
III. PERSIAPAN PENDIRIAN PUSAT EKOHIKROLOGI REGIONAL ASIA PASIFIK

Oleh:

Peter E. Hehanussa, Hendro Wibowo

ABSTRAK

Pendekatan bidang ekohidrologi sebagai pendekatan interdisipliner dalam memahami ekosistem perairan dikenal sebagai sarana manajemen yang adaptif karena didasarkan pada pengintegrasian dinamika perairan dan dinamika biota dalam suatu kerangka kerja pada suatu daerah tangkapan. Indonesia ditunjuk sebagai Pusat Ekohidrologi Regional Asia Pasifik, hal itu diharapkan dapat memacu perkembangan konsep ekohidrologi sebagai pendekatan dalam penyelesaian masalah-masalah lingkungan. Dalam rangka pendirian pusat tersebut dilakukan persiapan berupa prasarana dalam bentuk penetapan waduk Saguling sebagai studi kasus (demo site) permasalahan ekohidrologis yang terjadi di daerah tropis

Kata Kunci: Pusat Ekohidrologi Regional Asia Pasifik, demo site, permasalahan lingkungan

1. PENDAHULUAN

Pada abad ke 21 ini, air masih merupakan faktor pembatas bagi kehidupan masyarakat yang lebih sejahtera di berbagai belahan dunia. Pada 2 dekade yang lalu suplai air meningkat dan telah memenuhi kebutuhan hampir 20% dari populasi dunia, namun demikian masih 80% dari populasi tersebut, terutama berada di negara-negara miskin yang masih harus bersusah payah untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan dasar mereka.

Di daerah-daerah tropis yang bercurah hujan tinggi, adalah sangat tragis melihat suplai air dengan kualitas dan kuantitas yang layak di sepanjang tahun dan di seluruh kawasan mengalami kecenderungan yang semakin menurun. Hal ini dikarenakan oleh akumulasi tekanan yang diakibatkan oleh tingginya tingkat pertumbuhan populasi, peningkatan kebutuhan pangan dan energi, eksploitasi sumber daya alam, penebangan hutan, dan di sebagian daerah juga dikarenakan oleh rendahnya tingkat pendidikan pada sebagian besar penduduknya.

Perhatian yang besar diberikan oleh dunia untuk masalah ini pada tahun 1992 dalam Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) Bumi di Rio de Janeiro, Brazil dengan dikeluarkannya keputusan yang disebut Agenda 21. Pada agenda 21 tersebut

diputuskan untuk mengintegrasikan pertumbuhan ekonomi dan perlindungan lingkungan. Namun demikian setelah 10 tahun Agenda 21 disepakati pada kenyataannya penurunan kualitas lingkungan masih terus berlanjut. Untuk menurunkan, atau bahkan kalau dapat menghentikan kecenderungan tersebut diperlukan tindakan yang dapat menjembatani komunitas akademik, birokrasi pemerintah, sector swasta, dan perusahaan-perusahaan multinasional yang menjadi pelaku-pelaku pada aktivitas-aktivitas nyata pada masalah ini. Untuk itu, pengidentifikasian masalah-masalah, diseminasi ide, dan keterpaduan dalam membangun rencana dan melaksanakan program-program ekohidrologi dengan baik dapat menjadi jawaban bagi masalah-masalah mendesak tersebut di atas.

Pendekatan bidang ekohidrologi sebagai pendekatan interdisipliner dalam memahami ekosistem perairan dikenal sebagai sarana manajemen yang adaptif karena didasarkan pada pengintegrasian dinamika perairan dan dinamika biota dalam suatu kerangka kerja pada suatu daerah tangkapan. Pendekatan ekohidrologi dapat membuat suatu model system perairan yang holistic yang mengindikasikan target-target manajemen lingkungan seperti mempertahankan keberlanjutan, keanekaragaman hayati yang terjaga, serta terjaganya kualitas dan kuantitas air.

Perkembangan konsep ekohidrologi sebagai pendekatan penyelesaian masalah-masalah lingkungan belum seperti yang diharapkan. Dengan ditunjuknya Indonesia sebagai Pusat Ekohidrologi Regional Asia Pasifik diharapkan dapat memacu perkembangan konsep tersebut. Persiapan pendirian Pusat Ekohidrologi perlu dilakukan dalam bentuk dukungan data yang memadai terhadap contoh kasus permasalahan ekohidrologis di daerah tropis. Waduk Saguling dipilih sebagai contoh kasus karena memiliki permasalahan ekohidrologis yang kompleks. Penetapan lokasi Saguling telah melalui proses panjang dan telah diputuskan akan ada tiga stasiun ekohidrologi di bawah koordinasi UNESCO, masing-masing di Polandia, Indonesia, dan di Argentina. Proses panjang diawali tahun 2001 di Venezia, 2002 di Kuala Lumpur, 2003 di Warsawa dan Fiji, lalu pada Maret dan September 2004 di Paris. Telah dicapai kesepakatan internasional untuk menjadikan tiga stasiun itu

sebagai lokasi diklat ekohidrologi internasional, masing-masing dengan iklim hangat kering, tropis basah, dan sangat dingin kering.

Perkembangan ekohidrologi sebagai paradigma baru dalam pendekatan penyelesaian masalah-masalah lingkungan belum berjalan seperti yang diharapkan. Kegiatan berupa seminar, workshop, ataupun penelitian dengan topik ekohidrologis yang pernah dilakukan ternyata belum secara spesifik menggambarkan definisi ekohidrologi itu sendiri.

1.1. Tujuan

- Mempersiapkan waduk Saguling sebagai studi kasus permasalahan ekohidrologis di daerah tropis

1.2. Hipotesis

- Adanya dukungan data yang memadai dan contoh kasus permasalahan ekohidrologis di daerah tropis akan memudahkan persiapan pendirian Pusat Ekohidrologi Regional Asia Pasifik di Indonesia

2. HASIL DAN DISKUSI

Dalam rangka mempersiapkan Waduk Saguling sebagai "Demo site" untuk kawasan Asia Pasifik maka akan dilakukan koordinasi dan sosialisasi dengan pihak pengelola waduk Saguling, P. T. Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan Saguling untuk mencari dan meletakkan dasar-dasar, kelengkapan, dan ruang lingkup yang diperlukan untuk sebuah stasiun lapangan.

Pada tahun 2004 juga telah dilakukan kerjasama internasional melalui kantor UNESCO Jakarta dengan mengundang tim ahli dengan multi-disiplin dari Italia yang dalam dekade lalu telah menangani pengelolaan di Sungai Po yang mengalami kerusakan lingkungan yang juga cukup parah. Kini pantai di laut Mediteran dimana Sungai Po bermuara telah kembali penuh dengan tums yang telah memperlihatkan pentingnya kerjasama erat antar-sektor untuk menggerakkan ekonomi sebuah negara. Pertemuan dengan tim Itali telah dilakukan berturut-turut di Jakarta, Cibinong, dan di Saguling.

2.1. Konsep Ekohidrologi

Pertanyaan mendasar yang timbul pada saat memformulasikan konsep ini adalah bagaimana upaya yang dilakukan untuk mengintegrasikan dua cabang ilmu yang telah mapan yaitu limnologi dan hidrologi menjadi satu cabang ilmu baru. Sampai pada akhir abad 20 limnologi masih merupakan ilmu dengan kemampuan prediksi yang rendah. Padahal konsep biomanipulasi di dalamnya seharusnya tidak hanya menyoroti fungsi dari ekosistem perairan, tetapi juga mampu menunjukkan bahwa kemampuan prediksi menjadi hal yang sangat penting dalam keberhasilan pengelolaan ekosistem perairan.

Pada pertemuan UNESCO International Hydrology Programme (IHP) V dan VI, ahli-ahli limnologi dan hidrologi sedunia telah berhasil merumuskan tiga prinsip penting sebagai kerangka kerja, target dan metodologi ekohidrologi (Zalevski, 2000) yaitu:

a. Prinsip Hidrologi

Sebagai kerangka kerja, prinsip hidrologi mengintegrasikan bentang lahan suatu daerah tangkapan, hidrologi dan biota di dalamnya sebagai satu entitas. Hal itu dapat dilihat dari aspek:

- Skala – siklus air skala sedang baik pada ekosistem darat maupun ekosistem perairan suatu daerah tangkapan dapat digunakan untuk kuantifikasi proses ekologi seperti kesetimbangan nutrien dan neraca panas.
- Dinamika air dan temperatur sebagai penyebab terjadinya proses alamiah pada ekosistem darat dan ekosistem perairan seperti laju dekomposisi misalnya
- Hirarki faktor – ketika proses abiotik seperti proses hidrologi lebih dominan, maka interaksi biotik akan menjadi lebih stabil dan mudah diprediksi (Zelevski dan Naiman, 1985)

b. Prinsip Ekologi

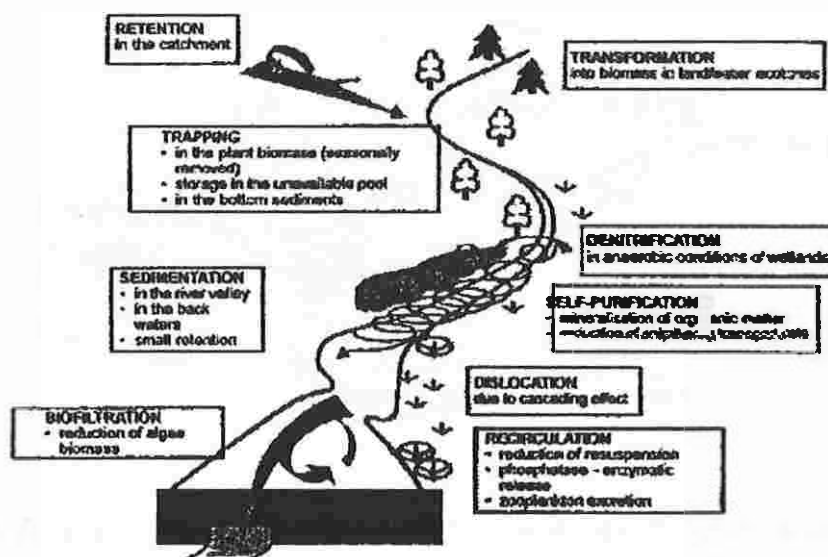
Prinsip ekologi mempunyai target untuk meningkatkan resistensi lingkungan terhadap tekanan yang ada dengan memahami faktor-faktor yang saling mempengaruhi antara hidrologi dan biota. Aspek ini merupakan ekspresi ekohidrologi yang digunakan sebagai dasar pemikiran dan pendekatan untuk

pengelolaan sumberdaya air yang berkelanjutan. Upaya perlindungan ekosistem merupakan suatu hal yang tidak sederhana, namun dengan adanya perubahan global seperti ditunjukkan dengan adanya peningkatan populasi penduduk, pemakaian energi, materi dan aspirasi manusia, maka diperlukan upaya peningkatan kapasitas lingkungan, agar mampu bertahan dari dampak yang disebabkan oleh manusia.

c. Prinsip Ekoteknologi

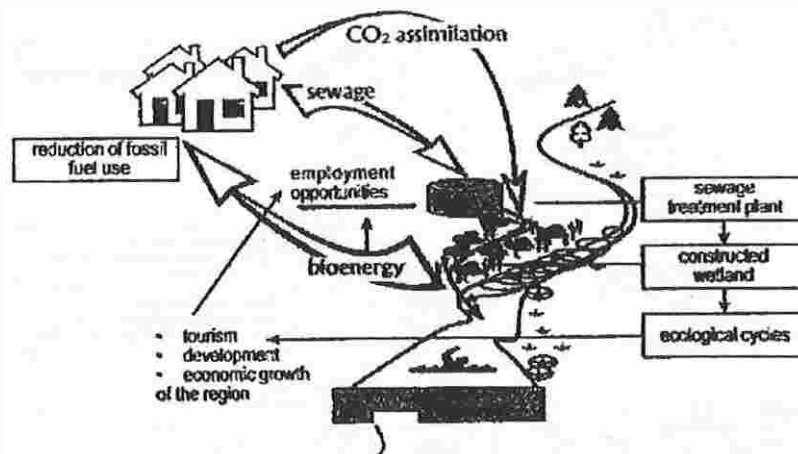
Prinsip ekoteknologi berlaku sebagai metodologi, yaitu penggunaan komponen ekosistem sebagai *management tool* yang menempatkan biota sebagai pengontrol proses hidrologi, atau sebaliknya proses hidrologi sebagai pengontrol biota. Prinsip ekoteknologi ini merupakan ilmu pengetahuan penting yang merupakan hasil pengembangan dari teknik-teknik ekologi dan dapat mempercepat penerapan secara luas konsep diatas (Jorgensen, 1996)

Tiga prinsip diatas dapat diilustrasikan pada Gambar 1, yang menunjukkan bahwa kontrol eutrikikasi pada reservoir melalui penerapan pengukuran berbasis ekologi yang berbeda dalam daerah tangkapan sungai, difokuskan untuk mengurangi fosfor langsung pada sumber fosfornya sehingga mempengaruhi batas fosfor dari produktivitas biologi perairan



Gambar 1. Contoh hubungan yang sinergik antara proses yang berbeda untuk meningkatkan kapasitas *self-purification* daerah tangkapan sungai (Zalewski, 2000)

Penerapan konsep ekohidrologi untuk perbaikan kualitas air pada suatu ekosistem perairan hendaknya dapat pula sekaligus menciptakan umpan balik positif pada kondisi sosio-ekonomi pada daerah tersebut. Salah satu terapan konsep ekohidrologi yang sudah banyak dikembangkan adalah lahan basah buatan untuk pengolahan limbah. Sejauh ini pengolahan limbah suatu kawasan dengan menggunakan lahan basah buatan telah memberikan hasil yang baik terutama pengurangan beban pencemar secara efisien dan memberi tambahan keuntungan secara sosial. Perbaikan kualitas air dan keindahan tanaman pada lahan basah akan menyebabkan sumberdaya air mempunyai daya tarik tersendiri dalam bidang pariwisata sehingga akan memberikan banyak keuntungan pada daerah tersebut. Skema dari konsep ini dapat dilihat pada Gambar 2. Selain itu, pemanfaatan tanaman lokal yang tahan terhadap muka air tanah tinggi dan mempertahankan keanekaragaman hayati bentang lahan lembah sungai sebagai sumber energi (bioenergi), akan dapat menurunkan emisi CO₂ hasil pembakaran dari industri. Debu yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pupuk untuk tanaman dan limbahnya dapat digunakan sebagai bioenergi. Proses pengolahan dari limbah menjadi bioenergi tersebut menyediakan kesempatan kerja bagi masyarakat.



Gambar 2. Pengembangan konsep ekohidrologi untuk meningkatkan kualitas air dan menciptakan umpan balik positif pada kondisi sosio-ekonomi

Hasil penerapan konsep ekohidrologi diharapkan tidak hanya kualitas lingkungan yang baik tetapi juga dapat membantu meningkatkan taraf ekonomi dan keberlanjutan pembangunan pada masyarakat setempat.

2.2. Sedimentasi di Waduk Saguling

Perkembangan konsep ekohidrologi sebagai pendekatan penyelesaian masalah-masalah lingkungan belum seperti yang diharapkan. Dengan ditunjuknya Indonesia sebagai Pusat Ekohidrologi Regional Asia Pasifik diharapkan dapat memacu perkembangan konsep tersebut. Persiapan pendirian Pusat Ekohidrologi perlu dilakukan dalam bentuk dukungan data yang memadai terhadap contoh kasus permasalahan ekohidrologis di daerah tropis. Waduk Saguling dipilih sebagai contoh kasus karena memiliki permasalahan ekohidrologis yang kompleks. Penetapan lokasi Saguling telah melalui proses panjang dan telah diputuskan akan ada tiga stasiun ekohidrologi di bawah koordinasi UNESCO, masing-masing di Polandia, Indonesia, dan di Argentina. Proses panjang diawali tahun 2001 di Venezia, 2002 di Kuala Lumpur, 2003 di Warsawa dan Fiji, lalu pada Maret dan September 2004 di Paris. Telah dicapai kesepakatan internasional untuk menjadikan tiga stasiun itu sebagai lokasi diklat ekohidrologi internasional, masing-masing dengan iklim hangat kering, tropis basah, dan sangat dingin kering.

Bersama manajemen Saguling yaitu PT Indonesia Power yang merupakan anak perusahaan PLN, telah berhasil dijamin pengertian betapa pentingnya mengelola lingkungan dengan baik. Pengelolaan yang baik akan memberi manfaat kepada perusahaan oleh karena dampak tidak langsungnya adalah keberlanjutan keberadaan air, pengendalian laju sedimentasi, dan pengendalian eutrofikasi. Keberadaan air telah menjadi ancaman nyata karena kini sudah dialami reservoir kering pada akhir musim kemarau. Laju sedimentasi kini telah mencapai lebih dari 4 juta ton setahun yang merupakan batas tertinggi dalam *design* dam. Eutrofikasi menyebabkan kisi-kisi turbin harus diperbaiki setiap enam bulan, sebuah kerugian cukup besar bagi perusahaan karena mesti menghentikan operasi pembangkitan tenaga listrik untuk beberapa waktu.

2.3. Waduk Saguling

Bendung Saguling merupakan *rock fill dam*, dengan tinggi 99,5 meter dan panjang 396 meter, dengan elevasi muka air maksimum 645 meter di atas permukaan air laut. Kegunaan air waduk adalah sebagai penggerak turbin pembangkit listrik dengan total produksi listrik 700 MW. Selain itu waduk digunakan untuk mengembangkan budidaya ikan dengan karamba apung yang memberikan sumbangin penghasilan bagi masyarakat di sekitar waduk.

Daerah tangkapan waduk Saguling adalah DAS Citarum Hulu. Hasil penelitian yang dilakukan Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air (1982) menguraikan, wilayah Citarum Hulu seluas ± 177.600 hektar yang berpenduduk 4,8 juta jiwa dalam dua dekade terakhir mengalami beban berat. Pesatnya pembangunan yang kurang memperhatikan lingkungan menyebabkan penggunaan lahan yang tidak terkontrol sehingga lahan hutan telah banyak berkurang luasnya. Daerah pinggir sungai (DPS) Citarum mengalami penciutan lahan hutan sebesar 20 persen. Selain itu, terjadi konversi penggunaan lahan secara tidak proporsional. Dampak dari penciutan lahan hutan itu cukup signifikan. Perubahan tersebut telah memicu terjadinya erosi dan sedimentasi yang masuk ke waduk Saguling.

Sumber masalah yang terjadi di waduk Saguling adalah dari dalam waduk sendiri dan dari daerah sekitar waduk (Hehanussa, 2003). Pertama, jumlah karamba apung yang terus bertambah menyebabkan pencemaran yang berat terhadap air waduk dan sedimen yang terangkut dari hulu dalam jumlah besar. Masalah kedua adalah perubahan penggunaan lahan di daerah sekitar waduk. Masalah yang kompleks ini tidak dapat diselesaikan hanya dengan pendekatan secara teknis tetapi memerlukan pendekatan yang intensif terhadap sosio-ekonomi dan administratif.

Peraturan tentang kuota karamba apung menjadi masalah yang rumit karena beberapa departemen dan lembaga merasa berhak atas 'kepemilikan' air dalam waduk. Masing-masing lembaga merasa yang paling berwenang membuat peraturan terhadap semua kegiatan yang terkait dengan air waduk. Budidaya ikan merupakan penggerak ekonomi yang sangat penting bagi masyarakat terutama mereka yang

kehilangan tanahnya karena tergenang waduk, sehingga juga merasa berhak atas air waduk. Lahan di sekitar waduk berada di bawah kewenangan departemen kehutanan yang mempunyai perbedaan pandangan dengan operator waduk. Dalam hal ini nampaknya telah terjadi masalah teknis dan ekohidrologi terlihat dari banyaknya lembaga yang berkepentingan, sehingga memerlukan penyelesaian dari masing-masing pihak.

Masalah sedimen yang terjadi di dasar waduk bersumber dari dalam waduk itu sendiri dan dari atas akibat kerusakan yang terjadi di daerah hulu. Adalah tidak mungkin membahas masalah tersebut tanpa melihat dari mana sumber erosi itu terjadi. Sedimen dari DAS Citarum Hulu merupakan hasil dari erosi aktivitas pertanian terutama pertanian lahan kering dan tanaman semusim pada lahan atas. Kemudian material hasil erosi tersebut diangkut dan diendapkan di dasar waduk bersama-sama dengan material yang didominasi oleh limbah domestik dan aktivitas industri. Perubahan laju erosi dan sedimentasi yang terjadi mengiringi perubahan secara substansial terhadap karakteristik kesetimbangan air, yang keduanya disebabkan oleh alih fungsi lahan pada daerah hulu.

2.4. Proses Sedimentasi

Dead storage Waduk Saguling didisain dengan perhitungan sedimentasi maksimum sebesar empat juta meter kubik per tahun. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa dalam kurun waktu 1985 hingga 2002 sedimentasi tahunan yang kurang dari angka maksimum hanya berlangsung sampai tahun 1991, setelah itu laju sedimentasi naik hingga 4,5 juta meter kubik per tahun.

Tabel 1. Sedimentasi di Waduk Saguling 1985 - 2002

Periode	Volume Deposisi Sedimen (m ³)	Volume Kumulatif Sedimen (m ³)
Feb 1985 – Juni 1987	5.390.420	5.390.420
Des 1987 – Des 1988	1.583.463	6.973.883
Jan – Des 1989	3.992.651	10.966.543
Jan – Des 1990	3.269.853	14.236.387
Jan – Des 1991	3.019.621	17.256.008
Jan – Des 1992	4.234.036	21.490.044
Jan – Des 1993	4.076.992	25.567.036
Jan – Des 1994	4.205.093	29.772.129
Jan – Des 1995	4.139.966	33.912.095
Jan – Des 1996	4.226.388	38.138.483
Jan – Des 1997	4.035.755	42.174.238
Jan – Des 1998	4.521.803	46.696.041
Jan – Des 1999	4.315.539	51.011.634
Jan – Des 2000	4.131.027	55.142.661
Jan – Des 2001	4.296.268	59.438.929
Jan – Des 2002	4.190.000	63.628.929

Sumber : Indonesia Power 2003

Endapan sedimen klastis bercampur dengan endapan kimia dari pencemaran dan aktivitas karamba apung akan membentuk campuran sedimen bioklastis. Campuran tersebut membentuk lapisan sedimen toksik pada dasar waduk yang akan berpengaruh terhadap dinamika kualitas air waduk, seperti perubahan temperatur air, komposisi pH dan penetrasi sinar matahari. Aliran massa air akibat perbedaan temperatur, yaitu turunnya massa air yang lebih dingin dari permukaan ke dasar waduk akan menyebabkan teraduknya lapisan sedimen toksik sehingga menyebabkan kematian ikan yang sering terjadi pada karamba apung. Dinamika hubungan antara sedimen dan air dalam waduk merupakan parameter penting dalam penentuan metode kontrol sedimentasi.

2.5. Pendekatan Ekohidrologi

Ide dari pendekatan ekohidrologi adalah pelestarian lingkungan dengan memberikan kesempatan pada kegiatan yang memiliki pengaruh positif dan mengurangi kegiatan yang mempunyai dampak negatif. Hal ini dapat dilakukan melalui analisis terhadap komponen ekosistem dan proses yang terkait dengan isu,

secara langsung maupun tidak langsung, jangka pendek maupun jangka panjang, fisik-kimia dan hidrobiologi, teknis-administratif, ekonomi-sosial-budaya-agama, serta hukum dan kearifan tradisional. Berkaitan dengan hal itu maka komponen ekosistem dan proses yang terjadi perlu didefinisikan.

Permasalahan non teknis serius yang dihadapi pengelola waduk Saguling adalah ketersediaan air dan sedimentasi yang masuk ke waduk. Ketersediaan air dapat digolongkan menjadi dua hal, yaitu kualitas air dan jaminan ketersediaan air sepanjang tahun. Sedimentasi berasal dari hulu dan dalam waduk sendiri, sedang polutan yang terikat pada sedimen di dasar waduk berasal dari aktivitas yang terjadi di DAS Citarum Hulu dan sekitar waduk.

Sedimentasi dan pencemaran air yang terjadi akan menyebabkan banyak perubahan pada waduk, seperti pemendekan umur waduk, perubahan pola aliran, kerusakan komponen ekoton, berkurangnya daya penetrasi sinar matahari ke badan air, korosif pada turbin, dan berkurangnya potensi budidaya perikanan. Terkait dengan komponen ekosistem, ekonomi dan sosial dari waduk, maka pertanyaan yang muncul adalah bagaimana mengurangi kegiatan yang berdampak negatif dan menambah kegiatan yang potensial berpengaruh positif.

Sedimen pada dasar waduk tidak dalam keadaan statis tetapi terus berinteraksi dengan badan air melalui proses seperti resuspensi, difusi molekul, bioakumulasi dan remediasi. Interaksi tersebut terjadi karena proses fisik, kimia, dan biologi. Ukuran butir sedimen merupakan faktor penting yang dapat digunakan untuk menjelaskan intensitas dari reaksi yang terjadi, sehingga perlu dipetakan. Butir halus seperti debu dan lempung lebih mudah bereaksi dibanding butiran kasar seperti pasir dan kerikil. Observasi lapangan menunjukkan bahwa sedimen di dasar waduk didominasi oleh butiran halus.

Polutan yang masuk ke waduk Saguling sekarang jauh lebih banyak baik kuantitas maupun jenisnya dibanding prediksi yang dilakukan pada studi terdahulu. Hal tersebut merupakan hasil dari perubahan tren pembangunan yang disebabkan oleh pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi yang terjadi. Di dalam studi penilaian lingkungan perubahan ini tidak terdeteksi sebagaimana halnya pada studi

yang berbasis pada masa lampau dan prediksi dalam analisisnya. Masalah ini seperti efek bola salju yang makin lama bertambah besar karena kompleksnya permasalahan, mulai dari sektor air, listrik, daerah hulu serta tren ekonomi dan efek lingkungan yang ditimbulkan oleh budidaya perikanan yang jauh lebih besar dari yang pernah diperkirakan.

Pendekatan ekohidrologi yang dapat dilakukan pada masalah di atas adalah mempertimbangkan bagaimana mekanisme yang seharusnya terjadi pada komunitas ikan pada sungai yang pernah dinyatakan oleh Zalewski dan Naiman dalam Zalewski (2000). Faktor abiotik (hidrologi) merupakan faktor yang sangat penting, namun kondisi lingkungan yang secara psikologis optimum untuk pertumbuhan ikan juga menjadi hal yang penting untuk diperhatikan, sehingga interaksi biotik dapat berjalan dengan baik. Manipulasi struktur biota atau ekoton dalam konsep ekohidrologi dapat menjadi pertimbangan untuk upaya pengelolaan, restorasi dan konservasi. Pendekatan ekohidrologi yang dirumuskan secara holistik, integratif dan interdisiplin dapat digunakan mulai skala kecil seperti proses interaksi polutan dan sedimen di dasar waduk hingga skala daerah tangkapan (DAS Citarum Hulu) untuk mengkuantifikasi dan mengintegrasikan proses ekologi dan hidrologi.

3. KESIMPULAN

- Sedimentasi yang terjadi di waduk Saguling lebih besar dari disain awal. Kondisi tersebut karena pengaruh antropogenik berupa aktivitas di DAS Citarum Hulu, perubahan pola penggunaan lahan di sekitar waduk dan budidaya ikan menggunakan karamba apung di perairan waduk
- Pendekatan ekohidrologi dapat digunakan untuk mengkuantifikasikan dan mengintegrasikan proses ekologi dan hidrologi yang terjadi sehingga dapat dilakukan simulasi dan prediksi untuk tujuan peningkatan kapasitas lingkungan

PUSTAKA

- Anonim, 2002, *Saguling Power Generation, Together for PLN a Better Tomorrow*, Complex PLN Cioray Rajamandala
- Direk torat Bina Program Pengairan, 1982, *Studi Perencanaan Sistem Pengembangan Sumber-Sumber Air Wilayah Sungai Citarum di Jawa Barat* (laporan), Jakarta.
- Jorgensen, S.E. 1996. *The Application of Ecosystem Theory in Limnology*. Verh. Mt. Verein Limnol. 26
- Hehanussa, P.E., 2003. *Anthropogenic Induced Erosion and Sedimentation Into The Saguling Reservoir*, Proceeding of the 2nd Asia Pacific Training Workshop on Ecohydrology, LIPI, UNEP, UNESCO, Cibinong-Indonesia
- Zalewsky, M. 2000. *Ecohydrology, The Scientific Background to Use Ecosystem Properties as Management Tool Toward Sustainability of Water Resource*. Guest Editorial. Ecol Engineering 16, 14

