citra Komposit Warna (*Color Composite*)

Tujuan dari citra komposit warna adalah memperjelas tampilan objek yang diinginkan. Citra komposit warna adalah kombinasi band-band yang dipakai dalam pemroses data citra, dimana pemilihan kombinasinya disesuaikan dengan objek yang akan diamati dengan jalam mengkombinasikan beberapa band citra tampak mata (visible bands) dimana band-1 warna biru (blue), band-2 warna hijau (green), dan band-3 warna merah (red) yang disebut komposit RGB.

Berdasarkan pengalaman menurut Hartoko (2002)

- a. kombinasi RGB-321 sangat baik untuk analisis MPT, pola sedimentasi, dll
  - b. kombinasi RGB-542 sangat baik untuk perubahan pantai, vegetasi dan klorofil-a, dan
  - c. kombinasi RGB-741 sangat baik untuk vegetasi mangrove, nipah, dll
5. Pemotongan Citra (*Cropping*)  
Pemotongan citra bertujuan untuk menyesuaikan ukuran citra dan membatasi wilayah pengamatan dengan obyek penelitian. Pemotongan citra dilakukan berdasarkan lokasi penelitian yang mengacu pada peta rupa bumi, peta lingkungan pantai dan survay lapangan. Setelah dilakukan pemotongan citra, proses selanjutnya adalah digitasi wilayah tambak. Pada penelitian ini objek pengamatan yang diteliti adalah wilayah tambak dan vegetasi mangrove. Hal ini dilakukan karena akan dilakukan klasifikasi antara daerah tambak, daerah bukan tambak dan vegetasi mangrove Analisis regresi linier digunakan untuk melihat hubungan antara

data lapangan dengan data citra. Analisis regresi merupakan metode matematis yang dapat digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara variabel dan membuat persamaan estimasi dari

variabel tersebut. Penjelasan koefisien korelasi berdasarkan Supranto (2001) adalah sebagai berikut:

- 0,0 < r < 0,3 : mempunyai hubungan lemah
- 0,3 < r < 0,5 : mempunyai hubungan Sedang
- 0,5 < r < 0,7 : mempunyai hubungan kuat
- R > 0,7 : mempunyai hubungan sangat kuat

Analisis berdasarkan modifikasi berdasarkan alogaritma Landsat\_TM kemudian dikembangkan dengan menggunakan data citra SPOT :  
Tabel 1: Transformasi Pengolahan Data Berdasarkan Data Landsat\_TM untuk Data SPOT

Panjang Gelombang	Landsat TM	SPOT	Parameter	Acuan
0,68_0,5	Band_2 : Band_4	Ban d_2 Ban d_1	C + Konsent rasi Klorfil-a (µg/L), b2 merupakan nilai digital dari band-2 dan b1 merupakan nilai digital dari band -1 $C + a + b \log (b2/b1)$	Hartoko (2001)
0,50-0,89	Band4 : Band-3:	Ban d-1 Ban d-3	$C + a + b (NDVI) NDV1 + (B1 - b3)/(b1 + b3)$	Hartoko (2002)
0,68_0,59	Band-2 Band-1		$CY=2,3868 X-0,4671 Y=Konsent rasi klorofil-a (\mu g/L), X$	Pentury (1997)

			=(b1/b2)	
0,50-0,68	Band-4 Band-2	Ban d-1 : Ban d-2	C+ A+b (CPA) Algoritma CPA (Chlorophy II photosynth etic Activity ) menggunakan band 1 dan band 2 CPA + (b4+b2)	
0,89 0,68	Band-3 Band2	Band-3 : Band	C + 2.41 (b3/b2) +0,187	Pentury (1997)

#### 4.2. Pengolahan Data Satelit Resolusi Tinggi "IKONOS 1m"

Perkembangan teknologi penginderaan jauh terutama citra IKONOS memudahkan dalam mengkaji perencanaan tata ruang dan monitoring penggunaan lahan. Citra satelit IKONOS memiliki keunggulan marapu menyajikan data dengan resolusi hingga 1 m, sehingga perkembangan ekosistem waduk dapat dikendalikan sesuai dengan orientasi perencanaan pembangunan agar tidak menimbulkan permasalahan-permasalahan baru. Pengolahan data satelit resolusi tinggi IKONOS 1m dalam permodelan spasial pengelolaan perairan waduk sebagai kawasan budidaya dan penangkapan ikan terpadu dan berkelanjutan ditinjau dari aspek produktivitas primer perairan dilakukan untuk mengetahui secara potensi secara detail yang dimiliki waduk gondang dari aspek kelayakan usaha baik secara ekologi maupun ekonomi

#### 4.3. Penyusunan Peta Tematik

Penentuan titik pengamatan dilakukan sebelum pengamatan lapangan dengan menganalisis peta dasar. Peta dasar tersebut digunakan sebagai peta kerja pada saat melakukan survei di lapangan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei lapangan dan berdasarkan Sistem Informasi Geografis (SIG). Penentuan titik pengamatan dilakukan sebelum pengamatan lapangan dengan menganalisis peta dasar. Peta dasar tersebut digunakan sebagai peta kerja pada saat melakukan survei di lapangan. Penyusunan peta citra satelit Landsat 7 ETM+, Penyusunan peta dasar digital dimulai dari *scan* atau proyeksi peta, penyusunan dan penggabungan peta melalui digitasi dengan penampilan lokasi survei yang utuh dalam bentuk file vektor. Dalam penyusunan peta keselarasan antara kelayakan usaha perikanan di waduk gondang dengan tingkat pemanfaatan sumberdaya perikanan akan di *overlay* peta citra waduk gondang Kabupaten Lamongan pada tahun 1990, 2000, dan 2010 dengan menggunakan peta citra Landsat, sehingga diperoleh perubahan ekosistem kawasan waduk gondang pada setiap jangka waktu 10 tahun terutama mengenai perubahan produktivitas primer dengan menformulasikan parameter-parameter produktivitas primer perairan waduk gondang, antara lain : suhu, nutrisi (fosfat dan nitrat), kelarutan oksigen, muatan padatan tersuspensi (MPT), kandungan dan kelimpahan plancton dan tingkat pencemaran. Selanjutnya dari hasil *overlay* tersebut dilakukan analisis secara diskriptif.

#### 4.4 Penentuan Kriteria Kesesuaian Lahan Budidaya

Penentuan kriteria kesesuaian lahan diawali dengan menyusun kesesuaian yang berisi r-parameter yang menjadi tumbuh dan berkembangnya **knfeivan** yang dibudidayakan dalam bak kualitas tanah maupun sumber air. Kemudian r<sup>en</sup>entukan batas-batas nilai untuk

setiap parameter yang memenuhi persyaratan budidaya. Pembobotan pada setiap parameter ditentukan berdasarkan pada dominannya faktor tersebut terhadap suatu peruntukan kelayakan lahan budidaya di waduk gondang Kabupaten Lamongan. Parameter tersebut diurutkan mulai dari yang paling berpengaruh terhadap suatu peruntukan. Parameter yang dapat memberikan pengaruh lebih kuat bagi organisme budidaya diberi bobot lebih tinggi. Dari total skor penentu lahan maksimum dan total penentu minimum dibagi dalam 5 kelas kesesuaian lahan, yaitu : SI (Sangat sesuai), S2 (Cukup sesuai), S3 (Sesuai marjinal), N1 (Tidak sesuai saat ini) dan N2 (Tidak sesuai untuk selamanya).

Untuk mengetahui kesesuaian lahan budidaya ikan di waduk gondang Kabupaten Lamongan, digunakan metode kualitatif (Sitorus, 1985), yaitu dengan cara memadukan analisis hasil laboratorium sampel tanah dan air serta kriteria kelayakannya, sehingga diperoleh parameter karakteristik lahan, kemudian parameter yang dihasilkan dianalisis dengan metode *matching* untuk mendapatkan kelas kesesuaian lahan.

Penilaian kriteria kesesuaian lahan tersebut, didasarkan pada kualitas lahan budidaya dengan modifikasi dari metode kelas kesesuaian lahan dengan sistem kesesuaian lahan yang digunakan, dibedakan dalam ordo sesuai (S) dan ordo tidak sesuai (N), dimana ordo S dibedakan dalam 3 kelas dan ordo N menjadi 2 kelas, yaitu SI, S2, S3, N1 dan N2. Untuk menentukan kriteria kesesuaian lahan tambak, dilakukan formulasi/dimodifikasi dengan nilai skor total (kualitas tanah dan air).

Dalam analisis kesesuaian lahan dilakukan pembobotan

terhadap parameter air dan tanah berdasarkan dari faktor-faktor kepentingan pada tambak. Parameter (variabel) pendukung yang diamati adalah sebagai berikut: tekstur tanah, oksigen terlarut (sebagai *limiting factor* dan *directive factor*), Kecerahan, suhu (sebagai *controlling factor*), pH (sebagai *directive factor*), m densitas dan diversitas fitoplankton. Skoring kesesuaian lahan budidaya di waduk tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Skoring Kesesuaian Lahan Budidaya di Waduk

Variabel	Usaha Budidaya di Waduk	Nilai (N)	Bobot (B)	Skor (NxB)	Referensi
Suhu Permukaan Perairan (°C) (controlling factor)	30	1	6	6	Djoemantoro dan Rachmawati (2002) Hanggono (2004)
	28	2		12	
	-30	3		18	
	-28	4		24	
	26	5		30	
Muatan Padatan Tersuspensi (MPT) (controlling factor)	> 400	1	4	4	Djoemantoro dan Rachmawati (2002) Hanggono (2004)
	81-400	2		8	
	51-80	3		12	
	25-50	4		16	
	< 25	5		20	
Oksigen Terlarut (O <sub>2</sub> ) (ppm) (limiting factor dan directive factor)	3	1	6	6	Djoemantoro dan Rachmawati (2002) Hanggono (2004)
	>3	2		12	
	-4	3		18	
	>4	4		24	
	-5	5		30	
pH Air (directive factor)	9	1	4	4	Djoemantoro dan Rachmawati (2002) Hanggono (2004)
	>9	2		8	
	-10	3		12	
	> 8,5	4		16	
	-9	5		20	
Nitrat	0 :	1	4	4	Djoema

(ppm)	> 4,5				ntoro dan Rachmawati (2002) Hanggono (2004)
(directive factor)	0,02	2		8	
	- 0,30				
	0,10	3		12	
	- 0,20				
	0,05	4		16	
	- 0,10				
	0,01	5		20	
	- 0,05				
Nitrit (ppm) (directive factor)	0; > 0,3	1	4	4	Djoemantoro dan Rachmawati (2002) Hanggono (2004)
	0,5	2		8	
	- 1,0				
	> 1,0	3		12	
	- 3,0				
	> 3,0	4		16	
	> 2	5		20	
Amoniak (ppm) (directive factor)	> 0,4	1	4	4	Djoemantoro dan Rachmawati (2002) Hanggono (2004)
	0,4	2		8	
	- 0,5				
	> 0,3	3		12	
	- 0,4				
	> 0,2	4		16	
	0,3	5		20	
Fosfat (ppm) (directive factor)	0- 0,04	1	4	4	Djoemantoro dan Rachmawati (2002) Hanggono (2004)
	0,03	2		8	
	- 0,04				
	0,02	3		12	
	- 0,03				
	0,01	4		16	
	- 0,02				
	> 0,01	5		20	
Bahan Organik (ppm) (controlling factor)	> 83	1	6	6	Suprihar yono, 2004
	73- 80	2		12	
	63- 70	3		18	
	43- 60	4		24	
	< 43	5		30	

4.5. Analisis Prospek Usaha

Analisis yang akan digunakan untuk mengetahui prospek usaha adalah dengan menggunakan analisis finansial usaha. Analisis ini merupakan analisa usaha di bidang perikanan merupakan pemeriksaan keuangan untuk mengetahui sejauh mana keberhasilan yang telah dicapai selama usaha tersebut berlangsung. Dengan analisis usaha, pengusaha membuat perhitungan dan menentukan tindakan untuk memperbaiki dan meningkatkan keuntungan dalam usaha. Untuk investasi dalam sebuah bidang usaha, maka perhitungan-perhitungan yang perlu dilakukan dengan menggunakan indikator *Profit Rate* (PR), *Break Event Point* (BEP), *Payback Periode* (PP), *Net Present Value* (NPV), *Benefict Cost Ratio* (B/C Ratio) dan *Internal Rate of Returns* (IRR).

#### 46. Analisa Data

##### 4.6.1 Analisa Produktivitas Perairan

Analisa produktivitas perairan waduk gondang merupakan analisa kualitas perairan dari aspek fisika meliputi : Suhu Permukaan Perairan Muatan Padatan

Tersuspensi (MPT), aspek kimia meliputi : pH, Kelarutan oksigen (DO), Kandungan Nitrat (N NO<sub>3</sub>), Kandungan Phospat (P\_PO<sub>4</sub>) dan aspek biologi meliputi Klorofil<sub>a</sub>, dan identifikasi plankton. Berdasarkan analisa produktivitas primer kemudian di overlay kedalam peta sehingga diperoleh gambaran mengenai kondisi produktivitas primer di Waduk Gondang Kabupaten Lamongan

##### Analisa Tingkat Saprobitas

Untuk mengetahui tingkat kesuburan perairan, maka digunakan perhitungan tingkat trophik-saprobik (TROSAP), indeks keanekaragaman (H),

indeks keseragaman (e), dan indeks pemerataan (D).

1. Trophik-Saprobik (TROSAP) TROSAP merupakan metode analisis struktur komunitas jasad renik untuk evaluasi kualitas air, terutama ditinjau dari derajat pencemaran dan tingkat kesuburan di dalam badan air. Untuk mengevaluasi atau penilaian TROSAP dapat menggunakan rumus perhitungan menurut Anggoro (1988) adalah sebagai berikut : a. Indek Saprobik (SI)

$$SI = \frac{1C + 3D + 1B - 3A}{1A + 1B + 1C + 1D}$$

dimana :

SI = Indek saprobik

A= Jumlah (banyaknya) genera atau spesies organisme polysaprobik

B=Jumlah genera atau spesies organisme mesosaprobik(a)

C=Jumlah genera atau spesies organisme mesosaprobik (P)

D =Jumlah genera atau spesies organisme oligosaprobik

b. Indeks Trophik-Saprobik (TSI)

TSI

$$= \frac{I(nC) + 3(nD) + 1(nB) - 3(nA)}{I(nA) + 1(nB) + 1(nC) + 1(nD)} \times \frac{nA + nB + nC + nD + nE}{nA + nB + nC + nD}$$

dimana :

TSI = Indeks Trophik Saprobik

n = Jumlah individu organisme

pada

setiap kelompok saprobitas

Na = Jumlah individu penyusun

kelompok polysaprobik

- nB = Jumlah individu penyusun kelompok a-mesosaprobik
- nC = Jumlah individu penyusun kelompok P – mesosaprobik
- nD = Jumlah individu penyusun kelompok oligosaprobik
- nE = Jumlah individu penyusun kelompok lain.

## 2. Indeks Keanekaragaman ( $\hat{H}$ )

$$\hat{H} = - \sum_{i=1}^s P_i \ln p_i$$

Dimana :

$\hat{H}$  = Indeks

keanekaragaman

s = banyaknya jenis ni

$p_i$  = N (peluang spesies I dari total individu)

N = Total individu

## 3. Indeks Keseragaman (e)

Indeks keseragaman (e) dihitung berdasarkan perumusan sebagai berikut :

:

$$e = \frac{H'}{\ln s}$$

Dimana :

H = Indeks keanekaragaman

s = banyaknya jenis

## 4. Indeks Kemerataan (D)

$$D = 1 - e$$

Dimana :

D = Indeks kemerataan

(D)

e = Indeks keseragaman

## Analisa Spasial Ekosistem Waduk

Permodelan Spasial Pengelolaan Perairan Waduk scbagu Kawasan Budidaya dan Penmgkapan Ikan Terpadu

dan njutan Ditinjau dari Aspek trvitas Primer Perairan

merupakan menganalisis kenampakan keruangan digitasi hasil interpretasi, seberapa variatif dan seberapa luas ekosistem waduk gondang Kabupaten Lamongan. Analisis ini didapat dengan mendeskripsikan segala kenampakan keruangan yang diperoleh dari kegiatan interpretasi. Penyusunan data spasial merupakan kegiatan pemasukan data spasial hingga tersusun dalam basis data SIG.

## Analisa Usaha Perikanan

Analisa usaha perikanan digunakan untuk mengetahui kelayakan usaha dari sudut pandang ekonomi, sehingga dapat memberikan gambaran tentang prospek usaha budidaya dan penangkapan ikan di waduk gondang Kabupaten Lamongan. Parameter analisis finansial yang dihitung dalam studi kelayakan usaha budidaya dan penangkapan di kawasan waduk gondang sebagai berikut:

### 1. Profit Rate (PR)

*Profit Rate* adalah perbandingan keuntungan absolute ( $n$ ) dengan biaya total (TC) yang dinyatakan dengan persentase. Analisa pendapatan usaha ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang terlibat dalam usaha dan besarnya keuntungan yang diperoleh dari usaha tersebut.

Perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

$$\pi = TR - TC$$

Keterangan:

$\pi$  : Keuntungan

TR: Penerimaan total

TC: Biaya total

Dengan kriteria:

TR = TC (maka usaha impas)

TR > TC (maka usaha

menguntungkan)

TR < TC (maka usaha rugi)

(Djamin, 1993)

### 2. Break Event Point (BEP)

$$BEP = \frac{\text{Biaya Tetap}}{\text{Biaya Tidak Tetap} - \text{Pendapatan}}$$

3. Pay Back Period (PBP)

$$PBP = T_p - 1 + \frac{\sum_{i=1}^n I_i - \sum_{i=1}^n B_{icp} - 1}{\bar{B}_p}$$

Dimana :

$T_{p-1}$  = Tahun sebelum terdapat *back period*

$\bar{I}_i$  = Jumlah investasi yang telah di

*discount*

$\bar{B}_{icp} - 1$  = Jumlah *benefit* yang telah di *discount* sebelum *pay back*

*period*

$\bar{B}_p$  = Jumlah *benefit* pada *back period* berada

4. Net Present Value (NPV)

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

Keterangan :

B, dan C, = Benefit/biaya sosial *bruto* dalam tahun t

B. - Q = Benefit *netto* dalam tahun t, dimana sisa negatif merupakan investasi

i = *Discount rate* t

t = tahun

Kriteria hubungan jumlah NPV dengan PV, menurut Tunggal (1996) adalah sebagai berikut :

- a. Jumlah  $NPV \geq PV_{Initial Investment}$  → Usaha diterima.
- b. Jumlah  $NPV < PV_{Initial Investment}$  → Usaha ditolak

5. Net Benefit Cost Ratio (Net B/C ratio)

$$NetB / C Ratio = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ \frac{(B_t - C_t)}{(1+i)^t} \right]}{\sum_{i=1}^n \left[ \frac{(C_t - B_t)}{(1+i)^t} \right]}$$

$B_t - C_t$  = *Benefit netto* dalam tahun t, dimana sisa positif

merupakan investasi ( $B_t - C_t, > 0$ ).

$C_t - B_t$  = *Benefit netto* dalam tahun t, dimana sisa

negatif

merupakan investasi ( $B_t - C_t < 0$ ).

i = *Discount rate*

t = tahun

6. Internal Rate of Return (IRR)

Perumusan perkiraan IRR adalah sebagai berikut :

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \cdot (i_2 - i_1)$$

Keterangan :

$NPV_1$  = *Net Present Value* pada awal tahun

$NPV_2$  = *Net Present Value* pada akhir tahun

$i_1$  = tingkat *discount rate* yang menghasilkan NPV<sub>1</sub>

$i_2$  = tingkat *discount rate* yang menghasilkan NPV<sub>2</sub>

**Analisa Strategi Pengembangan Ekosistem Waduk**

Analisa strategi pengembangan Ekosistem waduk dilakukan dengan menggunakan metode SWOT. Dalam SWOT akan mengkaji strategi pengembangan Ekosistem waduk terkait dengan usaha perlindungan dan pemeliharaan serta pelestarian ekosistem waduk serta langkah-langkah apa saja yang dilakukan masyarakat pesisir dalam menghadapi persoalan degradasi ekosistem waduk. Untuk menentukan strategi yang terbaik dalam perencanaan pembangunan menurut Rangicuti (2000) dilakukan

pembobotan (nilai) terhadap tiap unsur SWOT berdasarkan tingkat kepentingan dan kondisi kawasan.

Setelah mengumpulkan semua yang berpengaruh terhadap kegiatan perlindungan dan serta pelestarian ekosistem tahap selanjutnya adalah semua informasi dalam kuantitatif perumusan Model yang digunakan dalam strategi perlindungan dan serta pelestarian ekosistem goodang di Kabupaten Lamongan matrik SWOT.

Matrik SWOT adalah suatu alat dipakai untuk menyusun faktor-strategis dalam kegiatan dan pemeliharaan serta ekosistem waduk. Matrik SWOT dapat menggambarkan secara jelas peluang dan ancaman yang dihadapi, dapat dengan kekuatan dan yang dimiliki. Matrik SWOT menghasilkan empat strategi alternatif strategis

- a) *Strategi SO (Strengths-Opportunities)*; yaitu strategi yang menggunakan kekuatan (S) serta memanfaatkan seluruh kekuatan, untuk merebut peluang sebesar-besarnya
- b) *Strategi ST (Strengths-Threats)*; yaitu strategi yang menggunakan kekuatan (S) untuk mengatasi ancaman (T).
- c) *Strategi WO (Weaknesses-Opportunities)* yaitu strategi yang berdasarkan pemanfaatan (O) yang ada dengan cara kelemahan (W) yang ada
- d) *Strategi WT (Weaknesses-Threats)*; strategi yang bersifat defensif dan , meminimalkan kelemahan (W) ada serta menghindari ancaman (T)

Tahap akhir yang dilakukan adalah alternatif model strategi dan pemeliharaan serta ekosistem waduk berdasarkan reatif dengan menggunakan *Matriks Quantitative Strategic Planning* Menurut Sindoro (2002), QSPM merupakan alat yang memungkinkan untuk mengevaluasi secara obyektif berdasarkan pada faktor-faktor kritis untuk sukses eksternal dan internal yang telah dikenali

sebelumnya. Secara konsep QSPM menentukan daya tarik reatif dari berbagai strategi berdasarkan sejauh mana faktor-faktor sukses kritis eksternal dan internal dimanfaatkan atau diperbaiki. Daya tarik reatif dari setiap strategi dalam satu set alternatif dihitung dengan menetapkan dampak kumulatif dari setiap faktor sukses kritis eksternal dan internal.

Menurut Sindoro (2002), QSPM menentukan faktor-faktor kunci eksternal dan internal (sesuai tabel IF AS dan EFAS sekaligus dengan pembobotannya) yang kemudian diberi Nilai Daya Tarik mulai dari 1 (tidak menarik), 2 (agak menarik), 3 (menarik), dan 4 (sangat menarik). Nilai pembobotan yang dikalikan dengan nilai daya tarik menghasilkan Total Nilai Daya Tarik yang jika dijumlahkan akan menghasilkan Jumlah Total Nilai Daya Tarik. Strategi dengan Angka Jumlah Total Nilai Daya Tarik yang terbesar menunjukkan bahwa strategi tersebut layak dipilih sebagai model strategi perlindungan dan pemeliharaan serta pelestarian ekosistem waduk

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, S. 1983. **Permasalahan Kesuburan Perairan bagi Peningkatan Produksi Ikan di Tambak**. Diktat Buku Kuliah M.A. Kesuburan Perairan. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Anggoro, S. 1988. **Analisa Tropic-Saprobik (Trosap) Untuk Menilai Kelayakan Lokasi Budidaya Laut dalam** : Workshop Budidaya Laut Perguruan Tinggi Se-Jawa Tengah. Laboratorium Pengembangan Wilayah Pantai. Prof. Dr. Gatot Rahardjo Joenoes. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Anggoro, S dan A. Suryanto. 1990. **Petunjuk Praktikum Kualitas Air Pencemaran dan Kesuburan** Fakultas Peternakan. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Asih, F. W., 2002. **Studi Pemetaan terhadap Hubungan Sebaran Klorofil\_a dengan Unsur Hara di Perairan Cilacap, Jawa Tengah**. Skripsi Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Doponegoro. Semarang
- Malawa A. 2006. **Pengelolaan Sumberdaya Ikan Berkelanjutan dan Berbasis Masyarakat**. Disajikan pada lokakarya Agenda Penelitian Program COREMAP II Kabupaten Selayar, 9-10 September 2006. COREMAP II. Makasar
- Hanggono, B, 2004. **Parameter Kualitas Air dalam Akuakultur**. Pelatihan PcMbenihan Multispesies Bagi Peogriola Balai Benih Ikan Pantai di BBAP Situbondo. Direktorat falderal Perikanan Budidaya. Departemen Kelautan dan Pmkanan. Situbondo
- Hartoko, A. 2001. **Pemetaan Digital dan Svaberdaya Hayati Wilayah rVrfrir Kabupaten Rembang. Fakuitts** Perikanan dan Ilmu Universitas Diponegoro,
- Hartoko. 2002. **Aplikasi Teknologi bderaja untuk Pemetaan aya Hayati Laut Tropis ia**. Suatu **Pengembangan n Dinamis dan Terpadu Pn meter Ekosistem Ikan PetagB Besar di Perairan Dalam**. UTnvershas Diponegoro, Semarang
- Gabbrielli, E 2006 **Why Integrated Water Management is to water utilities**. Diakses Juni 2008, dari <http://www.adb.org/water/operations/2006/gabbrielli.pdf>
- Krismono, 1995. **Penataan Ruang Perairan Umum untuk Mendukung Agribisnis dan Agroindustri**. Presiding Simposium Perikanan Indonesia I Tanggal 25-27 Agustus 1995. Jakarta
- Malczewski, J. 1999. **CIS and Multicriteria Decision Analysis**. JohnWiley & Sons. New York.
- Prahasta, E. 2008. **Remote Sensing : Praktis Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Dijital dengan Perangkat Lunak ER Mapper**. Informatika, Bandung

- Purwanto. 2003. **Pengelolaan Sumberdaya Ikan.** Makalah dalam Workshop Pengkajian Sumberdaya Ikan. Masyarakat Perikanan Nusantara, Jakarta
- Rangkuti, F. 2000. **Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis.** PT. Gramedia, Jakarta
- Supriharyono. 2004. **Peranan Indikator Biologis dalam Penilaian Tingkat Pencemaran Perairan.** Makalah disampaikan dalam acara : Bin. Tek. Bappedal Propinsi Jawa Tengah. 25 s.d. 27 September 2004. Semarang
- Widana, K., dan P. Martosubroto. 1986. **Pengelolaan Perikanan Perairan Umum dan Masalahnya.** Presiding Seminar Perikanan Perairan Umum. Tanggal 1 September 1986. Jakarta