

MODEL PENGELOLAAN SUMBERDAYA PERIKANAN WADUK CACABAN DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIK

Ir. SUYONO, M.Pi.

E-mail : suyono.faperi.ups@gmail.com

ABSTRAK

Penurunan kualitas sumberdaya waduk Cacaban di Kabupaten Tegal, baik dari aspek ekologis perairan maupun daya dukungnya untuk menopang pemanfaatan waduk bagi peningkatan keajahteraan masyarakat di sekitar waduk pada saat ini semakin dirasakan. Kerusakan Daerah Aliran ungai (DAS) Waduk Cacaban Kabupaten Tegal cukup mengkhawatirkan, pemanfaatan kawasan waduk oleh penduduk sekitar yang belum memperhatikan keseimbangan lingkungan menjadi penyebab utama penurunan fungsi waduk, tingkat sedimentasi yang tinggi dan penyusutan volume air waduk pada saat musim kemarau juga menjadi salah satu pendorong penurunan kualitas waduk. Penanganan pengelolaan oleh Pemerintah daerah yang belum melibatkan masyarakat pengguna kawasan waduk menyebabkan hasil yang dicapai belum optimal. Penelitian ini menggunakan teknik exploratory, topical, project and managemeni, serta evaluation and monitoring. Parameter fisika, kimia dan biologi perairan Waduk Cacaban masuk dalam kisaran layak untuk kegiatan budidaya perikanan air tawar. Parameter Biologi Tingkat Kesuburan/ Pencemaran IS - 41,60 dan ITS - t 0,70 , Beta Meso - Oligo Saprobiik yang berarti dalam kondisi tidak tercemar sampai tercemar ringan - sedang). Untuk memperoleh produksi budidaya lestari dengan mengedepankan kearifan lokal agar aktivitas perikanan tangkap terus bertahan dan meningkat maka produksi budidaya perikanan karamba jaring apung di Waduk Cacaban diharapkan tidak melebihi 90 ton per musim tanam atau 180 ton/tahun. Pemanfaatan ruang waduk secara optimal dan berkelanjutan memerlukan perencanaan, kebijakan, zonasi yang jelas dan proporsional dengan memperhatikan keseluruhan kebutuhan pemangku kepentingan terkait serta menjaga sumberdaya alam penyangganya

Kata kunci : waduk, sistem dinamik, berkelanjutan.

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam menyusun perencanaan dan pengelolaan pembangunan untuk masa depan diperlukan adanya suatu pergeseran paradigma dari strategi import substitution industry menjadi resource based industry. Perubahan paradigma ini perlu disertai instrumen kebijakan untuk dapat melakukan dorongan besar bagi pertumbuhan ekonomi berupa pilihan strategi pembangunan dan industrialisasi berbasis sumberdaya terhadap alam. Hal ini penting dilakukan, terutama sejalan dengan upaya pemberdayaan otonomi daerah serta menanggulangi krisis ekonomi nasional yang berkepanjangan. Salah satu contoh yang dapat dikembangkan adalah kawasan Waduk Cacaban Kabupaten Tegal.

Pembuatan waduk (reservoir/man made lakes) melalui pembendungan aliran sungai pada hakekatnya akan merubah ekosistem sungai dan daratan menjadi ekosistem waduk yang akan berdampak, baik positif maupun negatif terhadap sumberdaya dan lingkungannya. Waduk merupakan ekosistem terbuka dan pada umumnya dipengaruhi

oleh lingkungan di sekitarnya. Beberapa kegiatan yang mempengaruhi kualitas lingkungan perairan waduk antara lain aktivitas pemukiman, rekreasi, penggunaan lahan di wilayah catchment-nya dan adanya kegiatan budidaya ikan jaring apung. Aktivitas budidaya perikanan sering mengabaikan aspek daya dukung lingkungan dan input teknologi demi mengejar tingkat keuntungan maksimal dalam jangka pendek sehingga mengakibatkan banyak dijumpai kegiatan budidaya perikanan yang mengalami kegagalan dan mengakibatkan kerusakan lingkungan hidup yang sulit dipulihkan. Kegiatan budidaya karamba jaring apung (floating net) di waduk terutama di perairan Cacaban Kabupaten Tegal, Jawa Tengah menjadi salah satu kegiatan produksi pangan perikanan potensial, namun keberlanjutannya sangat ditentukan oleh dampak negatif yang ditimbulkan yakni limbah yang merusak lingkungan perairan. Beban limbah yang berasal dari budidaya ikan dalam sistem keramba jaring terapung (floating net) diduga dapat mempengaruhi daya dukung lingkungan disamping limbah yang berasal dari daratan (upland). Sampai saat ini kajian secara holistik pengelolaan Waduk Cacaban yang melibatkan seluruh pemangku kepentingan (stake holders) terkait belum optimal sehingga masih diperlukan kegiatan penelitian untuk menjawab permasalahan tersebut. Pendekatan sistem adalah pola yang dikembangkan pada penelitian ini, dimana keterlibatan masyarakat sebagai subsistem, disamping subsistem kawasan waduk (lingkungan) serta subsistem pengusaha kawasan (ekonomi) akan membentuk prinsip umpan balik (causal loops) antar subsistem tersebut. Pendekatan ini diharapkan akan mampu menjawab permasalahan yang ada dan dapat dijadikan sebagai pertimbangan Pemerintah Daerah dalam pengelolaan Waduk Cacaban.

1.2. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk :

1. Mengidentifikasi potensi pengembangan pengelolaan sumberdaya khususnya sumber daya perikanan di sekitar Waduk Cacaban Kabupaten Tegal.
2. Merancang dan merumuskan suatu model desain sistem pengembangan wilayah Waduk Cacaban Kabupaten Tegal yang terintegrasi dengan pendekatan sistem dinamik.

1.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama empat bulan sejak bulan Mei sampai dengan Agustus 2010 bertempat di area Waduk Cacaban Kabupaten Tegal.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Kerangka Pemikiran Umum

Keterkaitan konsep ruang dan waktu sangat esensial dalam pengelolaan wilayah Waduk Cacaban untuk mengkaji berbagai isu yang mencuat ke permukaan, khususnya mengenai isu-isu tingkat degradasi waduk yang diakibatkan oleh tidak tertatanya pemanfaatan waduk dan pola . penghijauan catchment area yang kurang baik.

Untuk merealisasikannya pada hakekatnya diperlukan suatu kearifan dalam penataan ruang, pengusaha, sehingga diperlukan adanya suatu konsep dinamis yang dapat mengatur pemanfaatan sumberdaya wilayah waduk secara optimal, namun tetap memperhatikan kelestarian stok/lingkungan. Konsep dinamis yang dimaksud adalah adanya suatu desain sistem terhadap pemanfaatan sumberdaya, sehingga secara simultan dapat diketahui tingkat pemanfaatan saat ini dan masa mendatang. Model dinamik sangat memungkinkan untuk dapat mengatur berbagai opsi antara tujuan optimasi pemanfaatan

ruang dengan berbagai perubahan variabel secara berkelanjutan, dengan suatu bentuk desain sistem dan pemodelan. Kegiatan pengembangan model pengelolaan sumberdaya waduk secara berkelanjutan dengan pendekatan sistem dinamik ini merupakan upaya untuk memandirikan masyarakat melalui perwujudan potensi kemampuan yang dimiliki. Oleh karena itu perlu dilakukan dengan metode dan penggunaan bahasa yang sederhana sehingga semua proses dan kegiatan mudah dipahami dan dilaksanakan oleh masyarakat. Salah satu upaya yang harus dilakukan adalah dengan menciptakan suasana atau iklim yang memungkinkan masyarakat berkembang. Ini berarti bahwa setiap anggota masyarakat memiliki potensi yang dapat dikembangkan melalui pendekatan partisipatif (participatory approach) dan bersifat bottom up dengan menggunakan konsep "Community Based" atau "Participatory Rural Appraisal". Beberapa kegiatan yang akan dilaksanakan secara umum terdiri dari hal-hal "sebagai berikut Exploratory, digunakan untuk mengetahui lebih jauh tentang lokasi/wilayah tertentu, disamping kebutuhan masyarakat di tingkat "basis (komunitas), Topical, digunakan untuk menggali informasi tertentu secara lebih mendalam.: Project and Management, digunakan untuk merencanakan dan menjalankan program bersama dengan masyarakat, Evaluation and Monitoring," digunakan untuk mengevaluasi dan memonitor perkembangan program dengan institusi terkait

Jenis kegiatan, metode serta teknik yang digunakan sebagai berikut :

1) Secondary Data Review (SDR)

SDR merupakan cara mengumpulkan sumber-sumber informasi yang diterbitkan maupun yang belum disebar. Tujuan dari usaha ini adalah untuk mengetahui data manakah yang telah ada sehingga tidak perlu lagi dikumpulkan.

2) Direct Observation (DO)

DO adalah kegiatan observasi langsung pada obyek-obyek tertentu, kejadian, proses dan hubungan masyarakat. Tujuan dari teknik ini adalah untuk melakukan cross check terhadap jawaban-jawaban masyarakat.

3) Focus Group Discussion (FGD)

FGD adalah teknik diskusi antara beberapa orang untuk membicarakan hal-hal yang bersifat khusus secara lebih mendalam. Tujuannya untuk memperoleh gambaran terhadap suatu masalah tertentu dengan lebih rinci.

4) Social Mapping (SM)

SM adalah teknik yang berupa acara untuk membuat gambaran kondisi sosial ekonomi masyarakat, misalnya gambaran posisi pemukiman sumber-sumber mata pencaharian, peternakan, jalan puskesmas dan sarana-sarana umum serta jumlah anggota keluarga dan pekerjaan. Hasil gambaran ini merupakan peta umum sebuah lokasi yang menggambarkan keadaan masyarakat maupun lingkungan fisik. Tujuannya untuk menganalisis dan mendalami keadaan masyarakat pada umumnya muncul topik-topik atau tema-tema tertentu.

5) Transect

Transect merupakan teknik penggalan informasi dan media pemahaman daerah melalui penelusuran dengan berjalan mengikuti garis yang membujur dari suatu sudut ke sudut lain di wilayah tertentu. Teknik ini dapat dipergunakan untuk mengetahui gambaran masa sekarang, masa lalu (historical transect) atau yang akan datang. Hal tersebut untuk memahami karakteristik dan keadaan dari tempat-tempat tertentu,

misalnya pemukiman, mata pencaharian, sumber air, gambaran peran laki-laki dan perempuan, serta cara yang perlu ditempuh untuk mengatasi masalah.

2.2 Metode Penelitian

1. Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan terkait dengan data eksisting yang berhubungan dengan pemanfaatan waduk Cacaban dan kondisi catchment area-nya.

2. Boundary selection

Dari data yang terkumpul dipilih data yang menjadi variabel kunci yang sangat berpengaruh terhadap pemberdayaan dan pengembangan Waduk Cacaban sebagai pertimbangan dalam pembuatan konsep hipotesis awal dan penentuan time horison. Time horison meliputi seberapa jauh rentang waktu simulasi yang akan diamati dan seberapa jauh rentang waktu masa lalu sebagai bahan pertimbangan pengambilan data yang menunjukkan perilaku yang menjadi topik penelitian.

3. Formulation of dynamic hypothesis (formulasi hipotesis dinamik)

Formulasi hipotesis dinamik adalah tahap mapping, yakni mengembangkan pemetaan masalah dari rumusan awal, variabel kunci, referensi model, dan data terkait lain. Pada tahap ini digunakan beberapa tools untuk membantu memecahkan masalah dan membangun model. Tools tersebut meliputi :

a. Model Boundary Diagrams (MBD)

MBD adalah diagram yang mengklasifikasikan ruang lingkup model yang akan dibangun, dengan mengklaisikasikan data yang dibutuhkan untuk membangun model simulasi ke dalam faktor endogenous (faktor penting yang terlibat dalam model), faktor exogenous (faktor yang berhubungan dengan model dan dianggap konstan atau asumsi pada model), dan faktor excluded (faktor yang diabaikan)

b. Causal Loop Diagram (CLD)

CLD menjelaskan hubungan antara variabel dalam model. CLD merupakan model konseptual dari model simulasi.

c. Stock and Flow Maps (SFM)

SFM menjelaskan inti dari model dan aliran informasi dalam model yang telah dikembangkan.

4. Formulasi Model Simulasi

Formulasi model simulasi (FMS) menerangkan parameter (definisi) dan aturan dari suatu model. FMS juga menjelaskan hubungan perilaku model, kondisi awal, dan tes awal untuk konsistensi sesuai dengan tujuan dan batasan penelitian. Model dibangun sesuai dengan konsep yang terdapat pada formulasi hipotesis dinamik. Definisi variabel-variabel dalam model secara lengkap ditampilkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

1. Volume Tampungan Air Waduk Cacaban

Volume tampungan air Waduk Cacaban mengalami penurunan dari waktu ke waktu sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi volume tampungan air Waduk Cacaban

Tahun	Volume tampungan air (km ³)	Keterangan
1959	90,00	* = Tahun prediksi ** = Angka prediksi berdasarkan data dengan rumus regresi : $Y = 90,33 - 1.X$, dimana X = peringkat/kenaikan tahun Y = Volume tampungan air Tanpa treatment reklamasi dan lainnya, diperkirakan pada tahun 2050 volume tampung air Waduk Cacaban akan mendekati 0,00 km ³
1990	57,00	
2002	49,00	
2010*	39,33**	
2020*	29,33**	
2030*	19,33**	
2040*	09,00**	
2050*	00,00**	

2. Produksi Hasil Perikanan Tangkap Waduk Cacaban Tahun 2001 — 2009

Produksi hasil perikanan tangkap Waduk Cacaban disajikan pada Tabel 2 dan 3

Tabel 3. Produksi perikanan tangkap Waduk Cacaban tahun 2001 - 2009

Tahun	Produksi (kg)	Nilai produksi (rupiah)
2001	57.520	182.913.600,00
2002	58.285	183.597.750,00
2003	47975	148.772.500,00
2004	49.700	154.740.000,00
2005	61.480	208.295.000,00
2006	62.045	227.566.000,00
2007	65.395	274.412.000,00
2008	72.420	357.532.000,00
2009	64.975	422.632.500,00

Sumber : Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Tegal, 2010

Tabel 3. Hasil Perikanan Tangkap Bulanan Waduk Cacaban Tahun 2009

Bulan	Produksi (kg)	Nilai produksi (rupiah)
Januari	4.960	31.135.000,00
Februari	5.225	33.942.000,00
Maret	6.485	41.655.000,00
April	5.205	33.645.000,00
Mei	5.505	34.985.000,00
Juni	5.730	35.480.000,00
Juli	6.040	40.245.000,00
Agustus	5.740	38.150.000,00
September	4.525	30.205.000,00
Oktober	5.310	34.970.000,00
Nopember	5.230	34.605.000,00
Desember	5.040	33.635.000,00
Jumlah	64.975	422.632.500,00

Sumber : Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Tegal, 2010

3. Daya Dukung Lingkungan (Carrying Capacity) Perairan Waduk Cacaban untuk Budidaya Perikanan Karamba Jaring Apung dan Prediksi Panen Lestarnya

Berdasarkan kajian Suyono (2010) terhadap daya dukung lingkungan (carrying capacity) perairan Waduk Cacaban untuk kegiatan budidaya perikanan karamba jaring apung yang meliputi kondisi kualitas fisika, kimia dan biologi air dan prediksi budidaya panen lestari dengan hasil sebagai berikut :

1. Parameter fisika, kimia dan biologi perairan Waduk Cacaban masuk dalam kisaran yang layak untuk kehidupan biota akuatik yang ada di dalamnya dan untuk kegiatann perikanan budidaya kegiatan air tawar. Parameter biologi tingkat kesuburan/pencemaran perairan IS = +1,60 dan ITS = +0,70, Beta-Meso- Oligo Saprobit. Hal tersebut dapat diartikan bahwa untuk kehidupan biota akuatik maupun kondisi perairan berada pada kondisi tidak tercemar sampai dengan tercemar ringan/sedang Untuk me budidaya mengedepan agar aktivita terus bertal maka perikanan k: di Wa
2. Untuk memperoleh produksi budidaya lestari dengan mengedepankan kearifan lokal agar aktivitas perikanan tangkap terus bertahan dan meningkat maka produkdi budidaya perikanan karamba jaring apung di Waduk Cacaban diharapkan tidak melebihi 90 ton per musim tanam atau 180 ton per tahun.

3.1 Pembahasan

3.1.1 Kondisi Fisik dan Perairan Waduk Cacaban

Sebagai sebuah waduk yang sudah cukup umur sekitar 50 tahun (dibangun sejak tahun 1952 dan diresmikan tahun 1959) maka secara fisik Waduk Cacaban perlu dan sudah mengalami beberapa kali renovasi. Seperti halnya waduk-waduk yang lain, penampungan air Waduk Cacaban juga juga mengalam penurunan tampungan dari 90 juta km³ (1959) menjadi 57 juta km³ (1990) dan menurun lagi menjadi 49 juta km³ (Tahun 2002). Dengan menggunakan rumus regresi diperoleh prediksi jika tidak dilakukan upaya reklamasi waduk, penghijauan di daerah hulu (catchment area), kegiatan produksi ramah lingkungan dan pemberdayaan kearifan lokal maka pada tahun 2050 volume tampung air Waduk Cacaban mendekati 0,00 km³ (habis). Hal tersebut dimungkinkan karena proses sedimentasi akibat aktivitas yang kurang ramah lingkungann di daerah tangkapan air (catchment area)-nya, misalnya penebangan tanaman lindung dan hutan di bagian “atas” waduk untuk digunakan sebagai lahan pemukiman, pertanian/perkebunan bahkan untuk area villa dan area balapan motor. Hal tersebut sangat memprihatinkan dan diperlukan penentuan kebijakan tata ruang wilayah yang baik beserta pemantauan implementasinya serta adanya sanksi tegas bagi pelanggarnya. Jika tidak segera dibenahi, dikhawatirkan kondisi kualitas dan kuantitas fisik Waduk Cacaban akan tidak terselamatkan.

3.2.2 Kondisi Kualitas Fisika, Kimia dan Biologi Perairan Waduk

Kondisi kualitas fisika dan kimia air Waduk Cacaban menunjukkan kandungan nitrat dan nitrit yang cukup tinggi, yakni 20 ppm melebihi batas maksimal yang dianjurkan sebesar 10 ppm. Kandungan nitritnya sebesar 0,1 ppm berada sedikit di bawah batas mksimal untuk kegiatan perikanan dan pertanian sebesar 0,15 ppm dan 0,2 ppm, namun untuk dipergunakan sebagai air minum yang mempersyaratkan kandungan nitritnya 0,000 ppm (nihil) diperlukan tambahan pengolahan air.

Waduk Cacaban menerima aliran air dari beberapa sungai yang cukup besar dengan keberadaan hulunya di darah lambung dan puncak Gunung Slamet. Sungai- sungai tersebut menampung dan membawa sisa buangan aktivitas pertanian, perkebunan, peternakan dan rumah tangga. Hal tersebut menyebabkan terakumulasinya bahan organik maupun anorganik termasuk pupuk pertanian sehingga menyebabkan kadar nitrat dan nitritnya cukup tinggi. Dari parameter biologis, perairan Waduk Cacaban masuk ke dalam kategori oligo saprobik sampai dengan beta meso saprobik. Hal tersebut diartikan untuk kepentingan kegiatan perikanan maka kondisi air dari ketiga sungai tersebut masih dalam kondisi tidak tercemar sampai dengan tercemar ringan. Dengan demikian perairan tersebut masih memungkinkan bagi kehidupan biota air, Jika akan digunakan untuk budidaya perikanan, terutama budidaya tingkat intensif maka sebaiknya dilakukan pengelolaan (treatment) sistem dan teknologi yang memadai agar tidak menimbulkan masalah gangguan kesehatan bagi ikan yang dibudidayakan.

3.2.3 Produksi Perikanan Tangkap dan Budidaya

Produksi perikanan umum (tangkap) di perairan Waduk Cacaban mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, yakni 57.520 kg pada tahun 2001, menjadi 61.480 kg pada tahun 2005 dan meningkat lagi menjadi 84.975 kg pada tahun 2009 (Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Tegal, 2010). Hal tersebut dimungkinkan dengan adanya upaya penebaran benih ikan secara periodik (restocking) yang ditunjang dengan kondisi kualitas perairan waduk yang memadai.

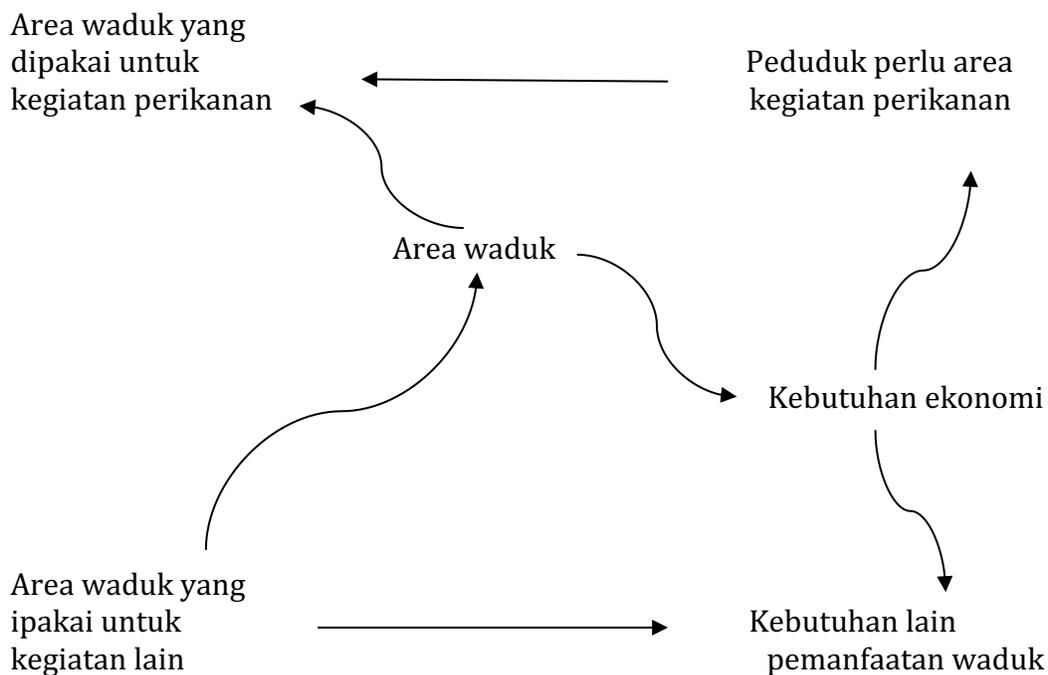
Perikanan budidaya pernah dilaksanakan di perairan Waduk Cacaban berupa budidaya ikan dengan karamba jaring apung namun belum berlangsung efektif dikarenakan kendala manajemen dan teknis. Sebenarnya peluang usaha budidaya perikanan karamba jaring apung di perairan Waduk Cacaban sangat menjanjikan mengingat daya dukung perairannya yang memadai. Hal tersebut terlihat dari kondisi kualitas perairan Waduk Cacaban baik fisika, kimia maupun biologinya sebagaimana hasil pengamatan penelitian ini secara umum berada pada kisaran layak sebagai media hidup biota perairan. Dari perhitungan teoritis data penelitian diperoleh batas maksimal produksi total karamba jaring apung yang memungkinkan sebesar 180.000 ton/tahun jika menggunakan teknologi super intensif dan 18.000 ton/tahun jika menggunakan teknologi intensif serta 180 ton/tahun dengan menggunakan teknologi madya/semi intensif dengan jumlah karamba jaring apung 1.500 buah. Seyogyanya budidaya perikanan dengan karamba jaring apung yang dilaksanakan menggunakan teknologi madya/semi intensif untuk mendapatkan panen yang lestari. Sebagai perbandingan pada tahun 2003 di Waduk Cirata Kabupaten Cianjur Jawa Barat jumlah KJA maksimal yang direkomendasikan adalah 4.625 unit atau 18.500 KJA berukuran 7 mx 7 m x 3 m) dengan produksi maksimal 18.500 ton per tahun. Pada saat itu jumlah nyata KJA adalah 38.286 buah. Dengan jumlah KJA sebanyak itu maka sering terjadi banyak permasalahan khususnya kematian masal akibat naik perairan dasar ke permukaan waduk (up welling) pada saat hujan besar maupun penurunan daya dukung perairan yang relatif cepat. Di Danau Tondano dengan luas 4.278 Ha (42.780 km²) dengan sampel kajian sejumlah 24 KJA berukuran 1,3 mx 1,3 mx 1,8 m dengan padat tebar 20 ekor/m² ikan mas dan ikan nila berukuran @ 20 - 80 gram/ekor dengan menggunakan sistem jaring ganda, ikan mas di dalam lapisan dalam dan ikan nila diantara dua lapisan

jaring untuk mengefektifkan pemanfaatan. sisa pakan ikan mas, ikan nila tidak diberi pakan, diperoleh produksi 1,5 ton per periode tebar.

Salah satu penyebab penurunan kualitas air waduk bahkan timbulnya kerusakan waduk adalah adanya ketidaksetimbangan proses ekologis di waduk karena adanya berbagai kepentingan terkait. Demikian juga halnya berkaitan dengan kemungkinan terjadinya penurunan produksi perikanan baik tangkap maupun budidaya sebagian besar disebabkan karena timbulnya pencemaran kualitas perairan waduk. Tindakan tersebut menurunkan kualitas perairan waduk. Hal itu biasanya terjadi karena dipaksakannya target produksi melalui teknologi tinggi dengan beban cemaran yang relatif banyak. Pada sisi lain masyarakat kecil, khususnya yang tinggal di sekitar waduk sangat mgharapkan terjaganya kualitas perairan dan lingkungan waduk agar dapat melaksanakan aktivitas perikanan tangkapnya secara lestari. Untuk itu diperlukan berbagai kearifan lokal, seperti : pembatasan produksi perikanan budidaya melalui penggunaan teknologi madya/semi intensif saja, upaya penebaran benih swadaya masyarakat termasuk re-stocking serta pelarangan penangkapan ikan maupun pemanfaatan air waduk memakai materi yang dapat menurunkan kualitas waduk dan lingkungannya.

3.2.4 Sistem Dinamik Kegiatan Perikanan di Waduk Cacaban

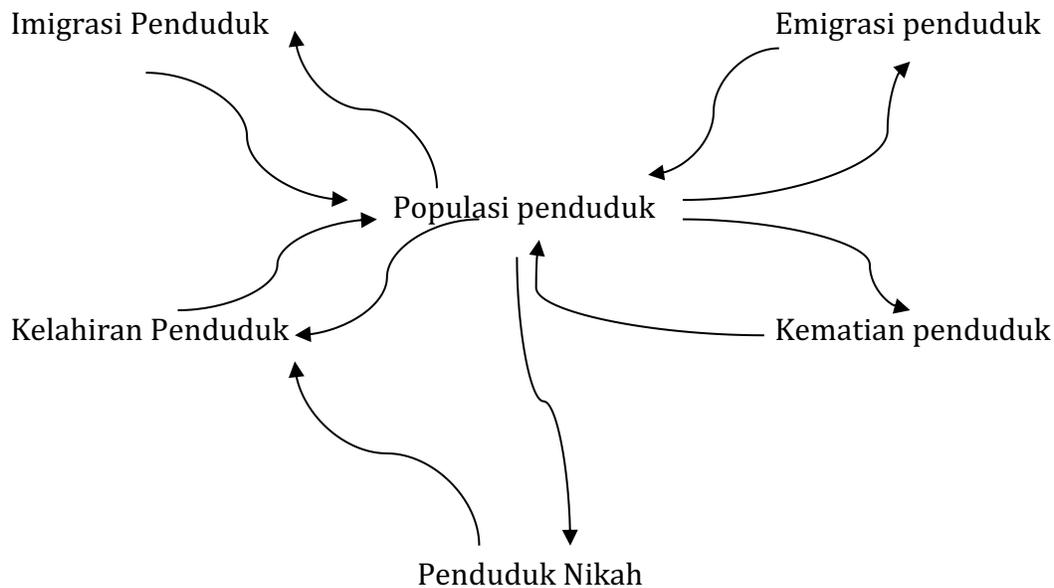
Dinamika sistem kegiatan perikanan tangkap dan budidaya dilihat dari dukungan sumberdaya alamnya terkait dengan dinamika populasi penduduk, kebutuhan hidup dan ketersediaan sumberdaya lahan waduk dan disajikan pada Gambar 1, 2,3 dan 4 berikut :



Gambar 1. Causal Loop Diagram Pemanfaatan Area Waduk

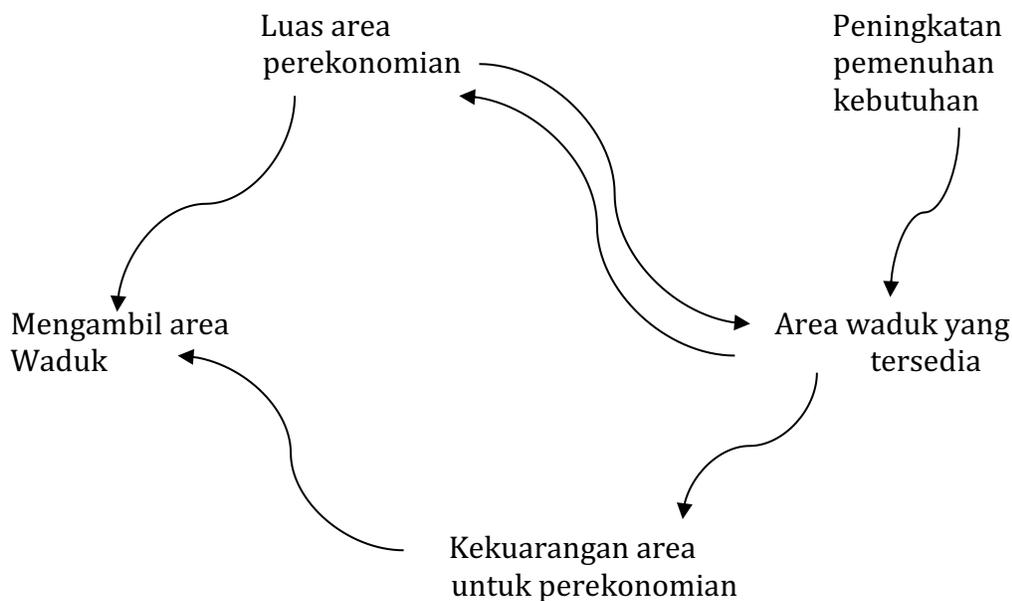
Area dan perairan waduk Cacaban disamping dimanfaatkan untuk kegiatan perikanan juga untuk kegiatan ekonomis lain seperti wisata ekologis dan pengairan teknis. Kegiatan

tersebut membutuhkan ketersediaan area yang meningkat setiap tahunnya sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 2 dan 3.



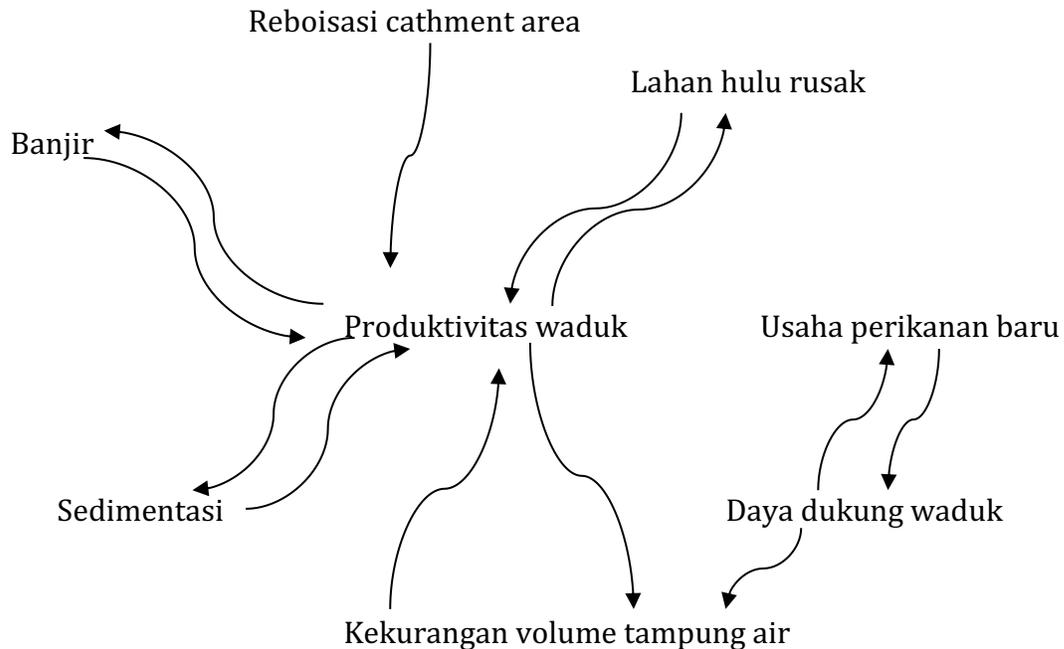
Gambar 2. Causal loop diagram populasi penduduk

Pertambahan jumlah penduduk akan diikuti peningkatan kebutuhan hidup sehingga areal waduk pada masa mendatang akan semakin banyak 'tersita' bagi kegiatan usaha yang ekonomis dalam rangka memenuhi kebutuhan hidup tadi sebagaimana diisajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Causal loop diagram area kegiatan perekonomian waduk

Keterkaitan sumberdaya alam dan lingkungan di dalam maupun di luar waduk saling memberikan timbal balik terhadap kelestarian sumberdaya perikanan di Waduk Cacaban sebagaimana disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Causal loop diagram aktivitas waduk

Pengelolaan Waduk Cacaban perlu diawali dengan visi yang jelas dan mantap sinergis dengan kebutuhan daerah bahkan nasional. Visi tersebut akan menjiwai berbagai kebijakan pemanfaatan ruang waduk dengan tetap memperhatikan zona penyangganya. Secara periodik hal-hal tersebut perlu terus dievaluasi terkait dengan perkembangan isu lokal dan global terhadap implementasi kebijakan

Kondisi eksisting subsistem dinamika perubahan jumlah penduduk, perkembangan perekonomian dengan tetap mencegah dari degradasi sumber daya waduk dan lingkungannya menjadi input bagi pengelolaan sumber daya waduk secara berkelanjutan. Disamping itu kebijakan pengelolaan waduk juga harus memperhatikan kebutuhan/aspirasi seluruh pemangku kepentingan (stake holders) terkait baik di bidang perikanan, wisata maupun pengairan.

Untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan tersebut maka perlu dilakukan pembagian wilayah (zonasi) waduk secara jelas dan proporsional dengan tetap memperhatikan aktivitas waduk yang optimal dan lestari. Keberhasilan pengelolaan waduk tidak terlepas dari 'good will' seluruh stake holders, implementasi kebijakan yang taat azas, pemberian

sanksi dan penghargaan terhadap personal maupun lembaga/pihak yang terkait di dalamnya

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Kondisi kualitas perairan Waduk Cacaban baik secara fisika, kimia maupun biologi berada pada kisaran layak untuk kegiatan perikanan tangkap maupun budidaya
2. Pemanfaatan ruang waduk secara optimal dan berkelanjutan memerlukan perencanaan, kebijakan, zonasi yang jelas dan proporsional dengan memperhatikan keseluruhan kebutuhan pemangku kepentingan terkait serta menjaga sumberdaya alam penyangganya.

DAFTAR PUSTAKA

Eriyatno. 1999. Ilmu Sistem, Meningkatkan Mutu dan Efektivitas Manajemen, IPB Press. Bogor.

Hartrisari H. 2001. Bahan Kuliah Analisis Sistem dan Pemodelan dalam Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Program Pascasarjana SPL-IPB. Bogor.

Sadile, 2003, Pemodelan Sistem Dinamik Pengembangan Pariwisata Dalam Pengelolaan Sumberdaya Pesisir Berkelanjutan, Makalah Pascasarjana/S3, IPB, oktober 2003

Suyono. 2010. Model pengelolaan Kualitas Lingkungan Berbasis Daya Dukung (Carrying Capacity) Perairan Waduk Cacaban bagi Pengembangan Budidaya Karamba Jaring Apung di Waduk Cacaban Kabupaten Tegal. Jurusan Budidaya Fakultas Perikanan Universitas Pancasakti Tegal. Tegal

Parker S.R., 1997, " Forecasting Investment opportunities Through Dynamic Simulation", Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference ed. [http://proquest.umi.com/pgdweb?index-7&did-9 87146451&SrchMode"1 &sid-1 &Fmt-6& Vinst-PROD& VType-POD&ROT-309& VNamePO\) D&TS-1174701606&clientId-42788](http://proquest.umi.com/pgdweb?index-7&did-9 87146451&SrchMode).