

ISSN 1907 - 1043

Jurnal

HIDROSFIR

INDONESIA

J. Hidrosfir Indonesia

Vol. 6

No. 2

Hal. 61 - 112

Jakarta, Agustus 2011

ISSN 1907 - 1043



**PUSAT TEKNOLOGI LINGKUNGAN
BADAN PENGAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI
2011**

JURNAL HIDROSFIR INDONESIA

Terbit 3 kali setahun, mulai April 2006
ISSN 1907-1043

Akreditasi : 360/AU1/P2MBI/07/2011

Volume 6 Nomor 2, Agustus 2011

Pembina

Deputi Ketua Bidang Teknologi Pengembangan Sumberdaya Alam - BPPT

Penanggung Jawab:

Direktur Pusat Teknolog Lingkungan

Ketua Tim Penilai Materi

Arif Dwi Santoso, M.Eng / Oseanografi-Biologi

Anggota Tim Penilai Materi

DR . Husni Amarullah / Bio-Oseanografi; DR . Suhendar I. Sachoemar / Oseanografi
Dra. Amita I. Sitomurni, MSc./ Kimia Lingkungan; DR . Arie Herlambang / Hidrologi;
Drh. Wage Komarawidjaja, MSi / Ekotoksikologi Perairan;

Mitra Bestari

Prof. DR . Yudhi Soetrisno Garno/ Limnologi
Dr. Ikhwanuddin Mawardi / Hidrologi,
Dr. Ir. Djumanto / Lingkungan Perairan
DR . Agus Setiawan / Oseanografi Fisika;
Dr. Uun Yanuhar / Bioteknologi, Managemen Sumberdaya Perairan

Pelaksana Redaksi

Arif Permana

Alamat Redaksi

Pusat Teknologi Lingkungan BPPT
Gedung II Lantai 19. Jl MH. Thamrin 8 Jakarta 10340
Telp. 021-3169737 Fax: 021-3169760
e-mail: arif.dwi@bppt.go.id

Kata Pengantar

Dengan rendah hati dan penuh syukur kehadiran Tuhan YME, Jurnal Hidrosfir Indonesia kembali kami terbitkan. Redaksi mengucapkan terima kasih atas dukungan semua pihak selama ini yang selalu berusaha menjadikan Jurnal Hidrosfir Indonesia ini semakin menarik dan diminati oleh semua kalangan.

Edisi kali ini bahasan yang ditampilkan Jurnal Hidrosfir Indonesia memuat 6 karya tulis ilmiah hasil litbangyasa dan telaah ilmiah yang masing-masing bertopik: potensi pencemaran limbah, analisis berkelanjutan pengelolaan danau, status kualitas situ, analisis ekohidrolik pengendalian banjir, pengukuran laju aliran permukaan dan konsentrasi logam berat di muara sungai.

Kami berharap JHI mampu menambah penguasaan IPTEK bidang Kebumihan dan berguna bagi pembaca. Akhirnya, tak sungkan kami selalu mengundang pembaca sekalian untuk mempublikasikan temuan dan pemikiran pembaca pada bidang Kebumihan di Jurnal Hidrosfir Indonesia kita ini. Terima kasih.

(ar/redaksi).

JURNAL HIDROSFIR INDONESIA

Volume 6 Nomer 2, Agustus 2011

	Halaman
Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
1. Potensi Pencemaran Limbah Industri terhadap Kesehatan Masyarakat dan Biota Air di Wilayah Pesisir Cilegon Ja'far Salim	61 - 70
2. Analisis Keberlanjutan Pengelolaan Danau Limboto, Provinsi Gorontalo Hasim, Asep Sapei, Sugeng Budiharsono dan Yusli Wardiatno	71 - 79
3. Status Kualitas Perairan Situ Cisanti Subdas Cirasea - Das Citarum Hulu Bandung Selatan Wage Komarawidjaja, Agung Riyadi dan Titiresmi	81 - 88
4. Analisis Ekohidrolik dalam Pengendalian Banjir Studi Kasus di Sungai Lawo Kabupaten Soppeng Sulawesi Selatan Nurlita Pertiwi, Asep Sapei, Yanuar J. Purwanto dan I. Wayan Astika	89 - 96
5. Pengukuran Laju Aliran Permukaan Dengan Metode Kekekalan Massa Perunut Paston Sidauruk	97 - 105
6. Konsentrasi Logam Berat (Hg, Cd, Pb) pada Air dan Sedimen di Muara Sungai Angke, Jakarta Cordova M. R. dan ETTY Riani	107 - 112

ANALISIS KEBERLANJUTAN PENGELOLAAN DANAU LIMBOTO PROVINSI GORONTALO

Hasim¹, Asep Sapei², Sugeng Budiharsono³ dan Yusli Wardiatno⁴

¹⁾ Mahasiswa S3 Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (PSL) IPB

²⁾ Guru Besar Dept. Teknik Sipil dan Lingkungan IPB

³⁾ Dosen Program Studi PSL IPB

⁴⁾ Dosen Fakultas Perikanan IPB

Naskah diterima 8 Maret 2011 - Revisi terakhir : 21 April 2011

Abstrak

Diperkirakan 10 danau di Indonesia dalam kondisi kritis termasuk salah satunya Danau Limboto. Danau Limboto memiliki multifungsi ekologis, aspek sosial dan ekonomi. Karena mengalami tekanan akibat kegiatan antropogenik menyebabkan danau ini degradasi. Studi ini dilakukan untuk menganalisis status dan indeks keberlanjutan manajemen Danau Limboto berdasarkan lima dimensi. Analisis menggunakan metode *multi Scaling* (MDS). Tujuan kedua adalah untuk menganalisis atribut yang mempengaruhi sensitivitas indeks dan keberlanjutan status leverage. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis dimensi ekonomi cukup berkelanjutan yakni sekitar (62,90%), sementara dimensi lain tidak berkelanjutan.

kata kunci: indeks keberlanjutan, status keberlanjutan, atribut sensitivitas

Abstract

It is estimated that 10 lake in Indonesia in critical condition, and Limboto lake is one of the critical lake. The Limboto lake has multiuse on ecologic, social and economic aspect in the Gorontalo Province. Anthropogenic activities have been caused pressure to Limboto Lake. So now, Limboto lake was degradation. Hence, a study on sustainability level of Limboto Lake integrated management is required. The first objective of this study was to analyze of status and index sustainability Limboto Lake management based on five dimensions. The analyze use Multi Dimensional Scaling (MDS) method and the results were stated in the index and sustainability status. The second objective was to analyze attributes that affect sensitively to index and sustainability status use leverage analyze. The results revealed that economic dimension was sufficient sustainable (62.90 %), and the others dimension was no sustainable.

keywords: sustainability index, sustainability status, sensitive attributes

I. PENDAHULUAN

1.2. Latar Belakang

Danau Limboto merupakan danau terbesar di Provinsi Gorontalo. Secara administrasi danau ini terletak di Kabupaten Gorontalo dan Kota Gorontalo. Danau Limboto berada pada dataran rendah yaitu \pm 25 m dpl dan posisinya di pinggiran Kota Gorontalo. Secara fisiografis lanskap tangkapan air danau Limboto memiliki kelerengan yang beragam. Sangat curam 6,71 %, curam 42,80 %, agak curam 3,03 %, landai 4,24 % dan datar 43,22 %.

Danau Limboto memiliki peran strategis yaitu; (i) aspek ekologis sebagai reservoir alami limpasan air sungai yang masuk dari daerah tangkapan airnya atau pengendali banjir, (ii) menyediakan sumberdaya ekonomi penting perikanan (budidaya dan tangkap). (iii) pengembangan wisata alam, (iv) sumber potensial air bersih, (v) mengandung biodiversitas untuk laboratorium alami, dan (vi) untuk pertanian⁽¹⁾.

Dilaporkan oleh Badan Riset Perikanan Tangkap DKP terdapat 17 desa yang berbatasan langsung dengan perairan danau Limboto. Mayoritas penduduknya secara langsung ataupun tidak langsung sangat tergantung secara ekonomi terhadap danau Limboto. Misalnya sebagai nelayan, pembudidaya ikan dan pedagang ikan. Perikanan budidaya dengan sistem KJA (Karamba jaring Apung) telah diperkenalkan di danau ini sejak tahun 1980an. Hingga saat ini KJA berkembang pesat dan menjadi sumber perikanan tawar utama di Gorontalo. Kebijakan Pemerintah Provinsi Gorontalo ingin menjadikan danau Limboto sebagai pusat pengembangan perikanan air tawar. Namun sisi lain, kondisi danau Limboto semakin memprihatinkan yang ditunjukkan oleh semakin dangkalnya perairan dan luasannya semakin menyempit. Kedalaman danau tahun 1930 adalah 30 meter dengan luas 8000 Ha. Sedangkan tahun 2007 kedalamannya menjadi 2,5 meter dengan luas 3000 Ha⁽²⁾.

Perubahan kawasan daerah tangkapan air suatu danau oleh aktivitas pembangunan ekonomi akan menekan kondisi perairan danau⁽³⁾.

Perubahan tutupan lahan menunjukkan pengaruhnya terhadap luasan genangan air danau Dusun Besar⁽⁴⁾. Oleh karena itu degradasi danau Limboto bukan peristiwa yang berdiri sendiri. Disamping aktivitas ekonomi yang terjadi di perairan danau Limboto, kondisi daratan danau juga memberikan pengaruh terhadap keberadaan danau Limboto. Erosi faktual sangat tinggi di DAS Limboto yang airnya masuk ke dalam danau⁽⁵⁾.

Uraian tersebut memberikan tafsiran bahwa kebijakan pengelolaan sumberdaya alam yang integral masih lemah. Pembangunan berlangsung secara sektoral yaitu untuk memenuhi tujuan tertentu dan mengabaikan aspek keterpaduan. Implikasinya terjadi tumpang tindih kewenangan yang bermuara pada pengelolaan sumberdaya alam yang tidak efektif dan efisien. Kerusakan lingkungan di Indonesia termasuk danau sebagai bentuk dari perencanaan pembangunan yang semata berorientasi ekonomi dari pada faktor keseimbangan lingkungan⁽⁶⁾. Salah satu masalah mendasar dari kerusakan ekosistem danau Limboto ialah kebijakan pengelolaan yang belum komprehensif dan lemahnya koordinasi.

Kondisi pengelolaan danau Limboto tersebut jika tetap dibiarkan seperti sekarang maka proses degradasi tetap berlangsung masif. Artinya seluruh aktivitas ekonomi yang memanfaatkan ekosistem danau Limboto akan terancam hilang. Implikasinya ledakan kantong kemiskinan akan bertambah khususnya penduduk yang menjadikan sektor perikanan danau sebagai pilihan terakhir hidupnya. Implikasi lainnya ialah fungsi ekologis danau mengalami penurunan. Artinya dampak langsung dan tidak langsung dari degradasi danau Limboto akan menimbulkan kerugian ekonomi, sosial, lingkungan yang besar bagi masyarakat.

Beberapa penelitian telah banyak dilakukan di perairan danau Limboto khususnya yang terkait aspek limnologinya. Seperti penelitian pengembangan perikanan di danau Limboto⁽⁷⁾. Karakteristik kualitas air danau Limboto Provinsi Gorontalo⁽⁸⁾. Namun degradasi danau terus berlangsung. Satu sisi kelestarian ekosistem danau Limboto menjadi kebutuhan

strategis bagi pembangunan Provinsi Gorontalo secara umum dan kawasan danau secara khusus. Berkaitan dengan hal tersebut perlu dikaji pengelolaan danau Limboto yang berorientasi keterpaduan dan keberlanjutan. Hasil kajian ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan ilmiah dalam memformulasikan kebijakan pengelolaan terpadu danau dan berkelanjutannya.

1.2. Tujuan

Memperhatikan kondisi danau Limboto tersebut, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk (1) menganalisis indeks dan status keberlanjutan pengelolaan terpadu danau Limboto dari dimensi ekologi, sosial, ekonomi, kelembagaan dan teknologi-infrastruktur; (2) menganalisis atribut sensitif terhadap keberlanjutan pengelolaan danau.

II. METODELOGI PENELITIAN

2.1. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di Danau Limboto Provinsi Gorontalo. Danau Limboto secara administrasi berada di wilayah kota dan kabupaten Gorontalo. Luas Danau Limboto sekitar 3000 hektar, berada ± 25 m di atas permukaan laut, dan terletak di pinggiran kota Gorontalo. Danau Limboto secara ekologis terletak di Daerah Aliran Sungai (DAS) Limboto. Secara geografis, DAS Limboto terletak pada $122^{\circ} 42' 0.24'' - 123^{\circ} 03' 1.17''$ BT dan $00^{\circ} 30' 2.035'' - 00^{\circ} 47' 0.49''$ LU.

Lokasi pengambilan data sosial mencakup dua lokasi yaitu di pesisir danau meliputi Kecamatan Batudaa, Telaga Jaya dan Kecamatan Kota Barat. Sedangkan bagian hulunya di hulu Alo Puhu dan Bionga. Waktu penelitian bulan September- Februari 2011.

2.2. Jenis dan Sumber Data

Data yang diperlukan adalah data primer berupa atribut-atribut yang terkait dengan lima dimensi keberlanjutan pembangunan yaitu: dimensi ekologi, ekonomi, teknologi/infrastruktur,

sosial serta kelembagaan. Data primer dapat bersumber dari para responden dan pakar yang terpilih, serta hasil pengamatan langsung di lokasi penelitian. Sedangkan data sekunder diperoleh dari sumber kepustakaan dan dokumen beberapa instansi yang terkait dengan penelitian.

2.3. Metode Pengumpulan Data

Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber antara lain dokumen statistik Gorontalo dalam Angka, dokumen perencanaan RTRW Provinsi Gorontalo. Kondisi tutupan lahan diperoleh hasil analisis citra landsat tahun 2000, 2003, 2006, dan 2009 dari Kementerian Kehutanan. Data primer diperoleh melalui pengamatan lapangan, wawancara dengan masyarakat dan tokoh masyarakat, kelompok tani, kelompok pembudidaya, aparat pemerintah dan triangulasi lapangan. Diskusi mendalam dilakukan dengan informan pakar mencakup akademisi, lembaga swadaya masyarakat, aparat pemerintah dan tokoh masyarakat.

2.4. Analisis Data

Analisis keberlanjutan pengelolaan Danau Limboto dilakukan dengan metode pendekatan *Multi Dimensional Scaling* (MDS). Analisis ini dilakukan melalui beberapa tahapan antara lain:

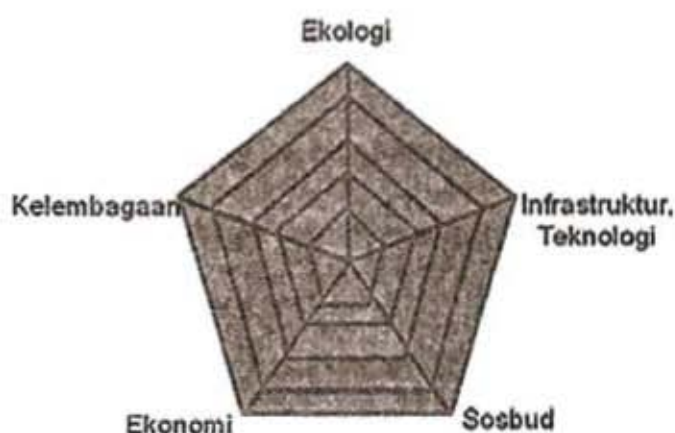
- Penentuan atribut berkelanjutan pengelolaan danau yang mencakup lima dimensi yaitu: ekologi, ekonomi, sosial budaya, Infrastruktur/ teknologi serta kelembagaan.
- Penilaian setiap atribut dalam skala ordinal berdasarkan kriteria keberlanjutan setiap dimensi.
- Penyusunan indeks dan status keberlanjutan.

Hasil skor dari setiap atribut dianalisis dengan *multi dimensional scaling* untuk menentukan titik yang mencerminkan posisi keberlanjutan terhadap dua titik acuan yaitu titik baik (*good*) dan titik buruk (*bad*). Skor perkiraan setiap dimensi dinyatakan dengan skala terburuk (*bad*) 0% sampai yang terbaik (*good*) 100%. Adapun nilai skor yang merupakan nilai indeks keberlanjutan setiap dimensi dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Nilai Indeks	Kategori
0,00-25,00	Buruk
25,01-50,00	Kurang
50,01-75,00	Cukup
75,01-100,00	Baik

Tabel 1 Kategori status keberlanjutan pengelolaan Danau Limboto

Melalui metode MDS, maka posisi titik keberlanjutan dapat divisualisasikan melalui dalam bentuk diagram layang-layang (*kite diagram*) terlihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1 Ilustrasi Indeks Keberlanjutan Setiap Dimensi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Status Keberlanjutan Dimensi Ekologi

Berdasarkan analisis menggunakan MDS, menunjukkan bahwa nilai indeks dimensi ekologi yaitu 16,17. Selanjutnya atribut yang diperkirakan memberikan pengaruh terhadap keberlanjutan pengelolaan danau Limboto dari dimensi ekologi yaitu; (1) luasan kawasan hutan, (2) tingkat erosi, (3) pendangkalan, (4) luasan tanaman air, (5) luas Karamba Jaring Apung (KJA), (6) pola pertanian, (7) kondisi perairan danau, (8) pola penggunaan lahan, (9) intensitas pemanfaatan danau, (10) aktivitas sempadan danau.

Analisis leverage dilakukan untuk melihat atribut-atribut yang sensitif memberikan pengaruh terhadap nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi. Berdasarkan analisis leverage tersebut

diperoleh tujuh atribut yang sensitif terhadap nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi (1) luas KJA, (2) intensitas pemanfaatan danau, (3) erosi, (4) pola pertanian. Untuk meningkatkan indeks keberlanjutan dimensi ekologi, maka perlu kebijakan yang efektif antara lain; mengendalikan jumlah KJA sehingga optimal mengurangi limbah organik; pola pertanian yang disesuaikan dengan kemampuan lahan dan kesesuaian lahan sehingga mengurangi output yang tidak dimanfaatkan seperti cemaran organik. Banyak pertanian tanaman jagung berada pada lahan-lahan yang marginal. Implikasinya memicu terjadinya erosi yang masif. Disampaikan oleh BP DAS Limboto (2010) erosi di DAS Limboto sangat tinggi, dan erosi tersebut kemudian menjadi sedimen di danau Limboto. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Kumurur (2001) perubahan pemanfaatan pola ruang di daratan Danau Moat, telah menekan ekosistem perairan danau tersebut. Penting untuk mengendalikan aktivitas pertanian di lahan-lahan marginal; aplikasi pertanian yang ramah lingkungan untuk mengendalikan erosi sekecil-kecilnya. Intensitas pemanfaatan danau yang tinggi juga harus dikendalikan untuk mempertimbangkan keseimbangan ekologis.

3.2. Status Keberlanjutan Dimensi Ekonomi

Hasil analisis MDS terhadap dimensi ekonomi keberlanjutan pengelolaan danau Limboto menunjukkan bahwa nilai indeks dimensi ekonomi ialah 62,90. Atribut yang diperkirakan memberikan pengaruh terhadap dimensi ini ialah; (1) jumlah sumberdaya ekonomi di danau, (2) harga ikan, (3) pemasaran, (4) jumlah pasar ikan, (5) keuntungan usaha perikanan, (6) ketergantungan konsumen terhadap ikan danau, (7) penduduk bernaung perikanan, (8) obyek wisata, (9) penduduk miskin.

Analisis leverage dilakukan untuk mengetahui atribut yang sensitif terhadap keberlanjutan pengelolaan danau Limboto pada dimensi ekonomi. Atribut-atribut yang sensitif terhadap keberlanjutan pengelolaan danau Limboto pada dimensi ekonomi yaitu; (1) jumlah pasar, (2) pemasaran, (3) ketergantungan konsumen, (4)

penduduk bermatapencaharian sektor perikanan, (5) sektor wisata. Menurut Fadly (2010) nilai ekonomi perikanan danau Limboto pertahunnya ialah Rp. 55.708.826.400,00 mencakup perikanan budidaya dan perikanan tangkap. Sedangkan nilai ekonomi wisata danau Limboto pertahunnya ialah Rp.625.144.150,00. Artinya dimensi ekonomi tersebut bisa dioptimalkan dengan mengelola atribut yang sensitif. Tingginya intensitas ekonomi perikanan danau Limboto kedepannya bisa digeser dengan mengoptimalkan potensi ekowisata danau. Hal tersebut penting untuk mengurangi beban ekologis dari aktivitas ekonomi perikanan sekaligus mengoptimalkan potensi ekonomi wisata danau yang relatif aman secara ekologis. Oleh karena itu infrastruktur dan suprastruktur untuk mengembangkan ekowisata danau sebagai sumber ekonomi perlu dipersiapkan. Terbatasnya perhatian pemerintah terhadap sektor wisata di danau Limboto merupakan salah satu faktor masih relatif kecilnya nilai ekonomi wisata danau.

3.3. Status Keberlanjutan Dimensi Sosial

Berdasarkan analisis menggunakan MDS, maka indeks dimensi sosial keberlanjutan pengelolaan danau Limboto adalah 45,18. Atribut yang diperkirakan memberikan pengaruh terhadap dimensi ini ialah; (1) jumlah penduduk yang bekerja di danau, (2) ketergantungan sosial-budaya terhadap danau (3) partisipasi, (4) konflik pemanfaatan lahan di danau dan sempadan danau, (5) penyuluhan kelestarian danau, (6) tingkat pendidikan masyarakat, (7) pengetahuan tentang lingkungan, (8) jumlah desa yang penduduknya bekerja di danau, (9) peran tokoh lokal.

Berdasarkan analisis leverage yang dilakukan maka atribut yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap perbaikan status keberlanjutan pengelolaan danau pada dimensi sosial yaitu (1) tingkat pendidikan, (2) pengetahuan tentang lingkungan hidup, (3) ketergantungan terhadap danau. Tahun 2006 penduduk Gorontalo 65 % berpendidikan sekolah dasar, 14 % penduduk berpendidikan SMP, 18 % penduduk berpendidikan SMU dan hanya 4 % penduduk yang menapat

perguruan tinggi, (Pembangunan Provinsi Gorontalo, 2010). Data ini memberikan informasi bahwa banyak anak yang lulusan sekolah dasar atau madrasah ibtidaiyah tidak melanjutkan kejenjang pendidikan di atasnya). Oleh karena itu untuk menaikkan keberlanjutan pengelolaan danau Limboto pada dimensi sosial diperlukan kebijakan terkait peningkatan pendidikan formal dan pengetahuan lingkungan. Sedangkan atribut ketergantungan terhadap danau yang juga tinggi menunjukkan peran strategis danau bagi masyarakat. Kondisi tersebut perlu dikembangkan dengan cara melibatkan partisipasi masyarakat secara luas dalam pengelolaan danau, mencakup perencanaan, aplikasi program dan monitoring-evaluasinya.

3.4. Status Keberlanjutan Dimensi Kelembagaan

Dimensi kelembagaan untuk keberlanjutan pengelolaan danau Limboto indeks keberlanjutannya adalah 39,72. Atribut yang diperkirakan memiliki pengaruh terhadap dimensi kelembagaan ialah; (1) perda pengelolaan danau Limboto, (2) kelembagaan lokal, (3) forum konservasi, (4) sinkronisasi kebijakan, (5) mekanisme lintas sektor, (6) kelembagaan khusus, (7) kemitraan, (8) peran RTRW, (9) pranata hukum adat/agama.

Hasil analisis *leverage* terhadap atribut-atribut di atas menunjukkan beberapa atribut yang memiliki sensitivitas terhadap dimensi kelembagaan yaitu; (1) mekanisme lintas sektor, (2) kelembagaan khusus, (3) forum konservasi dan (4) sinergi kebijakan.

Kebijakan pengelolaan danau Limboto belum memiliki mekanisme lintas sektor diantara sektor-sektor terkait. Masing-masing sektor bergerak dengan program kerjanya dan mengabaikan keterpaduan. Hal tersebut berimplikasi pada lemahnya koordinasi antara sektor untuk program kerja yang akan dilaksanakan di Danau Limboto. Hal tersebut juga didukung oleh kondisi dimana belum ada kelembagaan khusus tentang Danau Limboto. Sehingga kebijakan yang dihasilkan belum sinergi dan forum konservasi yang ada

belum optimal dalam mendukung peran-peran pendampingannya. Dalam rangka pengelolaan terpadu dan berkelanjutan danau Limboto, penting dibuat mekanisme lintas sektor untuk mengkoordinasikan berbagai program yang akan dilaksanakan di danau atau berdampak terhadap danau. Disamping itu kelembagaan khusus untuk danau adalah penting untuk mengkoordinasikan berbagai sektor yang memiliki keterkaitan dengan danau.

3.5. Status Keberlanjutan Dimensi Teknologi-Infrastruktur

Hasil analisis MDS menunjukkan bahwa indek dimensi teknologi keberlanjutan pengelolaan danau Limboto ialah 38,79. Kemudian atribut yang diperkirakan memiliki pengaruh terhadap dimensi teknologi ialah; (1) penguasaan teknologi budidaya, (2) pengendalian sedimentasi di danau, (3) teknologi pertanian ramah lingkungan, (4) teknologi perikanan tangkap, (5) sarana aksesibilitas, (6) sarana dan prasarana pengelolaan sampah/limbah, (7) alat monitoring kualitas air, (8) teknologi aerasi, (9) industri pemanfaatan enceng gondok.

Berdasarkan hasil analisis leverage menunjukkan beberapa atribut tergolong sensitif terhadap dimensi teknologi pada keberlanjutan pengelolaan danau Limboto. Atribut tersebut antara lain yaitu (1) pertanian ramah lingkungan, (2) pengendalian sedimentasi di danau, (3) sarana aksesibilitas, (4) teknologi perikanan tangkap, (5) sarana dan prasarana pengelolaan sampah/limbah, (6) alat monitoring kualitas air, (7) teknologi aerasi

Munculnya atribut sensitif pertanian ramah lingkungan memberikan informasi bahwa ekosistem danau tidak bisa dipisahkan dengan aktivitas yang terjadi di daerah daratannya. Oleh karena itu pembinaan terhadap petani untuk mengaplikasikan pertanian ramah lingkungan adalah sangat penting. Sehingga bisa mengendalikan buangnya yang masuk ke dalam perairan danau. Disamping itu pengendalian sedimentasi danau adalah penting untuk mengendalikan pendangkalan guna

Tabel 2. Atribut Sensitif Kebelanjutan Pengelolaan Danau Limboto

Dimensi	Atribut		
Ekologi	1	Luas KJA	4,74
	2	Intensitas pemanfaatan danau	4,23
	3	Erosi	2,81
	4	Pola pertanian	2,49
Ekonomi	5	Jumlah Pasar ikan hasil danau	4,29
	6	Sebaran pemasaran	3,79
	7	Keuntungan usaha perikanan	3,48
	8	Ketergantungan konsumen	3,39
	9	Obyek Wisata	2,26
Sosial	10	Tingkat pendidikan	5,70
	11	Pengetahuan lingkungan	4,81
	12	Ketergantungan terhadap danau	3,90
Kelembagaan	13	Mekanisme lintas sektor	4,62
	14	Kelembagaan khusus danau	4,39
	15	Forum konservasi	2,63
	16	Kelembagaan lokal	2,54
Teknologi-Infrastruktur	17	Teknologi Pertanian rama lingkungan	4,24
	18	Pengendalian Sedimentasi di Danau	3,49
	19	Sarana Aksesibilitas	3,43
	20	Teknologi Perikanan Tangkap	3,13
	21	Sarana Pengelolaan sampah/limbah	2,75
	22	Alat Monitoring Kualitas Air	2,48

optimalisasi fungsi multi guna danau. Belum optimalnya pengendalian sedimen ditunjukkan oleh besarnya pendangkalan danau Limboto.

Sarana aksesibilitas seperti jalan lingkar danau dengan konsep fitoteknologi sebagai sabuk danau perlu diterapkan. Hal itu penting untuk menyediakan akses sosial sekaligus ruang publik untuk mendorong pemberdayaan masyarakat yang lebih baik. Atribut lain yang perlu mendapat perhatian ialah penyediaan sarana dan prasarana pengelolaan sampah/limbah sehingga tidak langsung masuk ke badan air danau. Kegiatan tersebut akan mengendalikan beban limbah domestik dan pertanian yang masuk ke dalam danau.

Hasil analisis *leverage* menghasilkan 22 atribut penting sebagai faktor pengungkit (*leverage factor*) yang berpengaruh terhadap tingkat keberlanjutan pengelolaan Danau Limboto, Tabel 2. Faktor pengungkit ini akan menjadi informasi penting dalam menyusun formulasi kebijakan pengelolaan terpadu danau Limboto untuk keberlanjutan fungsi-fungsinya.

3.6. Status Keberlanjutan Multidimensi

Hasil analisis Rap-LAKE multidimensi keberlanjutan pengelolaan danau Limboto agar lestari fungsi-fungsinya, diperoleh hasil 37,77 % dan termasuk kedalam status kurang berlanjut. Nilai ini diperoleh berdasarkan penilaian 46 atribut yang mencakup dimensi ekologi, ekonomi, sosial, kelembagaan dan teknologi-infrastruktur.



Analisis Monte Carlo menunjukkan bahwa nilai indeks keberlanjutan pengelolaan terpadu danau Limboto pada taraf kepercayaan 95 %

memperlihatkan bahwa hasil analisis RAP-LAKE antara analisis MDS dengan Monte Carlo tidak mengalami perbedaan, lihat tabel 4. Kecilnya perbedaan hasil dua analisis tersebut menunjukkan bahwa; (1) kesalahan dalam pembuatan skor dalam atribut relatif kecil, (2) ragam pemberian skor akibat perbedaan opini relatif kecil, (3) proses analisis yang dilakukan secara berulang relatif stabil, (4) kesalahan dalam pemasukan data dan data yang hilang dapat dihindari.

Tabel 3 Analisis Monte Carlo

No	DIMENSI KEBERLANJUTAN	Nilai Indeks Keberlanjutan (%)		PERUBAHAN
		MDS	MONTE CARLO	
1	EKOLOGI	16,17	16,9	0,73
2	EKONOMI	62,9	62,6	0,3
3	SOSIAL	45,18	45,27	0,09
4	KELEMBAGAAN	39,72	39,2	0,52
5	TEKNOLOGI-INFRASTRUKTUR	38,79	38,6	0,19

Hasil analisis Rap-Lake menunjukkan bahwa semua atribut yang dikaji terhadap status keberlanjutan pengelolaan danau Limboto cukup akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai stress yang dibawah angka 0,25 dan nilai koefisien determinasinya 0,95. Hasil analisis cukup memadai apabila nilai stress lebih kecil dari 0,25 (25 %), nilai koefisien determinasinya mendekati nilai 1,0.15). Hasil disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Nilai S dan R2

Parameter	DIMENSI KEBERLANJUTAN					
	EKOLOGI	EKONOMI	SOSIAL	KELEMBAGAAN	TEKNOLOGI	MULTI DIMENSI
Stress	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
R ²	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

1. Dimensi ekonomi memiliki indeks keberlanjutan sebesar 62,90 artinya status

keberlanjutannya cukup. Sedangkan dimensi yang lainnya statusnya buruk dan kurang berlanjut;

2. Indeks keberlanjutan multidimensi pengelolaan danau Limboto ialah 37.77 artinya status keberlanjutan pengelolaan Danau Limboto kurang;

Atribut yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap keberlanjutan pengelolaan terpadu danau Limboto ialah 22 atribut. Nilai tertinggi sensitivitas atribut dimasing-masing dimensi ialah: luas KJA (dimensi ekologi), jumlah pasar produk perikanan danau (ekonomi), pendidikan masyarakat (sosial), mekanisme lintas sektor (kelembagaan-kebijakan), teknologi pertanian rama lingkungan (teknologi-infrastruktur);

4.2. Saran

Berdasarkan hasil analisis MDS tersebut, maka disarankan disusun kebijakan dengan mempertimbangkan atribut-atribut yang memiliki sensitivitas terhadap keberlanjutan pengelolaan danau Limboto. Perlu dibuat analisis lanjut untuk melihat atribut yang paling dominan untuk diperhatikan dalam membuat kebijakan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2008. Pedoman Pengelolaan Ekosistem Danau. Deputi Bidang Peningkatan Konservasi Sumber Daya Alam dan Pengendalian Kerusakan Lingkungan, Jakarta
2. Akuba R, Biki R. 2008. Danau Limboto The Sunrise Lake. Badan Lingkungan Hidup Riset dan Teknologi, Provinsi Gorontalo.58 hal.
3. Mao D, Cherkauer. 2009. Impacts of Land Use Change On hydrologic Responses in the Great Lake Region. *Journal of Hydrology*, 374: 71-82.

4. Suhadi, 2005. Perubahan Penutupan Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Cadangan Air Pada Daerah Tangkapan Air Danau Dusun Besar. *Jurnal Ilmu- Ilmu Pertanian Indonesia*. Volume 7, No. 1.51-58.
5. Lihawa F. 2009. Pengaruh Kondisi Lingkungan DAS dan Penggunaan Lahan Terhadap Hasil Sedimen Pasa Sub Das Alo-Pohu Di DAS Limboto Provinsi Gorontalo. Disertasi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 281 hal.
6. Salim E.2005. Looking Back To Move Forward. Preface in Resosudarmo (edt): *The Politics and Economics of Indonesia's Natural Resources*. ISEAS, Singapore. 291 hal.
7. Sarita A, Purnomo K, Umar C, Setyaningsih L. 1994. Laporan Hasil Penelitian Perikanan Danau Limboto. Sub Balai Penelitian Perikanan Air Tawar Jatiluhur, Departemen Pertanian. 28 hal.
8. Krismono, Astuti LP, Sugiarti Y. 2009. Karakteristik Air Danau Limboto Provinsi Gorontalo. *Jurnal Penelitian Perikanan* 5:59-68.
9. Garno, Y.S. 2000. Status dan Strategi Pengendalian Pencemaran Waduk multiguna Cirata. *Prosiding Semiloka Nasional: Pengelolaan dan Pemanfaatan Danau dan Waduk*. Universitas Padjajaran, Bandung. & Nopember 2000.I:126-139.
10. Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Bone-Bolango. (2010). *Penyusunan Pengelolaan DAS Limboto Terpadu*. Departemen Kehutanan Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. VI-1 hal.
11. Kumurur VA.2001. Kondisi Pemanfaatan Ruang Darat di Kawasan Sekitar Danau

- Moat, Kabupaten Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara. *Ecoton*.1 (1).13 hal.
12. Marifa I. 2005. Institutional Transformation for Better Policy Implementation and Forcement. In in Resosudarmo (edt): The Politics and Economics of Indonesia's Natural Resources. ISEAS, Singapore.291 hal.
 13. Fadly A. 2010. Valuasi Ekonomi SubDAS Bionga Kabupaten Gorontalo.Bahan Seminar Tesis Pascasarjana Program Studi Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan IPB. Bogor. 10 hal.
 14. Cheruvelli KS, Soranno PA. 2008. Relationships Between Lake Macrophyte Cover and Lake and Landscape Features. *Aquatic Botany* 88:219–227 .
 15. Fauzi A dan Anna Z. 2005. Pemodelan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan. Untuk Analisis Kebijakan. Jakarta, Gramedia.342 hal.