

Model Pengelolaan Danau

Sebuah Kajian Transdisipliner

HASIM

MODEL PENGELOLAAN DANAU

sebuah Kajian Transdisipliner

Hasim



IP.019.04.2017

Model Pengelolaan Danau
sebuah Kajian Transdisipliner

Hasim

Pertama kali diterbitkan dalam bahasa Indonesia
oleh **Ideas Publishing**, April 2017

Alamat: Jalan Gelatik No. 24 Kota Gorontalo
Telp/Faks. 0435 830476
e-mail: infoideaspublishing@gmail.com
Anggota Ikapi, No. 001/gtlo/II/14

ISBN :

Penyunting: Mira Mirnawati
Penata Letak: Dede Yusuf
Ilustrasi dan Sampul: Andri Pahudin

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang
dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian
atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Hak Cipta

Pasal 4

Hak cipta merupakan hak eksklusif bagi Pencipta atau Pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak Ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Ketentuan Pidana

Pasal 112

Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (3) dan/atau Pasal 52 yang dimiliki Pencipta dilarang dihilangkan, diubah, atau dirusak. untuk Penggunaan Secara Komersial, dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp300.000.000,00 (tiga ratus juta rupiah).

Pasal 115

Setiap Orang yang tanpa persetujuan dari orang yang dipotret atau ahli warisnya melakukan Penggunaan Secara Komersial, Penggandaan, Pengumuman, Pendistribusian, atau Komunikasi atas Potret sebagaimana dimaksud dalam Pasal 12 untuk kepentingan reklame atau periklanan untuk Penggunaan Secara Komersial baik dalam media elektronik maupun non elektronik, dipidana dengan pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah Swt yang telah memberikan semua rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyusun buku ini. Pada kesempatan ini kami mengucapkan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah membantu hingga selesainya buku ini. Semoga amal baik yang telah diberikan mendapat balasan yang berlipat ganda. Amin.

Akhirnya kami berharap semoga ini dapat dimanfaatkan oleh para peneliti lain yang mungkin dapat dijadikan sebagai sumber referensi ilmiah dan keluaran yang ingin dicapai dari penelitian ini dapat terwujud dan bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Penulis

BAB I

BUKAN HANYA SEKEDAR MERAH GELAR DOKTOR

Buku ini merupakan hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis sendiri untuk memperoleh gelar doktor di Institut Pertanian Bogor (IPB). Bukan perkara mudah melewati proses ini dan berhasil mempertahankannya di depan dewan penguji pada tahun 2012.

Tanggal, hari, dan tahun berapa penelitian dilakukan?

Berapa lama penelitian ini dilakukan?

Bagaimana proses penelitiannya?

Siapa saja yang menguji?

Siapa saja yang membimbing?

Apakah penelitian ini disponsori?

Apakah sekolahnya dibiayai/beasiswa?

Kendala yang paling mudah?

Kendala yang paling sulit?

Secara pribadi kehidupan yang berpengaruh pada penelitian ini?

Peran istri?

Peran anak?

Peran sahabat?

Barangkali berkenan, bapak menjawab semua pertanyaan itu dan saya akan mengembangkannya.

BAB II

TERINSPIRASI DARI DANAU, KEBIJAKANNYA, DAN PENGELOLAANNYA

Penelitian merupakan kegiatan yang memerlukan alasan yang kuat dan masuk akal. Tidak mudah memutuskan objek penelitian tanpa dasar yang kuat. Pertempuran dalam pikiran bukan hal yang mudah bagi penulis sendiri. Banyak ide terbersit dalam pikiran seperti layaknya benang kusut yang membutuhkan sesuatu yang membuatnya menjadi terurai dengan baik dan benar. Ide yang muncul berdesak-desakan ingin menjadi pemenang, tapi jikapun ada yang keluar jadi pemenang, belum tentu menang seutuhnya karena selain jadi pemenang, ide pun harus mampu memberi manfaat sebagai hasil dari penelitian. Perjuangan yang panjang pada akhirnya menuai hasil dengan munculnya ide tentang danau. Berikut ini dijelaskan mengapa sampai memilih danau sebagai objek kajian penelitian.

Salah satu sumberdaya alam yang memiliki peran penting adalah danau. Danau merupakan ekosistem perairan tawar yang menempati ruang permukaan bumi terkecil jika dibandingkan dengan ekosistem lainnya. Peran danau bagi kehidupan dan manusia kepentingannya jauh lebih tinggi jika dibandingkan luasnya (Sullivan & Reynold, 2003). Beberapa fungsi penting dari ekosistem danau ialah (1) sebagai gudang plasma nutfah yang menyimpan potensi keanekaragaman hayati, (2) sebagai reservoir alami terhadap limpasan air hujan, sungai dan kawasan sekitarnya, (3) sebagai sumber air yang langsung dapat dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan, (4) penyedia komoditas hayati ekonomis penting perikanan, (5) sebagai sarana transportasi, (6) sebagai sumber energi terbarukan melalui Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), (7) pelarut bahan pencemar, dan (8) sebagai kawasan wisata karena memiliki nilai estetika tinggi (Prinz & Singh, 1999), (Kumurur, 2002) (Kondratyev, et al., 2002).

Danau sebagai sumber daya alam merupakan *common pool goods*. Kondisi tersebut mendorong pemanfaatan terhadap danau sangat ekstraktif, sehingga mengarah pada pengelolaan sumber daya danau yang melampaui daya dukungnya. Masing-masing *stakeholders* memiliki orientasi dan kepentingan yang berbeda serta mengabaikan pihak lainnya. Implikasinya benturan kepentingan dan kewenangan sering terjadi di lapangan.

Indonesia memiliki 521 danau dalam ukuran besar dan kecil yang tersebar di seluruh wilayah. Luas keseluruhan danau tersebut ialah 2,1 juta ha. Berdasarkan kajian Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), terdapat 15 danau berada dalam kondisi kritis. Kondisi kritis tersebut ditunjukkan oleh volume air danau yang semakin menurun dan kualitas perairan danau yang juga menurun. Menurunnya volume air danau secara umum disebabkan oleh sedimentasi. Sedangkan penurunan kualitas perairan danau disumbang oleh aktivitas daerah tangkapan air dan aktivitas ekonomi di perairan danau.

Aktivitas ekonomi yang berkembang di perairan danau antara lain perikanan budidaya dengan sistem Karamba Jaring Apung (KJA). Aktivitas perikanan KJA di danau menunjukkan perkembangan yang pesat. Syandri (2000) melaporkan perkembangan KJA di danau Maninjau, awalnya 12 unit pada tahun 1992 menjadi 3.500 unit pada tahun 1997. Perkembangan budidaya perikanan di danau secara umum terjadi di seluruh dunia (Pulatso, 2003), (Havens, et al., 2001), (Buryniuk, Pterell, Baldwin, & Lo, 2006).

Perkembangan tersebut disinyalir tidak semata memberikan dampak positif aspek ekonomi, namun sebaliknya dapat pula memberikan dampak negatif dalam bentuk limbah organik. Perkembangan jumlah KJA yang tidak terkontrol akan menurunkan daya dukung danau. Implikasi lanjutannya adalah kualitas perairan danau turun, sehingga mengancam keberlangsungan fungsi danau, disamping dapat mengganggu spesies *endemic*.

Aspek yang lain yaitu aktivitas pembangunan di kawasan daerah tangkapan air danau yang berjalan selama ini belum harmonis dengan ekosistem perairan danau. Perubahan tersebut memberikan kontribusi negatif terhadap ekosistem perairan danau. Di samping itu aktivitas pertanian intensif akan menyumbang unsur hara dalam jumlah besar masuk dalam sistem danau (Cheurevi & Soranno, 2008).

Menurut (Kumurur, 2001) perubahan pemanfaatan ruang di kawasan daratan Danau Moat telah menekan daya dukung ekosistem danau tersebut. Sejalan dengan hal tersebut (Suhardi, 2005) menyatakan bahwa perubahan penutupan lahan menunjukkan pengaruhnya terhadap luas areal genangan dan kedalaman danau Dusun Besar. Seperti juga yang disampaikan oleh (Wetzel & Gopal, 1999) bahwa ancaman utama bagi danau ialah pertumbuhan penduduk, pertanian intensif, dan sistem penggunaan lahan yang tidak sesuai. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan (Sunderlin & Resosudarmo, 1997) bahwa pertumbuhan penduduk memiliki pengaruh terhadap perubahan penggunaan kawasan kehutanan.

Uraian tersebut menggambarkan bahwa kerusakan danau tidak dapat dilepaskan dari kebijakan sumber daya alam oleh pemerintah. Padahal

Indonesia telah melakukan ratifikasi *Convention on Wetlands of International Importance Especially As Waterfowl Habitat* melalui Kepres nomor 48 tahun 1991. Lemahnya kebijakan, seperti tidak komprehensif dan kelembagaan yang tidak berfungsi efektif terhadap pengelolaan sumber daya alam, mendorong degradasi terhadap sumber daya danau. Menurut Marifa (2005) terdapat dua masalah dalam aspek kebijakan dan kelembagaan pengelolaan sumber daya alam di Indonesia, yaitu (1) inkonsistensi kebijakan dan (2) lemahnya koordinasi. Inkonsistensi kebijakan ditunjukkan oleh terjadinya kesenjangan antara kebijakan dan implimentasi. Sedangkan aspek koordinasi ditunjukkan oleh tidak adanya pengelolaan sumber daya secara komprehensif.

Penelitian yang dilakukan Pulatso (2003) di Danau Kesikkopru menyatakan bahwa budidaya ikan memberikan pelipatan kandungan fosfor di danau tersebut. Selanjutnya dinyatakan bahwa kegiatan tersebut memiliki efek terhadap daya dukung danau. McDonald, Tikkanen, Axler, & Larsen (1996) menyatakan bahwa 30% dari jumlah pakan yang diberikan tertinggal sebagai pakan yang tidak dikonsumsi dan 25-30% dari pakan yang dikonsumsi akan diekskresikan. Jumlah tersebut cukup besar sebagai unsur hara di perairan danau.

Penelitian yang dilakukan oleh Sarita, Purnomo, Umar, dan Setyaningsih (1994) tentang aspek limnologi menyatakan bahwa Danau Limboto tergolong danau eutrofik dengan tumbuhan air yang cukup luas. Hal tersebut ditunjukkan oleh luasan tanaman air di danau Limboto yang tinggi. Luasan eceng gondok pada tahun 1994 lebih dari 15%.

Danau Limboto berdasarkan sekuensi waktu menunjukkan penurunan luas dan kedalamannya. Pada tahun 1932 luas danau 8.000 ha dengan kedalaman 30 meter, sedangkan pada tahun 1993 luasnya 3.057 ha kedalamannya 5 meter, dan pada tahun 2007 luasnya menjadi 2.537 ha dengan kedalaman 2,5 meter (Akuba & Biki, 2008). Kondisi tersebut memberikan ancaman serius bagi kepunahan danau.

Salah satu sumber unsur hara yang memacu eutrofikasi ialah perikanan Keramba Jaring Apung (KJA). Menurut Sarita, Purnomo, Umar, & Setyaningsih (1994) perikanan budidaya dikembangkan di Danau Limboto sejak tahun 1988. Jumlah KJA pada tahun 1993 adalah 500 unit, sementara pada tahun 2008 ialah 1962 unit . Artinya telah terjadi peningkatan jumlah KJA yang sangat tinggi. Hasil eksresi dan sisa pakan yang tidak dikonsumsi oleh ikan pada sistem KJA akan bertambah dan menjadi sumber hara penting bagi proses eutrofikasi di danau Limboto.

Sebaliknya perikanan tangkap mengalami penurunan produksi, yang disebabkan oleh *overfishing* (Sarita, Purnomo, Umar, & Setyaningsih, 1994);

Berdasarkan data sekuensi waktu menunjukkan bahwa kualitas air Danau Limboto mengalami penurunan. Pada tahun 1993 konsentrasi fosfat di Danau Limboto ialah 0-1,1 mg/l sedangkan pada tahun 2008 sebesar 0,101-5,192 mg/l (Sarita, Purnomo, Umar, & Setyaningsih, 1994); (Krismono & Astuti, 2009). Selanjutnya dinyatakan bahwa sumber fosfat di danau disamping berasal dari buangan KJA, juga berasal dari *run off* lahan pertanian.

A. Konsep Ekosistem Danau, Tipe, dan Komponennya

a. Konsep Ekosistem Danau

Pendiri Limnologi, Forel menyatakan bahwa danau merupakan badan air di daratan yang memiliki pergerakan air tenang, menempati basin dan airnya mengalir ke laut (Sullivan & Reynold, 2003). Perairan danau sebagai ekosistem alami bersifat terbuka. Artinya keberadaan ekosistem danau memiliki interaksi dinamis dengan lingkungannya. Dengan demikian fenomena yang terjadi di lingkungan danau akan memiliki pengaruh terhadap kondisi ekosistem danau. Seperti yang dinyatakan oleh Mao dan Charkauer (2009) bahwa perubahan penggunaan lahan akan memberikan dampak hidrologis terhadap danau. Selanjutnya disampaikan bahwa perubahan penggunaan lahan tersebut umumnya disebabkan oleh meningkatnya dengan cepat penggunaan lahan untuk pertanian dan pembangunan ekonomi.

Sejalan dengan hal tersebut, Suhardi (2005) menyatakan bahwa penurunan penutupan lahan antara tahun 1994 dan 1997 mengakibatkan perubahan luasan areal genangan air di Danau Dusun Besar. Sedangkan Liu *et al.* (2007) menyatakan bahwa pertumbuhan penduduk yang tinggi di Cina berdampak pada perubahan penggunaan lahan yang selanjutnya menekan danau-danau yang terdapat di pinggiran kota.

Dinamika hubungan antara ekosistem danau dengan landskapnya disampaikan juga oleh Cheurevil and Soranno (2008). Menurutny karakteristik lanskap danau mencakup karakteristik tutupan lahan, hidrologi, dan penggunaan lahan yang memiliki pengaruh terhadap karakteristik fisik, kimia, biologi dan morfometrik danau. Uraian tersebut menunjukkan bahwa ekosistem danau dengan lingkungan kawasannya merupakan satu kesatuan sistem. Dengan demikian diantara komponen tersebut terbangun hubungan interdependensi.

b. Tipe dan Komponen Danau

Menurut Whitten, Mustafa, & Henderson (1987), danau alami dibedakan dalam tiga tipe utama yaitu vulkanik, tektonik, dan genangan. Danau tektonik terjadi sebagai akibat dari adanya gerakan lapisan daratan bumi. Danau vulkanik terjadi sebagai akibat aktivitas vulkanik dari gunung-gunung berapi. Danau genangan terbentuk sebagai akibat depresi relatif dangkal dan dahulu dilalui sungai yang tertalu dalam, atau aliran sungai yang terhalang sehingga nampak seperti genangan yang membentuk sebuah danau. Sedangkan (Lehmusluoto, et al., 1997) mendeskripsikan jenis dan morfometrik danau di Indonesia sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Danau Limboto menurut Tabel 1 tersebut tergolong dalam tipe danau genangan.

Komponen ekosistem danau menurut fungsinya, dapat dibagi menjadi dua komponen, yaitu; (1) komponen *autotrofik* (*autos*: sendiri; *trophikos*: menyediakan makanan), yaitu organisme yang mampu menyediakan makanannya sendiri yang berupa bahan-bahan organik dari bahan-bahan anorganik dengan bantuan energi matahari atau *khlorofil* (zat hijau daun). Menurut Lampert dan Sommer (2007) peran *phytoplankton* sangat besar dalam menghasilkan energi pada ekosistem danau; (2) Komponen *heterotrofik* (*hetero*: berbeda, lain), yaitu organisme yang mampu memanfaatkan hanya bahan-bahan organik sebagai bahan makanannya dan bahan tersebut disintesis dan disediakan oleh organisme lain. Organisme yang termasuk dalam kelompok ini antara lain hewan air, jamur dan jasad renik (mikro konsumen). Hal yang penting adalah siklus materi dan aliran energi terjadi dalam sistem rantai makanan diantara kedua komponen di atas (Sullivan & Reynold, 2003).

Tabel 1
Tipe dan morfometrik danau di Indonesia

Nama Danau	Tipe	Elevasi	Luas Catchment Area	Luas Danau (Km ²)	Kedalaman (M)
Batung	Caldera	1.031	ND	159	88
Bratan	Caldera	1.231	ND	38	22
Buyan	Caldera	1.214	ND	39	87
Diatas	Tektonik	1.531	ND	123	44
Dibawah	Tektonik	1.462	300	112	309
Kerinci	Tektonik	710	ND	46	97
Limboto	Genangan	25	ND	56	2,5
Lindu	Tektonik	1.000	ND	32	100

Maninjau	Caldera	459	248	97,6	169
Matano	Tektonik	382	ND	164,1	590
Poso	Tektonik	485	ND	323,2	450
Ranau	Tektonik	540	ND	125,9	229
Rawa Pening	Semi Natural	403	282	25	14
Segera Anakan	Crater	2.008	ND	113	190
Sentani	Landslide	70	ND	93,6	42
Sidentang	Genangan	6	ND	2.007	4
Singkarak	Tektonik	362	1976	107,8	
Tambilangan	Caldera	1.214	ND	19	90
Tawar Laut	Tektonik	1.100	ND	70	80
Tempe	Genangan	5	ND	350	5
Tigawarna	Crater	1.410	ND	04	60
Toba	Volkanik	905	3.698	1.130	529
Tondano	Crater	600	ND	50	20
Luwuti	Tektonik	293	ND	561,1	203

Sumber: Lehmusluoto *et al.* (1997)

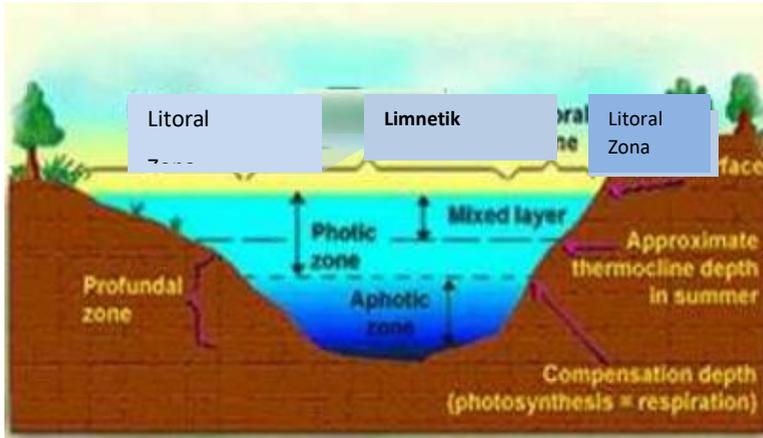
Danau sebagai ekosistem terdiri atas komponen-komponen penyusun, yaitu sebagai berikut.

1. Komponen-komponen abiotik, merupakan bahan-bahan organik maupun anorganik, seperti air, karbondioksida, oksigen, kalsium, garam-garam nitrogen, fosfor, asam-asam amino, humus, dan sebagainya. Hanya sebagian kecil saja hara makanan penting dalam larutan yang tersedia bagi organisme, sebagian besar bahan-bahan ini masih tersimpan dalam arah-zarah endapan dan dalam badan organisme itu sendiri.
2. Organisme produsen, terdiri atas dua macam yaitu tumbuhan yang terapung dan yang berakar di dasar pinggir danau serta *fitoplankton* yang berupa tumbuhan mikrokopis, melayang di permukaan air, tersebar secara vertikal sampai kedalaman yang dapat ditembus cahaya.
3. Organisme konsumen yaitu hewan-hewan, seperti larva, serangga, udang-udangan dan ikan. Konsumer primer yaitu herbivora atau pemakan tumbuhan, langsung makan tumbuhan hidup dan sisa-sisa tumbuhan. Hewan ini terdiri atas *zooplankton* atau *plankton* hewan dan hewan lain yang terdapat pada dasar kolam. Konsumen sekunder, yaitu karnivora makan hewan konsumen primer, dan sebagainya.

4. Organisme perombak berupa mikroorganisme yang terdiri atas bakteri dan jamur akuatik yang hidup tersebar di seluruh bagian kolam, terutama pada perbatasan antara air dan dasar kolam. Pada perbatasan tersebut terkumpul bangkai hewan dan tumbuhan. Bakteri dan jamur akuatik terdapat pula di mintakat (zone) *fotosintesis*, yaitu tempat tumbuh *fitoplankton* dan tumbuhan berakar. Organisme perombak terdapat dalam jumlah besar sekali sampai jutaan individu per gram pada endapan lumpur.

Odum (1994), Sullivan dan Reynolds (2003) menyatakan bahwa suatu danau biasanya terdapat tiga mintakat yaitu mintakat *litoral*, *limnetik* dan *profundal* (Gambar 3). Pembagian ini didasarkan pada tiga komunitas yang berbeda, karena faktor fisik dan kimiawi yang berbeda pula. Adapun mintakat-mintakat itu adalah sebagai berikut.

1. *Mintakat litoral*, adalah daerah perairan danau yang dangkal dimana cahaya tembus sampai ke dasar. Mintakat litoral terbagi dua yaitu *eulitoral*, merupakan bagian pantai danau yang sewaktu-waktu tergenang air dan *infralitoral* yang selalu digenangi air. Mintakat litoral banyak ditemukan tanaman air yang berakar, melayang dan tenggelam. Diantaranya dari kelompok *macrophyta* seperti *Nymphaea*, *Chara* dan *Potamogeton*. Sedangkan dari kelompok *algae* misalnya *Spirogyra*, *Syndra*, *Anabaena* dan *Microcystis*.
2. *Mintakat limnetik*, adalah daerah perairan danau terbuka. Karena adanya cahaya matahari yang cukup menembus sampai ke perairan efektif, dan ada suplai hara, maka peledakan populasi *algae* hijau di daerah ini sering terjadi.
3. *Mintakat profundal*, merupakan daerah perairan yang tidak terkena sinar matahari. Kehidupan penghuninya banyak bergantung pada daerah *litoral* dan *limnetik*. Produsen sangat sukar hidup di daerah ini, karena proses *fotosintesis* tidak sempurna. Sebaliknya konsumen dan dekomposer banyak terdapat.



Gambar 3

Ilustrasi zonasi danau berdasarkan komunitas (KLH 2008)

Danau secara umum terbagi atas tiga stratifikasi atau lapisan dari permukaan sampai dasar yang diakibatkan oleh perbedaan suhu (Goldman dan Horne 1994; (Whitten, Mustafa, & Henderson, Ekologi Sulawesi, 1987). Secara singkat dijelaskan sebagai berikut.

1. *Epilimnion*, yaitu daerah permukaan danau yang mempunyai suhu paling panas yang di sebabkan oleh penyinaran matahari secara langsung. Namun karena adanya pengaruh angin dan arus, maka panas ini akan menyebar.
2. *Metalimnion*, yaitu daerah peralihan antara lapisan epilimnion dengan lapisan hipolimnion. Suhu air pada daerah ini lebih rendah dari daerah epilimnion.
3. *Hipolimnion*, adalah yang bersuhu paling rendah dari suhu lapisan yang di atasnya. Sirkulasi air dalam waktu yang lama hanya terjadi jika ada penurunan massa air dari permukaan akibat penurunan suhu yakni pada musim dingin atau hujan dan di bantu oleh adanya angin yang keras.

Menurut Waite (1984), ahli limnologi menggunakan istilah *oligotrofi*, *mesotrofi*, *eutrofi* dalam menjelaskan status produktivitas perairan. Sedangkan menurut *Committe For The International Symposium on Eutrophication* (1965) (Waite, 1984) bahwa istilah tersebut kali pertama dimasukkan dalam ilmu pengetahuan oleh Weber tahun 1907. Istilah tersebut kemudian diadopsi oleh Einar Nauman pada tahun 1919 untuk menggambarkan kondisi perairan danau. Penjelasan tentang *oligotrofi*, *mesotrofi* dan *eutrofi* adalah sebagai berikut.

1. Fase *oligotrofi*, fase ini danau mengandung bahan makanan sedikit, kerapatan tumbuhan dan hewan rendah serta suhu air tidak tinggi karena sinar matahari dapat menembus air hingga ke dalam (Janssen, 2001). Hal ini berkat kejernihan air sehingga bahan makanan di danau sedikit tetapi kaya akan oksigen (O_2). Sedangkan Lampert dan Sommer (2007) menyatakan bahwa indikator *oligotrofi* yaitu P_{tot} 5–10 μg l⁻¹.
2. Fase *mesotrofi*, fase permukaan danau akan dipenuhi dengan ganggang, fitoplankton, zooplankton dan sampah organik. Lambat laun air menjadi keruh, sehingga matahari lambat laun tidak mampu lagi menembus sampai ke dasar danau. Ketidakmampuan matahari untuk menembus sampai ke dalam menyebabkan proses fotosintesis agak terhambat dan terbatas di sekitar permukaan air saja. Lampert and Sommer (2007) menyatakan bahwa indikator mesotrofi yaitu P_{tot} 10–30 μg l⁻¹.
3. Fase *eutrofi*, proses di mana perairan menjadi subur dan lebih meningkat produktivitasnya disebut eutrofikasi (Waite, 1984). Menurut Janssen (2001) danau eutrofik mengandung unsur hara yang tinggi, memiliki produktivitas tinggi, dan air danau pun menjadi sangat keruh. Kekeruhan bisa tergolong organik dan anorganik. Sisi lain, karena sinar matahari yang paling dalam hanya menembus kurang dari satu meter saja, maka air danau bagian permukaan menjadi hangat sehingga terjadilah perubahan komposisi species jasad hidup. Hal ini akan menyebabkan permukaan air danau dipenuhi oleh bahan makanan untuk mendukung berbagai kegiatan biologis. Sebab utama eutrofikasi ialah melimpahnya unsur hara seperti fosfor yang masuk ke sistem perairan danau dari lahan pertanian dan permukiman, (Benchmann, Berge, Egested, & Vandsem, 2004). Menurut Lampert and Sommer (2007) menyatakan bahwa indikator eutrofi yaitu P_{tot} 30–100 μg l⁻¹

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa Karamba Jaring Apung (KJA) memberikan kontribusi terhadap terjadinya eutrofikasi (Pulatso, 2003). Menurut Lampert dan Sommer (2007) kegiatan antropogenik telah menimbulkan berbagai kerusakan ekosistem termasuk ekosistem danau. Peningkatan limbah cair pertanian, limbah organik pertanian, erosi dan buangan industri masuk ke ekosistem danau, sehingga menimbulkan kerusakan fungsinya. Oleh karena itu, menurutnya restorasi ekosistem danau harus juga mencakup lanskapnya dan proses yang terjadinya di dalamnya. Sedangkan Waite (1984) dan Smith (2003) menjelaskan berdasarkan beberapa penelitian menunjukkan bahwa fosfat merupakan faktor pembatas kunci eutrofikasi.

c. Ruang Kawasan Danau

Berdasarkan pendekatan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), maka pola ruang dalam suatu wilayah yaitu meliputi peruntukan ruang untuk fungsi lindung dan peruntukan ruang untuk fungsi budidaya. Direktorat Penataan Ruang Nasional (2008) menjelaskan tentang peruntukan ruang kawasan danau sebagai berikut.

1. *Shoreline* (daerah pesisir danau) yaitu daerah di luar batas genangan danau;
2. *Shorline buffer* (daerah penyanggah danau) merupakan daerah perlindungan danau yang difungsikan untuk pelestarian badan air danau;
3. *Shoreline protection area* (daerah perlindungan danau) berupa daerah sempadan yang dibatasi oleh garis sempadan dan difungsikan untuk keamanan manusia dan fungsi fisik danau;
4. Daerah budidaya terbatas danau yaitu berupa kawasan pemanfaatan danau yang telah dibebaskan dari fungsi lindung dengan kriteria tertentu.

Menurut arahan Pedoman Penentuan Peruntukan Kawasan Sekitar Danau bahwa penataan ruang kawasan sekitar danau lebih ditekankan kepada upaya untuk melindungi danau. Oleh karena itu arahan peruntukan ruang kawasan danau meliputi; daerah pesisir danau diutamakan sebagai daerah konservasi untuk menjaga fungsi danau. Peruntukan daerah penyangga diutamakan sebagai daerah pelestarian air dengan mempertahankan vegetasi asli, berupa daerah sekitar danau yang berjarak 15-50 meter dari titik pasang tertinggi. Peruntukan daerah perlindungan ditujukan untuk kelangsungan ekosistem danau, berupa daerah sekitar danau berjarak 50–100 meter dari pasang tertinggi. Peruntukan daerah budidaya yaitu peruntukan ruang di daerah tangkapan air berfungsi lindung untuk menanggulangi erosi serta sedimentasi di danau.

Secara substansi ada tiga tujuan dari penataan ruang yang diamanahkan oleh UU RTRW Nomor 26 tahun 2007 yaitu (1) pemanfaatan ruang dan sumberdaya berdasarkan peruntukannya, (2) pemanfaatan wilayah harus mempertimbangkan keseimbangan spasial, (3) pemanfaatan wilayah harus berazaskan keberlanjutan. Penjelasan tersebut memberikan arahan bahwa danau sebagai ekosistem, pengelolaannya tidak bisa dilepaskan dengan kondisi lingkungannya. Prinsip keterpaduan kawasan hulu-hilir dalam pengelolaan ruang kawasan danau adalah penting. Disamping itu pengelolaan ruang harus ditopang oleh prinsip daya dukung kawasannya.

B. Sumber Daya Lahan

Lahan merupakan sumberdaya penting untuk menopang keberlanjutan kehidupan termasuk eksistensi manusia. Sisi lain, sumberdaya lahan merupakan sumberdaya langka yang pengelolaannya harus dilakukan secara tepat. Rayes (2007) mengutip FAO (1978) menjelaskan bahwa, sumberdaya lahan merupakan suatu lingkungan fisik yang terdiri atas iklim, topografi, tanah, hidrologi dan vegetasi dimana pada batas-batas tertentu mempengaruhi kemampuan penggunaan lahan. Hal yang sama disampaikan Hardjowigeno dan Widiatmaka (2007) bahwa lahan adalah suatu lingkungan fisik meliputi tanah, iklim, relief, hidrologi, dan vegetasi, dimana faktor-faktor tersebut mempengaruhi potensi penggunaannya. Sifat dan perilaku lahan ditentukan oleh macam sumberdaya yang mendominasi dan macam serta intensitas interaksi yang berlangsung antar sumberdaya.

Beberapa pengertian tentang lahan di atas memberikan penjelasan umum bahwa lahan merupakan hasil interaksi dari unsur penyusunnya termasuk manusia. Menurut FAO (1950) yang dikutip Rayes (2007), lahan memiliki banyak fungsi yaitu sebagai berikut.

1. Fungsi produksi, sebagai sistem penunjang kehidupan melalui produksi biomassa yang menyediakan makanan, pakan ternak, bahan bakar kayu dan bahan biotik lainnya;
2. Fungsi lingkungan biotik, sebagai basis keragaman daratan yang menyediakan habitat biologi dan plasma nutfah bagi makhluk hidup;
3. Fungsi pengatur iklim, sebagai sumber dan rosot energi gas rumah kaca;
4. Fungsi hidrologis, sebagai pengatur, penyimpan dan pengaliran air tanah dan air permukaan serta mempengaruhi kualitasnya;
5. Fungsi penyimpan, sebagai penyimpan berbagai bahan mineral dan bahan-bahan mentah yang dapat dimanfaatkan;
6. Fungsi pengendali sampah, sebagai penyaring, penyangga dan pengubah senyawa-senyawa berbahaya.

Menurut Barlowe (2006) faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan lahan ialah biologis, ekonomi dan kelembagaan. Faktor fisik-biologis mencakup kualitas, sifat fisik-kimia dan biologis, iklim, hidrologi. Faktor ekonomi mencakup keuntungan, nilai pasar dan transportasi. Sedangkan faktor kelembagaan mencakup kebijakan dan peraturan pemerintah.

Soemarwoto (1997) menyatakan bahwa pertumbuhan penduduk yang pesat dan peningkatan kesejahteraan penduduk mengakibatkan peningkatan kebutuhan lahan untuk permukiman, pertanian, industri dan rekreasi. Laju

pertumbuhan penduduk yang tinggi yang berdampak terhadap penggunaan lahan disebut tekanan penduduk. Selanjutnya dijelaskan bahwa tekanan penduduk juga mengubah fungsi perlindungan hutan terhadap tanah. Implikasinya terjadi erosi yang berdampak negatif seperti, penurunan kesuburan tanah, menurunkan produksi dan sedimentasi di sungai, danau dan laut.

Hardjowigeno dan Widiatmaka (2007) menyatakan bahwa penggunaan lahan adalah wujud kegiatan atau usaha memanfaatkan lahan untuk memenuhi kebutuhan tertentu. Selanjutnya disampaikan bahwa di Indonesia berkembang minimal tiga sistem perencanaan tataguna lahan yaitu (1) sistem zonasi ialah didasarkan atas potensi, status lahan dan penggunaan lahan sekarang, (2) sistem penatagunaan tanah berencana ialah didasarkan atas kebijakan pembangunan yang telah dirumuskan terlebih dahulu dan (3) sistem gabungan antara sistem zonasi dan sistem penggunaan tanah berencana.

Perubahan penggunaan lahan hutan di DAS Limboto telah berimplikasi terhadap erosi tanah dan sedimentasi di sungai yang menjadi masukan Danau Limboto (Lihawa, 2009). Oleh karena itu penggunaan lahan harus mempertimbangkan aspek kemampuan lahan dan kesesuaian lahan. Kemampuan lahan yaitu kapasitas berbagai penggunaan lahan secara umum yang dapat diusahakan di suatu wilayah. Sedangkan kesesuaian lahan ialah kecocokan suatu lahan untuk penggunaan tertentu (Rayes, 2007).

Fungsi lahan dalam perspektif Undang-Undang Tata Ruang dibagi dalam dua jenis yaitu kawasan lindung dan kawasan budidaya. Kawasan budidaya ialah wilayah yang fungsi utamanya untuk dibudidayakan. Sedangkan kawasan lindung ialah wilayah yang fungsi utamanya untuk melindungi kelestarian lingkungan hidup. Secara umum terdapat dua faktor yang secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi proses alih fungsi lahan yaitu (1) sistem kelembagaan yang dikembangkan oleh pemerintah dan masyarakat, (2) sistem non kelembagaan yang terkait dengan pemanfaatan sumberdaya lahan (Winoto, 2005).

Beberapa peneliti memiliki pandangan bahwa eksploitasi kawasan lindung dimulai sejak rezim orde baru mengeluarkan peraturan yang memperbolehkan hutan sebagai sumber eksploitasi ekonomi untuk pembangunan. Antara lain peraturan tentang penanaman modal asing, penanaman modal dalam negeri dan pertambangan. Implikasinya ialah deforestasi di Indonesia sangat tinggi yaitu 1,8 juta ha/tahun atau 2% dari luas seluruh hutan (Bank Dunia, 2007 dikutip Cronin dan Santoso 2011). Dampak bawaan dari deforestasi dan degradasi lahan ialah banjir serta erosi

semakin meningkat. Karena fungsi vegetasi hutan untuk mengurangi erosivitas hujan sehingga laju erosi tidak meningkat, tidak berjalan (Resosudarmo & Colfer, 2003).

C. Daya Dukung dan Pembangunan Berkelanjutan

a. Konsep Daya Dukung

Menurut Beatley dan Manning (1997) konsep pembangunan berkelanjutan didasari oleh konsep ekologi daya dukung yaitu kemampuan ekosistem memberikan kehidupan layak pada jumlah tertentu dari populasi hewan. Inti dari konsep ini bahwa di alam secara ekologi dan fisik memiliki batasan tertentu yang jika dilampaui akan memberikan efek terhadap populasinya. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Khanna, Babu, & George (1999) bahwa daya dukung merupakan basis dalam pembangunan berkelanjutan. Sedangkan Inglis, Barbara, & Rose, (2000) menjelaskan bahwa konsep dasar daya dukung ialah hubungan antara populasi dengan perubahan sumberdaya alam yang menopangnya. Asumsinya ialah ukuran populasi optimal adalah yang dapat ditopang oleh sumberdaya alamnya. Artinya jika populasi tidak lagi dapat ditopang oleh sumberdaya alamnya atau telah melampaui daya dukungnya, maka akan terjadi penurunan populasi.

Scones (1993) membedakan daya dukung dalam dua jenis yaitu; (1) daya dukung ekologis ialah jumlah maksimum hewan-hewan pada suatu lahan yang dapat didukung tanpa mengakibatkan kematian karena kepadatan dan kerusakan lingkungan permanen; (2) daya dukung ekonomi ialah tingkat produksi skala usaha yang memberikan keuntungan maksimum yang ditentukan oleh tujuan usaha secara ekonomi. Sedangkan Turner (1988) menyatakan daya dukung perairan tawar merupakan jumlah organisme akuatik yang dapat ditampung oleh luasan perairan tertentu tanpa mengalami penurunan mutu dan jumlah.

Menurut Soemarwoto (1997) daya dukung adalah konsepsi pembangunan yang berorientasi jangka panjang. Terdapat dua faktor utama yang saling mempengaruhi yaitu biofisik dan sosial, budaya dan ekonomi. Faktor biofisik mencakup komponen-komponen dan proses ekologisnya. Seperti siklus hidrologi, siklus materi dan aliran energi. Faktor sosial-budaya-ekonomi meliputi aktivitas manusia yang secara langsung dan tidak langsung mempengaruhi keberadaan daya dukung, seperti aktivitas sosial dan ekonomi. Artinya pembangunan berkelanjutan memiliki prinsip untuk memperhatikan daya dukung dari lingkungannya.

Pengalaman pengelolaan sumberdaya alam yang berlangsung selama ini mengabaikan aspek daya dukung lingkungan. Amanah konstitusi UU No. 26 Tahun 2007 tentang Rencana Tata Ruang memerintahkan pemerintah daerah untuk menyusun Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dengan memperhatikan daya dukung lingkungan hidup. Kemudian untuk merevitalisasi implimentasi prinsip daya dukung dalam pembangunan, maka pemerintah melalui Kementerian Lingkungan Hidup mengeluarkan pedomannya. Selanjutnya disampaikan bahwa konsep daya dukung lingkungan mencakup *supportive capacity* (kapasitas penyediaan) dan *assimilative capacity* (kapasitas daya tampung). Agar pemanfaatan ruang di suatu wilayah sesuai dengan kapasitas lingkungan hidup dan sumberdaya alam, alokasi pemanfaatan ruang harus mengindahkan kemampuan lahan.

Konsep daya dukung perairan dihubungkan dengan keseimbangan hara disampaikan Mason (1993) bahwa kadar senyawa nitrat di perairan yang dapat ditolerir untuk kepentingan budidaya ikan ($50-100 \text{ mg.m}^{-3}$), untuk kepentingan rekreasi (5 mg.m^{-3}), dan kebutuhan air minum (2 mg.m^{-3}). Disamping itu, jika kandungan bahan organik diperairan meningkat, maka kebutuhan terhadap oksigen terlarut semakin tinggi untuk proses dekomposisi. Implikasinya cadangan oksigen terlarut akan mengalami deplesi tajam, sehingga berpeluang terjadinya defisit oksigen. Kondisi defisit oksigen pada akhirnya berdampak terhadap perairan menjadi anaerob.

Sisi lain, keberadaan daya dukung danau sangat ditentukan juga oleh lanskapnya. Karena lanskap danau berpeluang besar menjadi sumber unsur hara, sehingga menjadikan danau berada pada status *tropik eutrofik*. Hal tersebut disampaikan oleh Gower (1980) bahwa perubahan kawasan hutan akan memacu proses pelapukan dan mineralisasi secara alami. Sedangkan Waite (1984) menyatakan bahwa aktivitas pertanian di daerah tangkapan air memberikan sumbangan fosfat dan nitrogen dengan konsentrasi yang tinggi. Mineral tersebut melalui pergerakan air memasuki badan air danau dan mempengaruhi daya dukungnya.

b. Konsep Pembangunan Berkelanjutan

Pembangunan berkelanjutan merupakan antitesis terhadap model pembangunan yang berorientasi ekonomi. Pembangunan yang berorientasi ekonomi semata dinilai gagal menyelesaikan agenda pembangunan yaitu kemiskinan dan kerusakan lingkungan (Salim, 2005). Bahkan yang terjadi di negara-negara berkembang adalah pertumbuhan ekonomi berbanding lurus dengan kerusakan lingkungan. Fakta lainnya pertumbuhan ekonomi gagal mengurangi kantong kemiskinan yang semakin besar.

Hal yang menarik adalah pernyataan Arifin (2001) yang menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi ada batasnya, dan pertumbuhan ekonomi yang mengandalkan hasil ekstraksi sumberdaya alam tidak akan bertahan lama. Oleh karena itu pertumbuhan ekonomi yang tinggi tidak akan memberikan manfaat yang berarti, jika sumberdaya alam dan lingkungannya rusak. Sumberdaya alam dan lingkungan dalam konteks tersebut menjadi modal utama dalam pembangunan. Dengan demikian jika sumberdaya alam sebagai modal utama tersebut mengalami degradasi, maka pembangunan akan mengalami ancaman. Pandangan tersebut menggambarkan bahwa konsep pembangunan keberlanjutan didominasi dimensi ekonomi.

Fakta atas kegagalan paradigma pembangunan tersebut menjadi dasar PBB melangsungkan konperensi internasional lingkungan hidup di Stockholm, Swedia tahun 1972. Konperensi ini, pertama kali dalam sejarah yang digagas oleh PBB. Sepuluh tahun kemudian PBB kembali menggelar konperensi tentang lingkungan hidup pada tahun 1982 di Nairobi, Kenya. Usul yang dihasilkan dari pertemuan lingkungan di Nairobi ini dibawa ke Sidang Umum PBB tahun 1983, dan oleh PBB dibentuk WCED (*World Comission on Environment and Development*) yang diketuai oleh Gro Harlem Brundtland. Komisi ini menghasilkan dokumen "*Our Common Future*" pada tahun 1987, yang memuat analisis dan saran bagi proses pembangunan berkelanjutan. Dalam dokumen itu diperkenalkan suatu konsep baru yang disebut suatu konsep pembangunan berkelanjutan yaitu pembangunan yang memenuhi kebutuhan masa kini tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri (WCED 1987). Hal tersebut dikuatkan oleh penjelasan Beatly dan Manning (1997) bahwa istilah keberlanjutan dalam perencanaan pembangunan dan kebijakan mulai muncul pada tahun 1970an serta lebih kuat lagi pada tahun 1980an. Beberapa pengertian tentang pembangunan berkelanjutan disampaikan oleh ilmuwan sebagai berikut.

1. Pembangunan berkelanjutan ialah upaya menjaga ekosistem sebagai penopang hidup dan sistem sosial-ekonomi yang saling terkait kuat untuk menghindari dampak yang tidak berbalik dan menjaga skala dampak dari kegiatan manusia dalam mendukung kapasitas asimilasi (Khanna, Babu, & George, 1999).
2. Pembangunan berkelanjutan ialah upaya untuk memelihara proses ekologi dan sistem penopang hidup, melindungi keanekaragaman genetik, dan pemanfaatan spesies serta ekosistem secara berkelanjutan, WWF 1987 dalam (Rogers, Jalal, & Boyd, 2008).

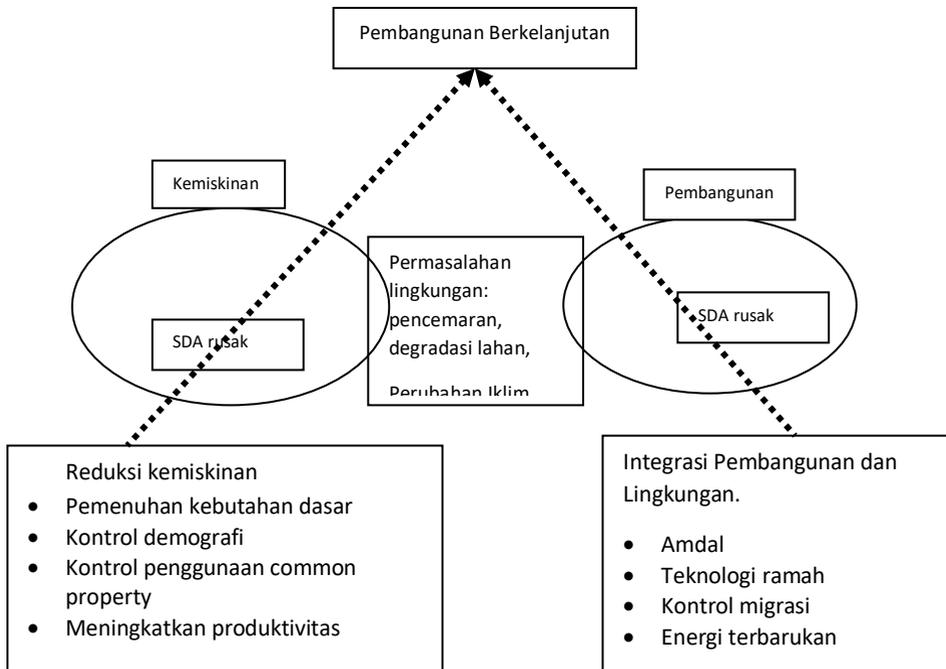
3. Pembangunan berkelanjutan mencakup proses dan perubahan yang mendalam dalam aspek politik, sosial, ekonomi, kelembagaan, teknologi termasuk juga mendeskripsikan ulang hubungan antara negara berkembang dengan negara maju (Maurice 1992 dalam Rogers, Jalal, & Boyd (2008)
4. Pembangunan berkelanjutan berarti mendasarkan kebijakan pembangunan dan lingkungan pada perbandingan biaya dan manfaat dan analisis ekonomi yang cermat yang akan memperkuat perlindungan lingkungan dan menyebabkan naiknya tingkat kesejahteraan secara berkelanjutan (World Bank 1992 dalam Rogers, Jalal, & Boyd (2008).
5. Pembangunan berkelanjutan ialah sebuah strategi untuk memperbaiki kualitas hidup meliputi perlindungan terhadap lingkungan untuk masa depan dan konsumsi sumberdaya alam yang lebih baik (Beatley & Manning, 1997).

Rogers, Jalal, & Boyd (2008) menyatakan bahwa konsep pembangunan berkelanjutan mengeksplorasi secara koherensif antara pembangunan ekonomi, kualitas lingkungan dan keadilan sosial. Berdasarkan pengertian di atas terdapat tiga pilar utama dalam pembangunan berkelanjutan yaitu:

1. Dimensi ekologi artinya pembangunan tidak mengabaikan aspek keberlanjutan fungsi ekologis, sehingga sumberdaya alam sebagai modal pembangunan dapat dimanfaatkan bukan hanya generasi sekarang, tetapi juga generasi yang akan datang. Pandangan tersebut sesuai dengan hakikat dari sumberdaya alam yang bersifat transgenerasi;
2. Dimensi ekonomi artinya pembangunan harus mampu menaikkan pertumbuhan ekonomi secara proporsional, sehingga berimplikasi terhadap pengentasan kemiskinan melalui pemanfaatan sumberdaya alam yang optimal dan efisien. Selanjutnya diharapkan dimensi ekonomi akan menjadi *leverage* terhadap dimensi-dimensi yang lainnya. Seperti pendidikan, kesehatan dan kesejahteraan;
3. Dimensi sosial artinya pembangunan harus mampu menciptakan keadilan sosial bagi masyarakat. Sumberdaya manusia bagian yang tidak terpisahkan dengan lingkungan dan sumberdaya alamnya. Perhatian terhadap dimensi sosial merupakan bagian dari prinsip dasar dari pembangunan, karena manusia tidak semata obyek dari pembangunan tetapi juga subyek. Kualitas subyek tersebut akan menjadi faktor kunci menjaga kelestarian fungsi ekosistem. Berdasarkan perspektif dimensi sosial, maka harus ada persamaan hak bagi setiap warga negara dalam

memanfaatkan sumberdaya alam dan mendapatkan layanan dari pemerintah.

Sugandhy dan Hakim (2007) menyebut tiga dimensi tersebut *three dimension model* yang harus digerakkan secara simultan dalam setiap pembangunan. Sedangkan Smith dan Jalal dalam Rogers, Jalal, & Boyd (2008) menjelaskan kaitan antara pembangunan berkelanjutan, lingkungan dan kemiskinan seperti pada Gambar 4.



Gambar 4

Keterkaitan pembangunan berkelanjutan, lingkungan dan kemiskinan

Gambar 4, memberikan arah tafsiran bahwa permasalahan lingkungan disumbang oleh dua kutub, yaitu (1) kemiskinan yang berimplikasi pada kerusakan sumberdaya alam. Penjelasannya ialah ketidakberdayaan secara sosial-ekonomi mendorong setiap individu untuk melakukan segala sesuatunya untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Kondisi tersebut tercipta dalam sistem sosial yang gagal mendayagunakan sumberdaya sosialnya, (2) pembangunan yang berimplikasi pada degradasi lingkungan serta deplesi sumberdaya alam. Pembangunan merupakan serangkaian kegiatan yang membutuhkan berbagai input, tentu tidak semata memberikan dampak positif, tetapi juga dampak negatif. Strategi atas permasalahan yang hulunya

dua kutub tersebut ialah dengan pendekatan pembangunan berkelanjutan. Pada kutub kemiskinan agendanya adalah pengurangan kemiskinan melalui aspek ekonomi, sosial dan politik. Sedangkan pada kutub pembangunan dilakukan integrasi antara pembangunan dengan lingkungan hidup. Implementasi pembangunan berkelanjutan memberikan implikasi adanya batas pemanfaatan sumberdaya alam dan daya dukung lingkungan. Rander *et al.* (1992) dalam Beatley dan Manning (1997) menggambarkan masyarakat yang mengimplimentasikan konsep pembangunan berkelanjutan sebagai masyarakat yang berpandangan jauh, bijaksana sehingga tidak merusak sistim fisik dan sosial penopang kehidupannya.

Soemarwoto (1997) menyatakan faktor lingkungan yang diperlukan untuk mendukung pembangunan berkelanjutan ialah; (i) terpeliharanya proses ekologi yang sesuai, (ii) tersedianya sumberdaya yang cukup dan (iii) lingkungan budaya, sosial-ekonomi yang sesuai. Hal tersebut berarti bahwa syarat tercapainya pembangunan berkelanjutan bukan hanya aspek fisik (ekologis) semata, tetapi juga aspek sosial, budaya dan ekonomi. Agenda pembangunan berkelanjutan harus memiliki keberpihakan terhadap pengurangan kesenjangan sosial-ekonomi masyarakat. Lebarnya kesenjangan ekonomi antar masyarakat akan berdampak terhadap ketidakberdayaan dalam memanfaatkan sumberdaya alam dan lingkungan secara optimal.

Gambar 4 di atas juga memberikan penjelasan implimentasi pembangunan berkelanjutan melalui model tiga pilar. Masing-masing pilar didorong untuk bergerak secara simultan. Konsep tersebut secara teoritis sesuatu yang mungkin dibangun, walaupun pada kenyataannya sangat sulit diimplimentasikan di lapangan. Terbukti masih banyak pandangan yang *stereotype* terhadap pembangunan berkelanjutan. Oleh karena itu berkembang alternatif model yang diusulkan memperbaiki model tiga pilar dengan model prisma. Model prisma yaitu mengelaborasi dimensi kelembagaan dan teknologi dalam paradigma pembangunan berkelanjutan. Dimensi kelembagaan mengakomodasi sejumlah elemen seperti kebijakan, sosial dan budaya. Sedangkan dimensi teknologi mengakomodasi peluang pengembangan ilmu teknologi, sehingga pemanfaatan sumberdaya alam lebih efisien secara ekologis.

D. Kebijakan Pengelolaan Sumberdaya Danau Berkelanjutan

a. Konsep Kebijakan

Kebijakan dan kelembagaan merupakan dua sisi mata uang yang sulit dipisahkan. Kebijakan yang bagus tanpa ditunjang kelembagaan yang

kuat, maka akan sulit mencapai output yang maksimal. Sebaliknya kelembagaan yang baik tanpa ditunjang kebijakan yang baik juga akan memberikan hasil yang tidak maksimal (Purwanti, 2008). Sejalan dengan penyampaian Yogo *et al.* (2003) bahwa kelembagaan tidak semata wadah atau organisasi melainkan mencakup kode etik, aturan main, sikap dan perilaku suatu sistim atau organisasi. Atas dasar konsep tersebut Yogo *et al.* (2003) memberikan pengertian kelembagaan suatu tatanan dan pola hubungan antara anggota masyarakat atau organisasi yang saling mengikat yang dapat menentukan bentuk hubungan antar manusia atau antara organisasi yang diwadahi dalam suatu organisasi atau jaringan dan ditentukan oleh faktor-faktor pembatas dan pengikat berupa norma, kode etik aturan formal maupun informal untuk pengendalian perilaku sosial serta insentif untuk bekerjasama dan mencapai tujuan bersama. Berdasarkan pengertian tersebut menunjukkan bahwa dalam kelembagaan tergabung pihak-pihak yang memiliki kepentingan yang sama yang disebut para pihak.

Sisi lain, kebijakan merupakan sesuatu yang kompleks dan dinamis, karena mencakup berbagai aspek. Kebijakan dikondisikan dan dibentuk oleh dimensi politik, sosial, ekonomi serta faktor sejarah. Walau beberapa ahli berusaha keras menghindari perdebatan tentang definisi kebijakan, karena begitu ragamnya sudut pandang yang digunakan. Namun sebagai dasar untuk memberikan bingkai pemahaman berikut ini disampaikan beberapa pengertian tentang kebijakan.

1. Kebijakan ialah kegiatan yang dilakukan oleh aktor atau beberapa aktor untuk menyelesaikan masalah Young dan Qoin dalam Suharto (2008).
2. Kebijakan adalah intervensi, cara dan pendekatan pemerintah untuk mencari solusi atas masalah pembangunan atau untuk mencapai tujuan pembangunan dengan mengeluarkan keputusan, strategi, perencanaan maupun implementasinya di lapangan menggunakan instrumen tertentu (Djogo, Sunaryo, Suharjito, & Sirait, 2003).
3. Kebijakan ialah suatu ketetapan yang memuat prinsip-prinsip untuk mengarahkan cara-cara bertindak yang dibuat secara terencana dan konsisten dalam mencapai tujuan tertentu (Suharto, 2008).
4. Jenkin (1972) dalam Wahab (2008) menyatakan kebijakan adalah serangkaian keputusan yang saling terkait berkenaan dengan pemilihan tujuan-tujuan dan cara-cara untuk mencapainya dalam situasi tertentu.
5. Kebijakan adalah peraturan yang telah dirumuskan dan disetujui untuk dilaksanakan guna mempengaruhi suatu keadaan (mempengaruhi pertumbuhan), baik besaran maupun arahnya yang melingkupi kehidupan masyarakat umum (Sanim, 2005).

Pengertian kebijakan tersebut memberikan gambaran beragamnya sudut pandang dari para ahli terkait kebijakan. Hal tersebut sejalan dengan penyampaian Hogwood dan Gunn (1986) dalam Wahab (2008) bahwa terdapat sepuluh pengelompokan ragam istilah kebijakan. Antara lain; kebijakan sebagai program, hasil akhir, keluaran, teori dan model, serta sebagai suatu proses. Dengan demikian berdasarkan pengertian kebijakan di atas secara umum menjelaskan bahwa kebijakan berorientasi pada tujuan untuk menyelesaikan masalah. Oleh karena itu kejelasan masalah, kehandalan instrumen dan kelembagaan yang baik merupakan serial yang utuh dalam proses kebijakan. Kebijakan sering tidak efektif menyelesaikan masalah, karena masalah yang dikonstruksikan salah. Padahal kebijakan sumberdaya alam yang salah, akan memberikan dampak pada aspek ekologis, ekonomis dan sosial, secara dependen maupun independen.

Salim (2005) menyatakan kerusakan lingkungan di Indonesia sebagai bagian dari kebijakan pembangunan yang pada awal tahun 1970an berorientasi pertumbuhan ekonomi semata. Artinya kebijakan pembangunan tahun 1970an yang didominasi pertimbangan ekonomi telah menimbulkan permasalahan yang kompleks. Misalnya pemanfaatan hutan yang ekstraktif telah menimbulkan banjir, erosi dan sedimentasi. Perubahan bentang alam mangrove untuk kawasan industri dan permukiman berdampak pada interusi dan rob. Perubahan kawasan hijau menjadi kawasan ekonomi telah menimbulkan gangguan sistem hidrologi. Sedangkan Marifa (2005) menjelaskan penting memperhatikan aspek konsistensi dalam penyusunan kebijakan mencakup masukan, proses, luaran dan aspek koordinasi serta harmonisasi lintas sektor.

Kebijakan dan pembangunan semestinya merupakan dua istilah yang sangat terkait. Pembangunan konteksnya adalah wilayah kebijakan diimplimentasikan, sedangkan kebijakan menunjuk pada kerangka kerja bagaimana pembangunan dilaksanakan (Suharto, 2008). Oleh karena itu kebijakan dalam perspektif sebuah proses sering dipandang seperti ban berjalan yang terdiri atas tahapan-tahapan. Tahap pertama, penyusunan agenda berdasarkan inventarisasi masalah dan meta masalahnya. Tahap kedua, perumusan kebijakan atau adopsi kebijakan yaitu proses pengesahan yang dirancang untuk mengatasi masalah yang terjadi di masa lalu atau mencegah terjadinya masalah pada masa yang akan datang. Tahap ketiga, implimentasi kebijakan yaitu pelaksanaan strategi atau kegiatan-kegiatan untuk mencapai tujuan tertentu yang telah diprogramkan (Wahab, 2008). Sedangkan Dunn (2000) menjelaskan lima tahapan dalam proses pembuatan

kebijakan mencakup; penyusunan agenda, formulasi kebijakan, adopsi kebijakan, implimentasi kebijakan dan penilaian kebijakan.

Berdasarkan uraian di atas menggambarkan bahwa antara kebijakan dan kelembagaan saling terkait erat. Kelembagaan yang baik akan menghasilkan kebijakan yang baik juga. Dan kebijakan yang baik tanpa ditunjang oleh kelembagaan yang baik tidak akan efektif. Bahkan bisa menimbulkan biaya transaksi tinggi. Misalnya kebijakan otonomi daerah yang belum optimal didukung oleh kelembagaan pemerintahan daerah yang berkapasitas baik sehingga belum menghasilkan kinerja pembangunan sumberdaya alam yang efektif.

b. Konsep Sumberdaya Alam

Sumberdaya alam seperti air, udara, lahan, hutan, terumbu karang dan perikanan merupakan sumberdaya bagi eksistensi serta kelangsungan hidup manusia (Ziran, 1999). Demikian halnya sumberdaya danau, merupakan sumberdaya yang tidak semata memberikan manfaat ekonomi tetapi juga manfaat ekologis. Karena sumberdaya alam disamping memiliki nilai ekonomis juga mengandung nilai intrinsik. Arinya sumberdaya alam disamping mengandung komoditi ekonomi juga memiliki fungsi *flows*.

Pengertian tentang sumberdaya alam sangat beragam ditinjau dari berbagai sudut pandang. Beberapa pengertian sumberdaya alam diantaranya disajikan secara singkat berikut.

1. Sumberdaya alam ialah sesuatu yang dipandang memiliki nilai ekonomi. Sumberdaya alam merupakan komponen dari ekosistem yang menyediakan barang dan jasa yang bermanfaat bagi kebutuhan manusia (Fauzi & Anna, 2005).
2. Sumberdaya alam sesuatu yang tersedia teknologi untuk memanfaatkannya dan ada permintaan pasar (Ress 1990 dalam (Fauzi & Anna, 2005)).
3. Sumberdaya alam merupakan alat ekonomi dan daya dukung lingkungan (Kartodiharjo, Murtilaksono, & Sudadi, 2004).
4. Sumberdaya alam adalah unsur-unsur fisik dari lingkungan yang dapat digunakan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhannya.

Lynch (2009) menyatakan bahwa sumberdaya alam dapat diklasifikasikan dalam dua tipe; (1) *renewable* yaitu sumberdaya alam yang dapat diperbaharui. Contohnya organisme hidup seperti ikan, tanaman, dan kualitas air; dan (2) *exhaustible atau nonrenewable* yaitu sumberdaya alam yang tidak dapat diperbaharui seperti minyak dan mineral. Bandingkan

dengan Kartodihardjo (2009) mengklasifikasikan sumberdaya alam berdasarkan karakteristiknya mencakup sebagai stock dan komoditi. Hal yang menarik ialah stock dan komoditi tersebut berada dalam satu tempat yang disebut ekosistem. Idialnya pemanfaatan sumberdaya dalam aspek ekonomi tidak mengabaikan aspek intrinsiknya.

Menurut Fauzi (2004) terdapat dua pandangan yang umum dalam memahami sumberdaya alam. Pertama, pandangan konservatif atau disebut juga Malthusian. Pandangan ini menyatakan bahwa sumberdaya alam yang terbatas tidak akan mampu mendukung pertumbuhan penduduk yang tumbuh secara eksponensial (Rogers, Jalal, & Boyd, 2008). Oleh karena itu, terkait dengan hal tersebut dibutuhkan kebijakan yang signifikan untuk mengharmonisasi antara ketersediaan sumberdaya alam dan kebutuhan manusia. Kedua, pandangan eksploitatif atau *Ricardian* yaitu sumberdaya alam dipandang sebagai *engine of growth*. Implikasinya adalah keterbatasan sumberdaya alam dalam mensuplai kebutuhan ekonomi dapat disubstitusikan dengan intensifikasi dan ekstensifikasi. Pandangan kedua ini dalam operasionalisasi pengelolaan sumberdaya alam bersifat ekstraktif.

Dua pandangan yang disampaikan Fauzi tersebut memberikan titik tolak perbedaan dalam mengartikulasikannya pada tataran operasional. Dengan demikian pengelolaan sumberdaya alam bersifat kompleks. Disamping itu, pengertian di atas memberikan arahan tafsiran bahwa pengertian tentang sumberdaya alam sangat luas, karena terkait dengan pandangan subyektif subyeknya. Kemudian, beberapa pengertian di atas memberikan kesamaan substansi bahwa sumberdaya alam selalu memiliki hubungan dengan kehidupan manusia. Oleh karena itu sering terjadi perdebatan terkait regim pengelolaan sumberdaya alam, karena menyangkut masalah *property rights*.

Gibb dan Bromley (1989) dalam Fauzi (2004) menyatakan bahwa hak kepemilikan terhadap sumberdaya alam umumnya terdiri atas; (1) *State property*, klaim pemilikan sumberdaya alam di tangan pemerintah; (2) *Private property*, klaim pemilikan berada pada individu atau kelompok orang (korporasi); (3) *Common property*, klaim pemilikan yang diwujudkan dalam pengelolaan bersama.

Ostrom (2000) menjelaskan sumberdaya alam dalam interpretasi barang dan jasa tipologinya mencakup *private goods*, *club goods*, *common pool goods*, dan *public goods*. Selanjutnya disampaikan bahwa terdapat dua faktor yang menentukan atribut tersebut yaitu; pertama, rivalitas ialah apabila barang dan jasa yang dimanfaatkan akan mengurangi pihak lain untuk memanfaatkan diklasifikasikan sebagai *private goods* dan *common*

pool goods. Sebaliknya jika pemanfaatan tersebut dalam jangka pendek tidak mengurangi jumlah yang tersedia bagi orang lain dikategorikan *club goods* dan *public goods*. Kedua, eksklusibilitas adalah apabila pengguna barang dan jasa dapat dipisahkan maka disebut *private goods* dan *club goods*. Sebaliknya apabila tidak dapat dipisahkan maka disebut *common pool goods* dan *public goods*. Sementara Yustika (2006) dalam Hanna (2005) mendeskripsikan tipe-tipe rejim hak kepemilikan berdasarkan pemilik, hak dan kewajiban pada Tabel 2.

Tabel 2
Tipe rejim sumberdaya alam
berdasarkan pemilik, hak pemilik dan kewajiban pemilik

Tipe	Pemilik	Hak Pemilik	Kewajiban Pemilik
Kepemilikan Privat	Individu	Pemanfaatan yang dapat diterima secara sosial; kontrol akses.	Mencegah penggunaan yang tidak dapat diterima secara sosial.
Kepemilikan bersama	Kolektif	Pengecualian terhadap nonpemerintah.	Merawat, mengatur tingkat pemanfaatan.
Kepemilikan negara	Warga negara	Menentukan aturan	Menjaga tujuan-tujuan sosial
Akses terbuka	Tida ada	Memanfaatkan	Tidak ada

Berdasarkan penjelasan tersebut maka sumberdaya danau dapat digolongkan sebagai *common pool goods*. Oleh karena itu dalam pengelolaan sumberdaya danau sering terjadi fenomena *open access*, sehingga potensial terjadi *free rider* jika kelembagaan pengelolaannya gagal berfungsi secara efektif. Rustiadi, Saefulhakim, & Panuju (2009) meminjam istilah Hardin (1986) pada regim *common pool goods* akan berpeluang terjadinya *overuse* (pemanfaatan berlebihan), sehingga menimbulkan *tragedy of the common*. Kondisi tersebut didorong pula oleh dua aspek seperti yang disebutkan Ostrom di atas. Penjelasan selanjutnya menyatakan bahwa untuk melindungi *common pool resources* dari *overuse* menuntut adanya otoritas pengguna atau otoritas eksternal yang mengatur penggunaannya.

c. Pengelolaan Sumberdaya Danau Terpadu dan Berkelanjutan

Konsep pengelolaan sumberdaya alam dalam perundangan Indonesia secara implisit dimasukkan dalam konsep perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, yaitu upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan dan penegakan hukum (UU No. 32 Tahun 2009).

Banyak faktor yang mempengaruhinya pengelolaan sumberdaya alam yang tidak efektif, antara lain kuatnya pembangunan sektoral, konflik pengelolaan dan ambiguitas kepemilikan. Dalam banyak kasus, pendekatan pembangunan sektoral tidak kondusif mendorong penggunaan sumberdaya alam secara terpadu. Penekanan sektoral hanya memperhatikan keuntungan sektornya dan mengabaikan akibat yang timbul dari atau terhadap sektor lain, sehingga berkembang konflik penggunaan pengelolaan sumberdaya alam. Perbedaan tujuan, sasaran dan rencana tersebut mendorong terjadinya konflik pemanfaatan sumberdaya sumberdaya alam. Konflik ini berkembang karena adanya kekosongan dan ketidakpastian hukum, sehingga tidak ada suatu aturan manajemen yang dapat diterapkan secara konsisten, dan tidak ada komitmen dalam menerapkan *sanksi*.

Kartodihardjo (2009) menyatakan dalam pengelolaan sumberdaya alam bukan hanya dibutuhkan pengaturan terbaik secara individu, melainkan juga dibutuhkan aksi bersama. Selanjutnya disampaikan ada dua tingkatan terkait aksi bersama yaitu mengenali kebutuhan koordinasi dan pengaturan perilaku untuk menghindari *free rider*, serta menyepakati aturan main dan pemberian sanksi terhadap hal yang menyimpang.

Menurut Ziran (1999) perencanaan sumberdaya alam adalah salah satu instrumen sangat penting bagi pemerintah dalam mengawasi survey, eksplorasi, pengembangan, pemanfaatan, dan konservasi sumber daya alam, sebagai dasar bagi manajemen yang efektif. Selanjutnya dinyatakan bahwa hal tersebut merupakan pendekatan yang sangat signifikan dalam mencapai tujuan penggunaan sumberdaya alam secara berkelanjutan.

Hal yang substansial ialah pendekatan dalam pengelolaan sumberdaya alam yang berlangsung selama ini sektoralis dan reduksionis (*partial*). Sedangkan sumberdaya alam realitanya bersifat sistemik dan saling interdependensif. Karakteristik sumberdaya alam yang sistemik tersebut menimbulkan biaya ekologi dan biaya sosial tinggi ketika diabaikan dalam pengelolaannya. Oleh karena itu pengelolaan sumberdaya alam yang terpadu menjadi pilihan strategis.

Menurut Haryani (2002) secara spatial atau ekologis, perairan danau memiliki keterkaitan dengan lingkungan sekitarnya. Sehingga pengelolaannya harus dilakukan secara terpadu dan tidak secara sektoral. Menurutnya pengelolaan terpadu ialah pengelolaan sumberdaya yang dilakukan melalui penilaian secara menyeluruh yang diawali dengan identifikasi penyusun ekosistem, pengkajian masalah dan kendala, penyusunan tujuan dan sasaran merencanakan serta mengelola segenap kegiatan pemanfaatan guna mencapai pembangunan yang optimal dan berkelanjutan. Sebaliknya pengelolaan sumberdaya sektoral ialah pengelolaan sumberdaya tertentu untuk tujuan tertentu dan mengabaikan lintas sektor. Sedangkan Bengen (2002) menjelaskan keterpaduan dalam pengelolaan mencakup dimensi geografis, para pihak, sektor dan ilmu pengetahuan.

Hagman dan Chuma (2002) menyatakan bahwa tujuan dari pengelolaan sumberdaya alam ialah untuk kesejahteraan dan meningkatkan pengelolaan sumberdaya alam secara berkelanjutan. Selanjutnya Hagman dan Chuma mengacu Kolb (1984); Hamilton (1995) menyatakan tiga pilar pengelolaan sumberdaya alam yaitu; (1) kejelasan disain kebijakan, dimana inovasi proses ditekankan pada proses pengembangan masyarakat yang lebih luas mencakup pengembangan organisasi lokal. Inovasi ditekankan pada proses sosial dari pada teknologi; (2) proses fasilitasi yang merupakan kunci sukses keberhasilan; (3) pengalaman masyarakat sebagai metodologi mengoperasionalkan pengalamannya dan menemukan pembelajaran.

Pengelolaan sumberdaya alam lahan basah, termasuk danau merupakan tema penting yang dibahas ditingkat dunia dalam konferensi Ramsar pada tahun 1971. Pada *event* tersebut telah disepakati kerja sama internasional tentang konservasi dan pemanfaatan lahan basah secara bijaksana. Indonesia telah meratifikasi Ramsar melalui Keputusan Presiden RI No. 48 tahun 1991. Kebijakan tersebut tidak efektif menjadi spirit dalam kebijakan operasional pengelolaan danau. Indikatornya ialah banyak ekosistem danau di Indonesia mengalami degradasi. Oleh karena itu kemauan politik pemerintah untuk mendorong lahirnya spirit pengelolaan danau yang berkelanjutan menjadi penting, karena danau merupakan sumber air bersih paling besar bagi keberlangsungan hidup.

E. Sistem dan Pendekatan Sistem

a. Pengertian dan Tipe Sistem

Sistem adalah suatu gugus dari komponen yang saling terkait dan terorganisasi dalam rangka mencapai suatu tujuan atau gugus tujuan tertentu,

(Manetsch dan Park 1979 diacu Eriyatno 1997). Pengertian tersebut memberikan penjelasan bahwa dalam sistem terdapat bagian-bagian yang saling berinteraksi dalam upaya pencapaian tujuan. Oleh karena itu lebih lanjut Marimin (2004) mengatakan bahwa, sistem merupakan gugus dari elemen-elemen yang saling berinteraksi secara teratur dalam rangka mencapai tujuan atau sub tujuan.

Muhammadi, Aminullah, & Soesilo (2001) memberi pengertian sistem sebagai keseluruhan interaksi antara unsur dari sebuah obyek dalam batas tertentu yang bekerja mencapai tujuan tertentu. Ada tiga kata kunci dalam pengertian tersebut yaitu keseluruhan, interaksi dan unsur. Keseluruhan menunjukkan totalitas kinerja yang terdapat dalam sistem. Interaksi merupakan pengikat atau penghubung antara unsur-unsur dalam suatu sistem. Sedangkan unsur menggambarkan benda baik abstrak maupun konkrit yang menyusun obyek sistem. Dengan demikian unjuk kerja dari suatu sistem ditentukan oleh fungsi unsur. Unsur-unsur yang menyusun sistem disebut sebagai subsistem.

Menurut Hartrisari (2007) suatu sistem dapat terdiri atas beberapa subsistem. Masing-masing susbsistem *open sistem* tersebut memiliki fungsi yang berbeda. Namun secara keseluruhan dalam konsep sistem memiliki fungsi yang sama. Artinya masing-masing fungsi dari subsistem tersebut saling mendukung untuk berjalannya fungsi sistem secara keseluruhan.

Hartrisari (2007) menjelaskan bahwa sistem dapat digolongkan dalam dua tipe yaitu, (1) sistem terbuka dan (2) sistem tertutup atau *closed sistem*. Sistem terbuka ialah sistem yang out putnya merupakan tanggapan dari in put, namun tidak memberi umpan balik terhadap in put. Sebaliknya sistem tertutup, out putnya memberikan umpan balik terhadap in put. Sedangkan Muhammadi, Aminullah, & Soesilo (2001) menjelaskan bahwa sistem terbuka ialah sistem yang ada pada realita dunia nyata. Sedangkan sistem tertutup hanya ada dalam suatu konsepsi.

b. Pendekatan Sistem

Pendekatan sistem adalah suatu pendekatan analisis organisatoris yang menggunakan ciri-ciri sistem sebagai titik tolak analisis, (Marimin 2004). Sedangkan Eriyatno (1998) menjelaskan bahwa pemikiran sistem selalu mencari keterpaduan antar bagian melalui pemahaman yang utuh, maka diperlukan suatu kerangka fikir baru yang terkenal sebagai pendekatan sistem (*sistem approach*). Dengan demikian pendekatan sistem merupakan cara penyelesaian persoalan yang komprehensif dan berorientasi tujuan. Selanjutnya disampaikan bahwa pendekatan sistem dapat memberi landasan

untuk pengertian yang lebih luas mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi perilaku sistem dan memberikan dasar untuk memahami penyebab ganda dari suatu masalah dalam kerangka sistem.

Hartrisari (2007) menjelaskan pendekatan sistem merupakan pendekatan yang tidak secara langsung mereduksi faktor yang berpengaruh tetapi lebih bersifat menyeluruh. Pendekatan yang bersifat holistik lebih memfokuskan keterkaitan antara faktor. Sedangkan Eryatno (1999) menjelaskan bahwa untuk dapat bekerja secara sempurna suatu pendekatan sistem mempunyai delapan unsur yang meliputi (1) metodologi untuk perencanaan dan pengelolaan, (2) tim yang multidisipliner, (3) pengorganisasian, (4) disiplin untuk bidang yang kuantitatif, (5) teknik model matematik, (6) teknik simulasi, (7) teknik optimasi dan (8) aplikasi komputer. Sedangkan Manetch dan Park (1997) diacu Edwarsyah (2008) menjelaskan bahwa pendekatan sistem akan dapat berjalan dengan baik, jika terpenuhi kondisi-kondisi berikut ini.

1. Tujuan sistem didefinisikan dengan baik dapat dikenali jika tidak dapat dikuantifikasi;
2. Prosedur pembuatan keputusan sangat jelas atau tersentralisasi;
3. Dalam perencanaan jangka panjang memungkinkan untuk dilakukan.

Keunggulan pendekatan sistem antara lain: (1) pendekatan sistem diperlukan karena makin lama makin dirasakan interdependensinya dari berbagai bagian dalam mencapai tujuan sistem, (2) sangat penting untuk menonjolkan tujuan yang hendak dicapai, dan tidak terikat pada prosedur koordinasi atau pengawasan dan pengendalian itu sendiri, (3) dalam banyak hal pendekatan manajemen tradisional seringkali mengarahkan pandangan pada cara-cara koordinasi dan kontrol yang tepat, seolah-olah inilah yang menjadi tujuan manajemen, padahal tindakan-tindakan koordinasi dan kontrol ini hanyalah suatu cara untuk mencapai tujuan, dan harus disesuaikan dengan lingkungan yang dihadapi, (4) konsep sistem terutama berguna sebagai cara berfikir dalam suatu kerangka analisis, yang dapat memberi pengertian yang lebih mendasar mengenai perilaku dari suatu sistem dalam mencapai tujuannya (Marimin, 2007).

Menurut Marimin (2007) sifat dasar dari suatu sistem terdiri atas tujuh, yaitu:

1. Pencapaian tujuan, prinsip ini memberikan sifat bahwa sistem merupakan sesuatu yang dinamis dalam mencapai tujuan;
2. Kesatuan usahan, prinsip ini menjelaskan bahwa hasil keseluruhan dari sistem melebihi bagian-bagiannya atau disebut konsep sinergi;

3. Keterbukaan terhadap lingkungan, prinsip ini menjelaskan bahwa lingkungan merupakan sumber potensi dan hambatan. Oleh karena itu pencapaian tujuan suatu sistem relatif tidak mutlak. Sebaliknya dapat dilakukan dengan berbagai cara sesuai dengan tantangan lingkungannya;
4. Transformasi, yaitu prinsip yang menjelaskan tentang proses perubahan input menjadi out put.

Menurut Hartrisari (2007) pendekatan sistem memiliki beberapa tahapan.

1. Analisis kebutuhan, bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan-kebutuhan dari masing-masing para pihak.
2. Formulasi permasalahan, mengkombinasikan dan mensinergiskan semua permasalahan yang merupakan kebutuhan para pihak dalam sistem.
3. Identifikasi sistem, yaitu memahami mekanisme yang terjadi dalam sistem mencakup faktor-faktor yang terkait di dalamnya. Identifikasi sistem dapat dilakukan dengan diagram in put-out put atau diagram lingkaran sebab akibat.
4. Simulasi pemodelan, yaitu tahap interaksi antara analisis sistem dengan pembuatan keputusan yang menggunakan model dengan mempertimbangkan berbagai variabel yang dimasukkan.
5. Validasi dan verifikasi.

Pendekatan sistem menggunakan model untuk mempelajari perilaku sistem yang dikaji, yang digunakan sebagai dasar perbaikan sistem. Sementara model adalah penyederhanaan sistem. Sistem merupakan sangat kompleks, maka model dibuat untuk memudahkan memahami gambaran sistem. Tujuan penyusunan model yaitu; (1) memahami proses yang terjadi dalam suatu sistem; (2) membuat prediksi dan (3) menunjang pengambilan keputusan (Hartisari, 2007).

Menurut Barlas (1996) validasi adalah aspek yang penting pada pendekatan model dinamik. Walaupun validasi model hanya merupakan bagian dari tahapan pendekatan model dinamik, namun sangat menentukan keberlakuan dari model tersebut. Selanjutnya disampaikan bahwa ada dua tipe validasi yaitu validasi struktur dan validasi out put (kinerja). Validasi struktur terkait dengan kesesuaian antara teori yang menjadi dasar sistem empiris yang dibangun dengan perilaku modelnya. Sedangkan validasi kinerja ialah membandingkan antara data simulasi dengan data empiris. Mahmudi *et al.* (2001) menyatakan bahwa validasi kinerja bisa dilakukan

dengan dua cara yaitu secara visual dan secara statistik. Salah satu cara statistik untuk menguji kinerja model ialah dengan menghitung *Absolute Means Error* (AME). Jika nilai $AME > 10\%$ maka validasi kinerjanya rendah sehingga model harus diperbaiki. Sebaliknya jika $AME < 10\%$ validasi kinerja modelnya baik, dan model bisa digunakan.

BAB III

JATUH HATI PADA DANAU LIMBOTO

Ada banyak danau yang dapat jadi pilihan sebagai objek penelitian. Dari sekian danau, penulis memilih danau Limboto karena beberapa alasan pribadi yang dirasa memiliki alasan yang logis. Pertama, karena penulis mengabdikan sebagai pengajar di universitas yang berada di wilayah Gorontalo tempat danau Limboto berada. Kedua, sebagai penghuni tetap Gorontalo dan hidup bersama keluarga di Gorontalo menumbuhkan rasa keinginan yang kuat untuk turut serta memajukan Gorontalo melalui sebuah penelitian yang diharapkan membawa manfaat yang baik bagi Provinsi Gorontalo.

Danau Limboto merupakan danau terbesar yang terdapat di Gorontalo dan memiliki peran sangat penting. Masyarakat pesisir danau memiliki ketergantungan ekonomi yang sangat tinggi. Berdasarkan monografi Danau Limboto, terinformasikan bahwa terdapat 329 Rumah Tangga Perikanan (RTP) dengan sistem KJA dan 1454 RTP nelayan, sedangkan nelayan Bibilo mencapai 785 RTP. Dengan demikian seluruh RTP di Danau Limboto ialah 2569. Bila masing-masing RTP terdapat dua kepala rumah tangga, maka ada 5138 rumah tangga. Bila asumsinya satu rumah tangga terdapat 4 anggota, maka penduduk yang memiliki ketergantungan ekonomi terhadap danau ialah 20.552 jiwa (Badan Riset Kelautan dan Perikanan 2008). Jumlah KJA yang meningkat pesat menjadi salah satu faktor pertumbuhan tanaman air di danau tinggi (Sarita, Purnomo, Umar, & Setyaningsih, 1994). Menurut (Byod, 1998), populasi tanaman air yang mencapai 10-20% dari luas permukaan perairan akan menyulitkan pengelolaan perikanan.

Disisi lain aktivitas di daerah tangkapan air Danau Limboto menunjukkan perubahan penggunaan lahan. Hal tersebut dipicu oleh kebutuhan lahan untuk kegiatan ekonomi mencakup lahan untuk pertanian dan permukiman. Implikasinya, erosi di daerah tangkapan air sangat tinggi. Potensi erosi tersebut didukung pula oleh karakteristik fisiografis yang berbukit dengan kelerengan tajam. Dampak lanjutannya ialah erosi tersebut melalui pergerakan *run off* menjadi sedimen di Danau Limboto, sehingga berpengaruh terhadap pendangkalan danau. Jika kondisi tersebut dibiarkan maka dikhawatirkan ekosistem Danau Limboto akan punah dalam waktu dekat. Padahal danau ini memiliki fungsi yang sangat strategis bagi masyarakat di kawasan ini.

Berdasarkan fakta di atas, maka Danau Limboto oleh KLH digolongkan kedalam 15 danau kritis. Kondisi tersebut menggambarkan

bahwa kebijakan pengelolaan sumberdaya Danau Limboto belum komprehensif. Hal tersebut terindikasi dari belum optimalnya pembangunan kawasan danau untuk mendukung keberlanjutan fungsi Danau Limboto. Implikasinya ialah tekanan pembangunan terhadap ekosistem Danau Limboto sangat tinggi. Hal tersebut tergambarkan oleh degradasi Danau Limboto yang terus berlangsung hingga saat sekarang.

Uraian tersebut menggambarkan pengelolaan danau Limboto bersifat sektoral. Pengelolaan sumberdaya sektoral berkaitan hanya dengan satu jenis sumberdaya untuk memenuhi tujuan tertentu dengan mengabaikan lintas sektor. Sisi lain kerusakan ekosistem Danau Limboto akan memberikan dampak yang merambat dan kompleks, antara lain; (1) dampak aspek sosial-ekonomi akan mengancam masyarakat nelayan dan pembudidaya ikan yang jumlahnya 50% dari total penduduk pinggiran danau. Bahkan kondisi tersebut berpotensi menimbulkan *social explosive* (konflik), karena sumberdaya yang tersedia semakin terbatas, sedangkan jumlah pemanfaatannya bertambah.

Sisi lain penduduk bermatapencarian nelayan memiliki mobilisasi vertikal yang rendah, sehingga akan menimbulkan kantong-kantong kemiskinan yang lebih parah; (2) menurunnya ketahanan pangan, karena rusaknya Danau Limboto akan menurunkan produksi ikan, sedangkan Danau Limboto merupakan satu-satunya sumber perikanan darat di Gorontalo. Selanjutnya kondisi tersebut akan memberikan dampak lanjutan terhadap potensi kekurangan gizi bagi masyarakat. Ikan, selain mengandung gizi tinggi juga harganya relatif lebih murah dibandingkan sumber protein hewani lainnya; (3) menurunnya fungsi danau sebagai reservoir pada musim penghujan, sehingga menimbulkan banjir yang mengakibatkan kerugian material dan trauma bagi masyarakat sekitarnya. Sebaliknya pada musim kemarau airnya menjadi berkurang; (4) terganggunya keanekaragaman hayati mencakup gen, spesies dan ekosistem. Seperti yang disampaikan oleh masyarakat setempat bahwa beberapa ikan lokal populasinya mengalami penurunan drastis. Artinya jika dibiarkan maka akan menimbulkan kepunahannya; (5) terancamnya kebudayaan lokal yang menempatkan Danau Limboto bagian dari kehidupan masyarakat Gorontalo; (6) terancamnya pengembangan wisata danau dimana di dalamnya terdapat museum Soekarno.

Kerusakan ekosistem Danau Limboto yang diuraikan di atas, merupakan dampak dari kebijakan pengelolaan terhadap danau yang tidak efektif. Kebijakan pengelolaan Danau Limboto yang berlangsung selama ini berorientasi sektoral. Agenda-agenda pembangunan di kawasan Danau

Limboto tidak terpadu, sehingga berimplikasi terhadap kerusakan ekosistem danau. Oleh karena itu, dipandang penting, mendasar dan mendesak untuk melakukan penelitian tentang desain kebijakan pengelolaan Danau Limboto. Hal tersebut didasarkan atas tujuan bersama untuk menyelamatkan Danau Limboto sebagai sumberdaya strategis daerah.

Danau Limboto berada di antara dua wilayah pemerintah daerah yaitu Kabupaten Gorontalo dan Kota Gorontalo, sedangkan Daerah Tangkapan Airnya mayoritas berada di Kabupaten Gorontalo. Menurut Whitten, Mustafa, & Henderson (1987) danau Limboto masuk dalam kategori danau genangan. (Lehmusluoto, et al., 1997) menyatakan bahwa Danau Limboto berada pada elevasi 25 meter dari permukaan laut dan kedalamannya rata-rata ialah 2,5 meter.

Fisiografi daerah tangkapan Danau Limboto memiliki bentuk lahan yang beragam mulai dataran rendah hingga berbukit. Kondisi ketererangan daerah tangkapan Danau Limboto 50% tergolong curam hingga sangat curam. Sementara penggunaan lahan hutan di DAS Danau Limboto tahun 2003 adalah 16,37%, sedangkan sisanya yaitu 83,63% terdiri atas tegalan, sawah, rawa, permukiman dan ladang (Balai Wilayah Sungai Sulawesi, 2008). Sementara dalam Master Plan Danau Limboto (2006) penggunaan lahan DAS Limboto pada tahun 1991 untuk hutan yaitu 25,81%, sisanya nonhutan. Data tersebut menunjukkan perubahan penggunaan lahan yang sangat signifikan. Data tersebut juga memberikan petunjuk bahwa pengembangan pola ruang lingkungan Danau Limboto belum komprehensif.

Menurut Direktorat Kesehatan Ikan dan Lingkungan (2007) sedimen danau Limboto diakibatkan oleh penggunaan lahan untuk pertanian, permukiman dan aktivitas penebangan hutan liar. Sementara Lihawa (2009) menyatakan, pola penggunaan lahan di DAS Danau Limboto berpengaruh terhadap erosi dan sedimentasi. Selanjutnya disampaikan bahwa penggunaan lahan hutan memiliki tingkat erosi rendah dibandingkan penggunaan lahan pertanian. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pengembangan pola ruangnya mengabaikan aspek keberlanjutan dan peruntukannya.

Kerusakan Danau Limboto ditunjukkan pula dengan munculnya tanah-tanah timbulan. Pengamatan lapangan menggambarkan bahwa tanah timbulan tersebut telah diokupasi dan dikuasai oleh masyarakat untuk permukiman dan pertanian. Hal lainnya diperoleh informasi dari lapangan bahwa kawasan perairan danau sudah dikapling-kapling untuk kegiatan perikanan Bibilo dan perikanan budidaya. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan kerawanan sosial karena konflik dapat dipicu oleh perebutan kawasan danau.

A. Letak Administrasi dan Geografis Danau Limboto

Provinsi Gorontalo menjadi provinsi dengan status berdiri sendiri berdasarkan pemekaran dari Provinsi Sulawesi Utara pada tahun 2000. Keberadaan Provinsi Gorontalo diatur dalam UU No. 38 tahun 2000 tentang Pembentukan Provinsi Gorontalo. Salah satu sumberdaya alam yang menjadi kebanggaan provinsi ini adalah Danau Limboto.

Secara administrasi kawasan Danau Limboto berada di dua wilayah yaitu Kabupaten Gorontalo dan Kota Gorontalo yang meliputi dua belas kecamatan. Beberapa kecamatan yang berbatasan langsung dengan Danau Limboto adalah sebagai berikut:

1. Sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Kota Barat Kota Gorontalo;
2. Sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Limboto Kabupaten Gorontalo;
3. Sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Batudaa Kabupaten Gorontalo;
4. Sebelah barat berbatasan dengan Telaga Biru Kabupaten Gorontalo.

Berdasarkan gambaran batas administrasi tersebut di atas, menunjukkan bahwa luasan danau terbesar berada di Kabupaten Gorontalo yang berbatasan dengan tiga kecamatan. Sedangkan luasan danau yang masuk wilayah administrasi Kota Gorontalo relatif kecil yaitu Kecamatan Kota Barat.

Danau Limboto merupakan danau terbesar di Provinsi Gorontalo dan terletak di bagian tengah dari provinsi. Berdasarkan pendekatan Daerah Aliran Sungai maka letak geografis Danau Limboto pada $122^{\circ} 42' 0,24'' - 123^{\circ} 03' 1,17''$ BT dan $0,0^{\circ} 33' 0,35'' - 0,0^{\circ} 47' 0,49''$ LU. Danau Limboto menurut (Lehmusluoto, et al., 1997) Lehmusluoto *et al.* (1997) merupakan danau genangan yang terbentuk sebagai akibat depresi relatif dangkal. Berbeda dengan danau umumnya yang berada pada dataran tinggi, Danau Limboto berada di dataran rendah dan di pinggiran Kota Gorontalo. Bentang alam Danau Limboto merupakan kawasan perbukitan seperti disajikan pada Gambar 14. Arah pola ruang RTRW Sulawesi menjadikan Danau Limboto sebagai kawasan taman wisata.



Gambar 14
Danau Limboto dan latar belakang perbukitannya

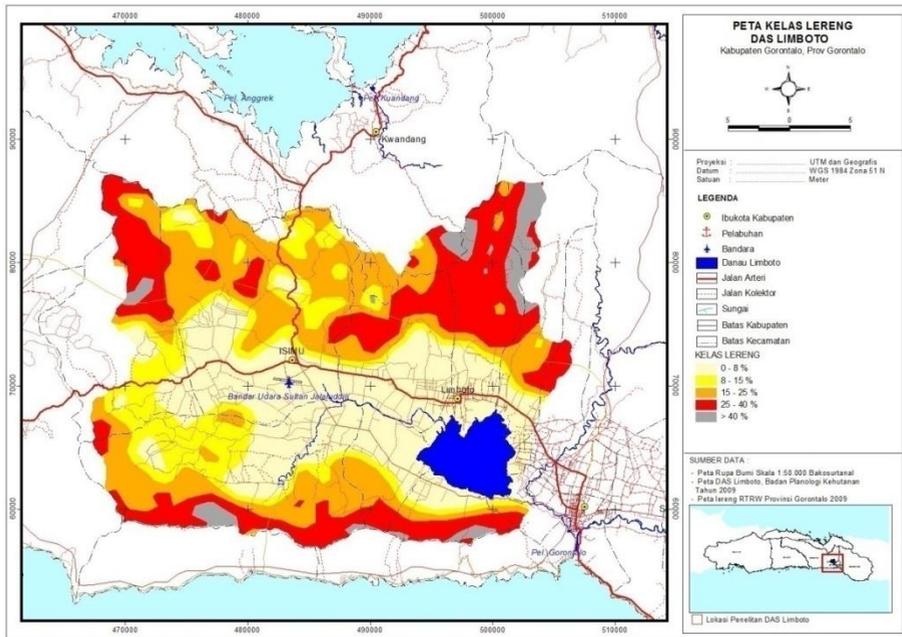
B. Topografi Danau Limboto

Kelerengan merupakan faktor fisik yang memiliki potensi negatif terhadap pengelolaan danau, jika tidak mempertimbangkan aspek daya dukungnya. Kondisi kelerengan lanskap kawasan Danau Limboto sangat beragam yaitu (1) 0% - 8% (datar); (2) 8% - 15% (landai); (3) 15% - 25% (agak curam); (4) 25% - 45% (curam); dan (5) > 45% (sangat curam). Kondisi kelerengan kawasan Danau Limboto disajikan pada Gambar 15. Luas kelerengan lahan di DAS Limboto tersebut ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 6. Klasifikasi lereng dan luasnya di kawasan Danau Limboto

Kelerengan(%)	Klasifikasi	Ha	%
0 – 8	Datar	38.577,77	43,22
8 – 15	Landai	3.785,83	4,24
15 – 25	Agak Curam	2.708,68	3,03
25 – 40	Curam	38.200,72	42,80
> 40	Sangat Curam	5.986,00	6,71
Total		89.259,00	100

Berdasarkan data pada Tabel 6, menunjukkan bahwa klasifikasi kelerengan datar ialah paling luas dan nomor dua adalah klasifikasi curam. Klasifikasi kelerengan secara garis besar yaitu ada dua (1) kelerengan landai luasnya 37.856 ha (43%), dan (2) kelerengan curam ialah 37.486 ha (42%). Hal itu memberikan tafsiran bahwa lanskap Danau Limboto jika tidak dikelola secara tepat maka akan memberikan tekanan serius terhadap danau. Seperti disampaikan oleh (Rahim, 2006)Rahim (2006) bahwa walaupun faktor pembatas suatu lahan secara mayoritas terkategori baik, namun jika lerengnya agak curam maka tidak bisa dilaksanakan kegiatan pertanian sangat intensif dan intensif. Karena aktivitas tersebut potensial mendorong terjadinya erosi secara besar-besaran. Kelerengan menjadi faktor pembatas dalam menentukan kemampuan dan kesesuaian suatu lahan. Menurut SK Menteri Pertanian Nomor 837/Kpts/Um/11/1980 Tentang Kriteria Penetapan Kawasan Lindung, kelerengan lahan yang sangat curam secara otomatis diarahkan sebagai hutan lindung.



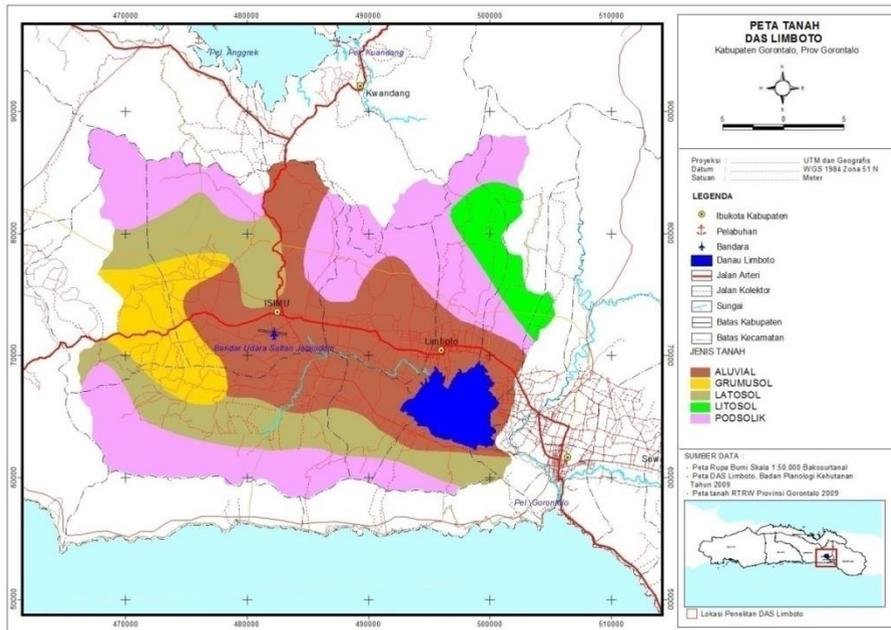
Gambar 15. Peta Lereng di wilayah DAS Limboto

C. Kondisi Tanah Danau Limboto

Tanah merupakan tampilan alamiah bentang lahan bersama tampilan alamiah yang lain seperti sungai, rawa, gunung dan hutan. Ada enam faktor yang menentukan keberadaan tanah, yaitu (1) bahan induk tanah, (2) relief,

(3) bentuk lahan, (4) iklim, (5) organisme dan (6) waktu, (Notohadiprowiro, 2006). Keenam tersebut saling berinteraksi secara kompleks menentukan keberadaan tanah.

Tanah merupakan media tumbuh bagi vegetasi. Menurut dokumen RTRW Provinsi Gorontalo (2008) di provinsi ini ditemukan tanah yang diklasifikasikan sebagai Alluvial, Gromusol, Andosol, Latosol, Podsolik dan Litosol. Berdasarkan sifat-sifatnya, jenis tanah tersebut memiliki kemampuan lahan untuk pengembangannya yang variatif dari rendah sampai tinggi. Peta tanah di kawasan Danau Limboto disajikan Gambar 16.



Gambar 16 . Peta jenis tanah di DAS Limboto

Kondisi tanah di kawasan DAS Limboto akan memberikan pengaruh secara tidak langsung terhadap pengelolaan Danau Limboto. Gambar 16 di atas menunjukkan beberapa jenis tanah di Daerah Aliran Sungai (DAS) Limboto. Luas dan persentase jenis tanah tersebut disajikan pada Tabel 7. Tabel 7 tersebut memberikan informasi bahwa jenis tanah yang dominan di kawasan daerah tangkapan air Danau Limboto ialah alluvial sebesar 30.651,54 ha (34,34 %), disusul jenis tanah dominan kedua adalah podsolik yaitu 30.571,21 ha (34,25 %). Sedangkan jenis tanah yang luasannya paling kecil di kawasan ini ialah litosol sebesar 5.266,28 Ha (5,9 %).

Tabel 7. Kondisi tanah di wilayah DAS Limboto

No	Jenis Tanah	Luas	
		Ha	Prosentase
1	Aluvial	30.651,54	34,34
2	Grumusol	6.997,91	7,84
3	Latosol	15.772,07	17,67
4	Litosol	5.266,28	5,9
5	Podsolik	30.571,21	34,25
Total		89.259	100

Menurut SK Menteri Pertanian Nomor:837/Kpts/Um/11/1980 Tentang Kriteria Penetapan Kawasan Lindung, jenis tanah yang sangat peka terhadap erosi adalah Litosol. Sedangkan jenis tanah yang tergolong peka terhadap erosi ialah Podsolik dan Gramusol. Artinya di kawasan ini tanahnya didominasi oleh jenis tanah yang peka sampai sangat peka terhadap erosi. Hal tersebut sesuai dengan Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Gorontalo bahwa erosi di DAS Limboto sangat tinggi (Pemerintah Provinsi Gorontalo 2009)

D. Kondisi Geologi Danau Limboto

Geologi kawasan merupakan aspek yang penting dipahami pada saat akan dilakukan pengelolaan secara terpadu terhadap Danau Limboto. Misalnya kawasan yang memiliki kerawanan terhadap peristiwa erosi bisa menjadi informasi awal terkait tindakan pengelolaannya, sehingga dampaknya terhadap Danau Limboto dapat diminimalisir. Kawasan ini merupakan bagian dari dataran rendah yang terbentuk memanjang dari arah Barat–Timur, terbentang dari Danau Limboto sampai ke lembah Paguyaman. Di sekeliling dataran rendah ini terdapat perbukitan terjal dan bergelombang rendah yang ditempati oleh formasi batuan penyusun sebagai berikut (Lihawa, 2009):

1. Formasi Tinombo, formasi ini berumur tersier tersusun atas lava basal, basal sepeletan, lava adesit, breksi gunung berapi, batu lanau, batu pasir, batu gamping merah, batu gamping kelabu, dan batuan termalihkan lemah;
2. Diorit Bone, tersusun atas diorite, diorite kuarsa, granodiorit, dan granit, umur satuan batuan ini sekitar Miosen;

3. Batuan Gunung api Bilungala, terdiri atas breksi, tuf dan lava bersusun andesit dan riolit. Umur batuan diperkirakan Miosen bawah-Miosen Akhir;
4. Formasi Dolokapa, tersusun atas batu lanau, batu lumpur, konglomerat, tuf, aglomerat, breksi gunung api, lava andesit sampai basal;
5. Gunung Pinogu, tersusun atas aglomerat, tuf, lava andesit-basal dengan umur diperkirakan Pliosen;
6. Batuan Gamping Klastika, tersusun atas kalkarenit, kalsirudit, dan batuan gamping lokal. Umur geologinya adalah Pliosen sampai Plistosen;
7. Batuan Gamping Terumbu, tersusun atas batu gamping terumbu yang terdiri atas batu gamping lokal. Umur geologinya adalah Holosen;
8. Endapan Danau, tersusun atas lempung, pasir dan kerikil. Umur endapan diperkirakan Plistosen;
9. Aluvium dan Endapan Pantai, terdiri atas pasir, lumpur, lempung, kerikil dan kelakar.

BAB IV

KEADAAN SOSIAL EKONOMI KAWASAN DANAU LIMBOTO

Kondisi sosial ekonomi pada batas-batas tertentu dapat menggambarkan perkembangan suatu daerah. Dengan demikian pemahaman terhadap kondisi sosial-ekonomi kawasan Danau Limboto akan membantu dalam merumuskan kebijakan pengelolaan terhadap danau.

A. Kependudukan

Daerah Aliran Sungai (DAS) Limboto sebagai kawasan tangkapan air Danau Limboto secara administrasi mencakup dua belas kecamatan. Berdasarkan data BPS Provinsi Gorontalo tahun 2010 data jumlah penduduk kecamatan tersebut disajikan pada Tabel 8. Tabel tersebut menginformasikan bahwa dari dua belas kecamatan, menunjukkan jumlah penduduk dan luasan serta kepadatannya bervariasi. Kecamatan Limboto merupakan kecamatan yang memiliki jumlah penduduk terbanyak yaitu 45.589 jiwa, disusul Kecamatan Tibawa sebesar 37.691 jiwa dan Bongomeme adalah 33.167 jiwa. Sedangkan Kecamatan Telaga Jaya memiliki jumlah penduduk terendah yaitu 10.398 jiwa, disusul Kecamatan Batudaa sebesar 12.878 jiwa dan Kecamatan Tilango ialah 12.838 jiwa. Tingginya jumlah penduduk di Kecamatan Limboto dipengaruhi oleh status kecamatan ini sebagai ibu kota kabupaten yang memiliki berbagai sarana prasarana lebih maju, sehingga mendorong terhadap tingginya jumlah penduduk.

Tabel 8. Luas wilayah, jumlah penduduk, dan kepadatan di kecamatan KawasanTangkapan Air Danau Limboto tahun 2010

No	Kecamatan	Luas Wilayah (km ²)	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kepadatan (jiwa/km ²)
1	Batudaa	34,66	12.878	371,55
2	Bongomeme	257,73	33.167	128,69
3	Tibawa	240,9	37.691	156,46
4	Pulubala	220,28	22.401	101,69
5	Limboto	147,19	45.589	309,73
6	Limboto Barat	144,16	23.405	162,35
7	Telaga	78,18	20.689	264,63

8	Telaga Jaya	5,73	10.398	1.814,66
9	Tilango	5,62	12.838	2.284,34
10	Telaga Biru	104,7	26.354	251,71
11	Tabongo	4,48	16.150	326,39
12	Kota Barat	15,16	21.923	1.446,11

Sumber: BPS Kabupaten Gorontalo dan Kota Gorontalo (2011)

Berdasarkan Tabel 8, kepadatan penduduk terbesar ialah Kecamatan Tilango sebesar 2.284,34 jiwa/km², Telaga Jaya sebesar 1.814,66 jiwa/km², dan Kota Barat adalah 1.446,11 jiwa/km². Disamping faktor luasan yang relatif kecil, ketiga kecamatan tersebut berada di lokasi pinggiran kota yang memiliki aksesibilitas terhadap sarana prasarana sosial sangat baik.

Tiga kecamatan yang memiliki kepadatan penduduk terkecil ialah; (1) Kecamatan Pulubala sebesar 101,69 jiwa/km², (2) Kecamatan Bongomeme yaitu 128,69 jiwa/km², dan (3) Kecamatan Tibawa sebesar 156,46 jiwa/km². Kondisi tersebut menggambarkan bahwa lahan pertanian di kecamatan tersebut masih relatif luas dibandingkan kecamatan lainnya. Dengan demikian aktivitas pertanian di kecamatan tersebut relatif besar, sehingga secara tidak langsung akan memberikan dampak terhadap ekosistem perairan Danau Limboto. Kondisi tersebut potensial terjadi karena, aktivitas pertanian di kawasan ini belum mengaplikasikan konservasi tanah dan air. Sisi lain aspek demografi kawasan digambarkan dengan data serial jumlah penduduk antara tahun 2003-2009 menurut kecamatan disajikan pada Tabel 9.

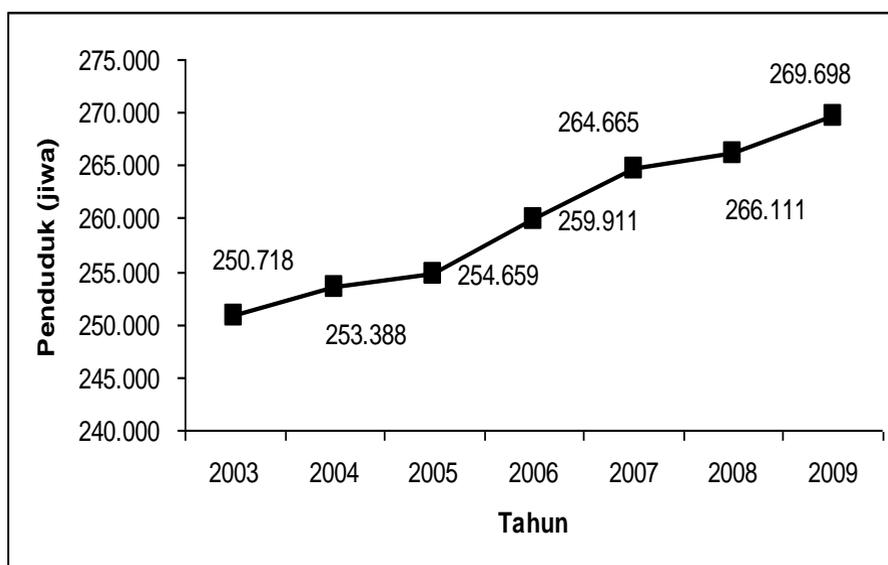
Tabel 9. Jumlah Penduduk Kecamatan Sekitar Kawasan Danau Limboto Tahun 2003-2009

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk (jiwa)						
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	Batudaa	26.222	26.667	26.824	27.604	27.978	12.717	12.724
2	Bongomeme	32.277	32.825	33.019	33.978	34.438	33.333	33.170
3	Tibawa	33.662	34.233	34.436	35.436	35.916	34.216	34.595
4	Pulubala	22.124	22.500	22.632	23.290	23.605	22.852	23.034
5	Limboto	37295	37.928	38.152	39.261	39.793	41.916	42.415
6	Limboto Barat	20.732	21.084	21.209	21.826	22.122	22.316	22.092
7	Telaga	37.270	37.903	38.127	39.235	39.766	18.556	18.767
8	Telaga Jaya	0	0	0	0	0	9.326	9.422

9	Tilango	0	0	0	0	0	11.484	11.512
10	Telaga Biru	22.382	22.762	22.896	23.562	23.881	24.263	24.830
11	Tabongo	0	0	0	0	0	16.186	16.293
12	Kota Barat	18.754	17.486	17.364	18.719	18.888	18.946	20.844

Sumber: BPS Kabupaten Gorontalo dan Kota Gorontalo (2010)

Tabel 9, memberi informasi bahwa jumlah penduduk menurut kecamatan di kawasan Danau Limboto dari tahun 2003 hingga 2009 mengalami peningkatan. Data pada Tabel 9 di atas dalam bentuk pertambahan jumlah penduduk tahunan dari tahun 2003-2009 disajikan pada Gambar 17 di bawah ini.



Gambar 17. Jumlah penduduk di Kawasan Danau Limboto

Berdasarkan data yang disajikan pada Gambar 17 di atas maka laju pertumbuhan penduduk di kawasan Danau Limboto ialah 1,3%. Laju pertumbuhan penduduk tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan laju pertumbuhan penduduk nasional yaitu 1,34%. Data tersebut juga memberikan informasi penting kaitannya dengan potensi perubahan penggunaan lahan sebagai akibat tekanan dari pertumbuhan penduduk.

B. Gambaran Mata Pencaharian

Secara geografis, kawasan Danau Limboto secara umum dapat dibagi dalam dua wilayah yaitu (1) wilayah pesisir danau dan (2) wilayah hulu

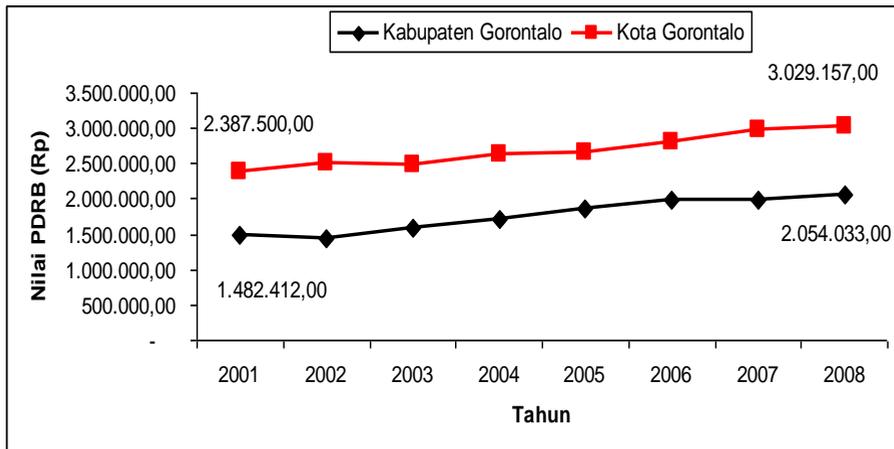
danau. Wilayah hulu secara umum penduduknya memiliki matapecaharian di sektor pertanian. Sebaliknya, penduduk wilayah pesisir memiliki mata pencaharian di sektor perikanan. Berdasarkan data Kecamatan dalam Angka (2010).

C. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

Produk domestik regional bruto (PDRB) adalah total nilai tambah bruto yang dihasilkan oleh seluruh sektor suatu wilayah dalam periode tertentu tanpa memperhatikan kepemilikan faktor produksi (BPPS 2000). PDRB yang meningkat akan berdampak pada pertumbuhan ekonomi dan peningkatan pendapatan secara makro. Oleh Karena itu Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) merupakan indikator makro ekonomi yang dipakai untuk melihat karakteristik perekonomian di suatu wilayah. Artinya suatu wilayah yang memiliki PDRB perkapita tinggi akan dianggap sebagai wilayah yang memiliki tingkat kesejahteraan ekonomi tinggi, terlepas apakah terdistribusi secara seimbang.

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) per kapita diperoleh dari total PDRB dibagi dengan jumlah penduduk pertengahan tahun. PDRB dapat digunakan sebagai indikator produktivitas rata-rata penduduk suatu daerah. PDRB atas dasar harga berlaku menggambarkan nilai tambah barang dan jasa yang dihitung menggunakan harga yang berlaku setiap tahun. Sedangkan PDRB atas harga konstan memberikan arti bahwa nilai tambah barang dan jasa tersebut dihitung menggunakan harga yang berlaku pada satu tahun tertentu sebagai dasar. Gambaran dinamika PDRB perkapita di kabupaten Gorontalo dan Kota Gorontalo disajikan pada Gambar 18 (Mopangga, 2010).

Gambar 18. PDRB per kapita Kota Gorontalo dan Kabupaten Gorontalo tahun 2001-2008



Walaupun PDRB Kabupaten Gorontalo tahun 2002 mengalami penurunan, namun secara umum selama tahun 2001-2008 terjadi peningkatan sebesar $\pm 72\%$, yaitu dari Rp. 1.482.412,00 pada tahun 2001 menjadi Rp. 2.054.033,00 pada tahun 2008. Hal yang sama terjadi pada PDRB perkapita Kota Gorontalo yang mengalami peningkatan sebesar $\pm 79\%$, dari Rp. 2.387.500,00 tahun 2001 menjadi Rp. 3.029.157,00 tahun 2008.

Gambar 18 juga memberikan arahan tafsiran bahwa PDRB perkapita Kota Gorontalo lebih tinggi dibandingkan Kabupaten Gorontalo. Hal tersebut mungkin dipengaruhi oleh faktor Kota Gorontalo sebagai ibu kota Provinsi Gorontalo sehingga berdampak pada aktivitas ekonomi yang lebih tinggi. Disamping itu pertumbuhan PDRB perkapita yang positif dari dua daerah tersebut menunjukkan bahwa pemekaran Provinsi Gorontalo dari provinsi induk yaitu Provinsi Sulawesi Utara memiliki dampak yang positif terhadap pertumbuhan ekonomi wilayahnya. Catatan penting disampaikan oleh (Arifin, 2001) bahwa harusnya pertumbuhan ekonomi yang diekspresikan melalui PDRB harus didepresikan dengan kerusakan lingkungan yang terjadi. Sehingga diperoleh gambaran pertumbuhan ekonomi yang ril setelah dikurangi biaya kerusakan ekologisnya. Sementara kontribusi persektor terhadap PDRB di Kabupaten Gorontalo disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11, juga menunjukkan bahwa sektor pertanian masih menjadi sektor unggulan yang mampu memberikan sumbangan terbesar bagi

pembentukan PDRB Kabupaten Gorontalo, baik atas dasar harga berlaku maupun harga konstan. Kontribusi yang diberikan oleh sektor pertanian atas dasar harga berlaku sebesar 319.586 juta rupiah, sedangkan berdasarkan harga konstan sektor ini mampu memberikan kontribusi sebesar 196.199 juta rupiah. Hal tersebut memberikan penjelasan bahwa sektor pertanian merupakan sektor utama di kabupaten ini. Dengan demikian pemerintah akan melakukan kebijakan strategis untuk mengembangkan sektor pertanian. Sisi lain hal tersebut menjadi perhatian penting mengingat pertanian yang mengabaikan aspek lingkungan akan memberikan tekanan semakin kuat terhadap ekosistem Danau Limboto. Sedangkan sektor yang memberikan kontribusi terendah ialah listrik, gas dan air bersih merupakan sektor yang memberikan kontribusi terkecil dalam pembentukan PDRB Kabupaten Gorontalo. Pada tahun 2007, sektor ini hanya mampu memberikan sumbangan sebesar 5.966 juta rupiah atas dasar harga berlaku dan sebesar 3.273 juta rupiah berdasarkan harga konstan.

Tabel 11. Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Gorontalo dan Kota Gorontalo 2007

No	Lapangan Usaha	PDRB (Juta Rupiah) Kabupaten Gorontalo		PDRB (Juta Rupiah) Kota Gorontalo	
		Harga Berlaku	Harga Konstan	Harga Berlaku	Harga Konstan
1	Pertanian	319.586	196.199	50.564,73	25.430,02
2	Pertambangan dan Penggalian	16.845	7.363	11.500,72	40.94,80
3	Industri Pengolahan	94.688	57.007	76.489,32	40.375,58
4	Listrik, Gas dan Air Bersih	5.966	3.273	25.140,83	11.256,78
5	Bangunan	69.084	31.541	58.295,19	42.151,11
6	Perdagangan, Hotel dan Restoran	107.853	62.174	206.131,77	11.5303,61
7	Pengangkutan dan Komunikasi	130.501	90.040	138.905,25	70.578,41
8	Keuangan, Persewaan dan Jasa Perusahaan	166.379	83.677	124.844,88	62.434,16

9	Jasa-Jasa	292.733	160.458	289.163,02	113.262,67
PDRB Kabupaten Gorontalo/Kota Gorontalo		1.203.635	691.732	981.035,71	484.887,14

Sumber:Kabupaten Gorontalo dan Kota Gorontalo dalam angka (2007)

Data pada Tabel 11, juga memberikan informasi kebalikannya untuk Kota Gorontalo.

Sektor yang memberikan kontribusi terbesar ialah sektor jasa untuk harga berlaku sebesar 2.89163,02 (\pm 29%) dan untuk harga konstan ialah 11.3261,14 (\pm 23%). Sebaliknya sektor pertanian secara prosentase menyumbang \pm 5%. Rendahnya kontribusi sektor pertanian disebabkan oleh aktivitas ekonomi hulu sektor primer pertanian bukan merupakan domain ekonomi perkotaan, sebaliknya merupakan domain ekonomi perdesaan. Hal tersebut memberikan arah tafsiran bahwa sektor pertanian tidak menjadi sektor lokomotif untuk Kota Gorontalo. Sebaliknya sektor jasa-jasa merupakan sektor strategis yang potensial menjadi lokomotif ekonomi di Kota Gorontalo.

D. Tingkat Pendidikan

Tingkat pendidikan penduduk dapat diukur dengan berbagai cara, salah satunya mengukur rata-rata lama sekolah penduduk. Secara umum rata-rata tingkat pendidikan penduduk di Provinsi Gorontalo sangat rendah yaitu hanya 6.8 tahun. Rata-rata lama sekolah di Kabupaten Gorontalo tahun 2002 ialah 6 tahun dan tahun 2006 adalah 6,4 tahun. Sedangkan rata-rata lama pendidikan di Kota Gorontalo adalah 8,8 tahun pada tahun 2002 dan 9,3 tahun di tahun 2006. Tahun 2006 penduduk Gorontalo 65% berpendidikan sekolah dasar, 14% penduduk berpendidikan SMP, 18% penduduk berpendidikan SMU dan hanya 4% penduduk yang menapat perguruan tinggi. Data ini memberikan informasi bahwa banyak anak yang lulusan sekolah dasar atau madrasah ibtidaiyah tidak melanjutkan kejenjang pendidikan di atasnya (Wirokartono, Malik, Ahmad, Djutaharta, & Cicih, 2010).

Pendidikan merupakan salah satu unsur penting dalam Indeks Pembangunan Manusia (IPM). Kondisi pendidikan di Gorontalo secara umum yang masih rendah berpengaruh terhadap Indeks Pembangunan Manusia. IPM Provinsi Gorontalo tahun 2007 ialah 68,83 pada posisi ke-24 masih dibawah IPM nasional yaitu 70,59. Dengan demikian aspek

pendidikan harus menjadi perhatian serius bagi pemerintah disamping aspek lainnya.

BAB V

KONDISI IKLIM DANAU LIMBOTO

Iklm merupakan sistem yang kompleks yang terdiri atas lima faktor utama yaitu *atmosfer, hidrosfer, cryosfer, litosfer, biosfer* dan interaksi diantaranya. Dinamika iklim dipengaruhi oleh dinamika internal dan antropogenik seperti perubahan lahan.

A. Curah Hujan

Curah hujan merupakan unsur cuaca yang sangat berpengaruh terhadap proses erosi dan sedimentasi khususnya di daerah tropis (Lihawa, Pengaruh Kondisi Lingkungan DAS dan Penggunaan Lahan Terhadap Hasil Sedimen di Alopohu Provinsi Gorontalo [disertasi], 2009). Hujan berpengaruh terhadap erosi melalui energi yang dilepaskan butiran hujan pada permukaan tanah, sehingga menimbulkan erosi percik. Kemudian material tanah yang tererosi tersebut diangkut oleh aliran air permukaan menuju badan-badan air, sungai dan danau. Data curah hujan tahun 1999-2008 di kawasan DAS Limboto disajikan pada Tabel 12.

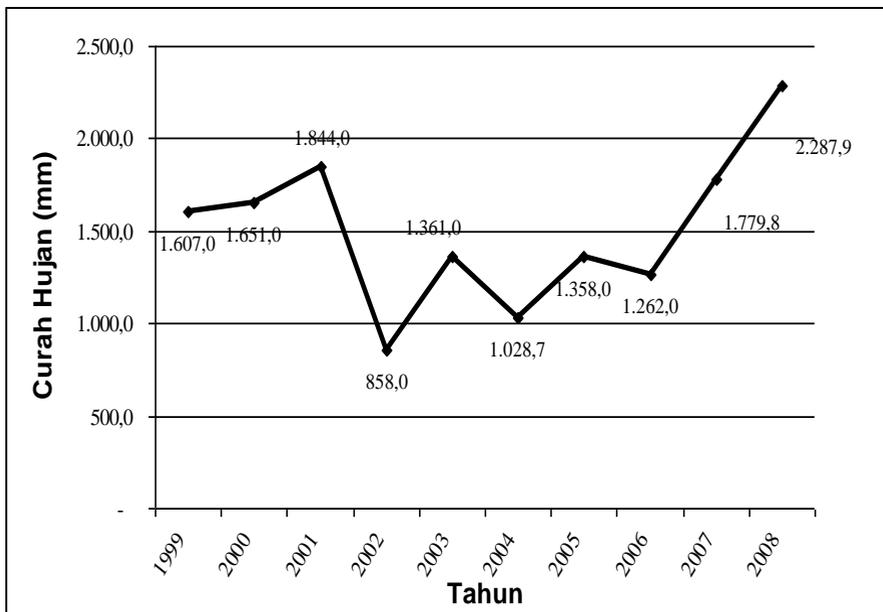
Tabel 12. Curah hujan di Kawasn Danau Limboto tahun 1999-2008

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Jumlah
1999	134	72	296	146	223	113	122	76	35	160	138	92	1.607,0
2000	170	268	110	99	72	263	140	68	39	185	157	80	1.651,0
2001	385	205	147	141	141	262	27	30	48	60	253	145	1.844,0
2002	177	4	126	117	108	82	1	0	0	34	82	127	858,0
2003	89	56	215	266	192	11	64	46	65	53	82	222	1.361,0
2004	128	100	79	175,3	137,4	50	66	0	36	122	61	74	1.028,7
2005	30	103	117	105	231	84	210	17	20	223	85	133	1.358,0
2006	112	143	68	162	68	290	32	3	55	3	204	122	1.262,0
2007	229	73	76	129	249	214	79,8	38,2	129	45,8	118	399	1.779,8
2008	214	94	388	228,3	130	122,6	253	147	66	188	206	251	2.287,9

Sumber: Badan Meteorologi dan Geofisika Provinsi Gorontalo (2009)

Tabel 12, juga menggambarkan bahwa curah hujan sepanjang tahun 1999-2008 mengalami fluktuasi. Menurut Tjasyono (2004) klasifikasi iklim dengan Metode Oldeman memakai unsur curah hujan sebagai dasar klasifikasinya. Metode ini menjelaskan bahwa bulan basah adalah bulan yang memiliki curah hujan sekurang-kurangnya 200 mm, sedangkan bulan kering adalah curah hujannya kurang dari 100 mm. Dengan demikian berdasarkan tabel di atas maka sepanjang tahun 1999-2008 tidak terdapat bulan basah, sedangkan bulan kering terjadi pada bulan Juli, Agustus dan September. Bulan yang memiliki rata-rata tahunan tertinggi selama 10 tahun ialah Bulan Januari 166,80 mm, Bulan Desember yaitu 164,50 mm, dan Bulan Maret 162,20 mm. Kemudian dinamika curah hujan selama tahun 1999-2008 cenderung naik, disajikan pada Gambar 19.

Gambar 19, juga menunjukkan bahwa curah hujan tahunan selama tahun 1999-2008 berfluktuasi berkisar antara 858,0 mm – 2.287,9 mm. Curah hujan terendah pada tahun 2002 yaitu 858,0 mm, sedangkan tertinggi pada tahun 2008 ialah 2.287,9 mm. Data tersebut menggambarkan bahwa tingginya curah hujan, akan menaikkan aliran air permukaan sehingga potensial menimbulkan erosi tinggi. Fluktuasi curah hujan tersebut menggambarkan dinamika yang terjadi pada faktor-faktor iklim lainnya.



Gambar 19. Dinamika curah hujan tahunan di kawasan Danau Limboto

B. Suhu

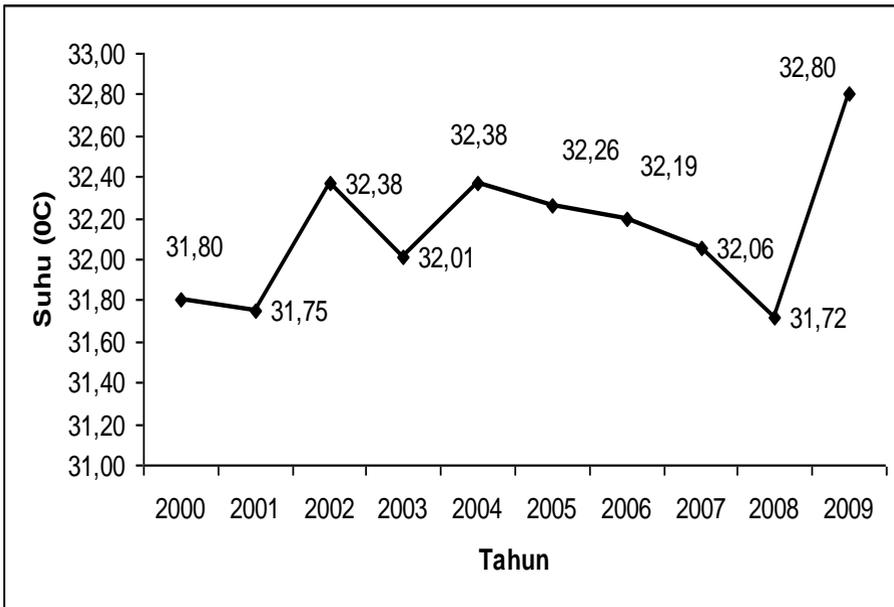
Suhu merupakan variabel penting iklim yang menggambarkan intensitas cahaya matahari. Suhu memiliki pengaruh terhadap laju evaporasi dan evapotranspirasi di suatu daerah. Berdasarkan pengamatan Badan Meteorologi dan Geofisika Provinsi Gorontalo, secara umum suhu di DAS Limboto selang 10 tahun yaitu dari tahun 2000 hingga tahun 2009 ditunjukkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Suhu rata-rata di Kawasan Danau Limboto tahun 2000-2009

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des	Jumlah
2000	31,7	31,4	31,6	31,9	32,8	30,8	31,2	31,4	32,7	31,9	32,1	32,1	31,80
2001	30,9	30,6	31,6	32	32,1	31,4	31,6	31,4	32,9	33,2	32	31,3	31,75
2002	30,6	31,2	32,6	32,8	32,1	31,7	31,9	32,2	33,4	34,1	33,2	32,7	32,38
2003	31,5	31,3	31,8	32,2	31,9	32,4	31	32,1	32,6	32,9	33	31,4	32,01
2004	31,4	30,8	32,5	32,9	32,4	31,9	31,3	31,9	33,6	33,9	33,2	32,7	32,38
2005	31,6	31,3	32,9	32	32	32	31,5	32,5	33,9	33,4	32,3	31,7	32,26
2006	31,5	31,1	31,8	32,2	32,4	31	31,7	32,1	32,8	33,2	33,6	32,9	32,19
2007	31,5	30,9	32	33,1	32,7	32,1	30,8	30,9	32	33,6	33	32,1	32,06
2008	31,6	31,9	31,9	32,5	32,3	31,6	30,1	30,4	31,9	32,3	32,2	31,9	31,72
2009	31,7	32,2	32,4	32,9	32,8	31,9	32,3	32,9	34,2	34,3	33,6	32,4	32,80

Sumber: Badan Meteorologi dan Geofisika Provinsi Gorontalo (2009)

Tabel 13 di atas memberikan informasi bahwa, selama sepuluh tahun suhu di daerah ini mengalami fluktuasi. Hal yang sama terjadi pada suhu bulanan. Tabel di atas juga memberikan informasi bahwa bulan Oktober memiliki suhu relatif tinggi dibandingkan bulan lainnya. Sebaliknya bulan Februari dan Juli merupakan suhu terendah sepanjang tahun 2000-2009. Sedangkan kecenderungan dinamika suhu rata-rata pertahun dalam rentang tahun 2000-2009 disajikan pada Gambar 20 di bawah ini.



Gambar 20. kecenderungan dinamika suhu di kawasan Danau Limboto

Gambar 20 di atas menunjukkan bahwa, suhu rata-rata tahunan sepanjang 2000-2009 fluktuatif. Kenaikan suhu tertinggi pada rentang tahun 2000-2009 ialah terjadi pada tahun 2009 yaitu 32,80°C dan tahun 2004, 2005 sebesar 32,38°C. Kenaikan suhu terendah pada tahun 2003 yaitu 32,01°C. Secara umum rentang tahun 2000-2009 kecenderungan suhu di kawasan ini adalah naik. Kecenderungan suhu yang tinggi memberikan potensi ancaman yang serius bagi organisme ekosistem Danau Limboto, karena akan menimbulkan suhu permukaan air yang tinggi pula.

BAB VII

MASALAH YANG ADA DI DANAU LIMBOTO

Sebelum penelitian ini dilakukan, telah dilaksanakan beberapa penelitian dengan objek Danau Limboto. Penelitian tersebut umumnya berbasis biofisik seperti aspek limnologi, hidrologi, erosi, dan pencemaran perairan. Laporan Departemen Pekerjaan Umum (PU) (2006) menyatakan salah satu masalah mendasar dari kerusakan ekosistem Danau Limboto ialah kebijakan pengelolaan yang belum komprehensif dan lemahnya koordinasi. Dengan demikian uraian permasalahan tersebut di atas menggambarkan bahwa kerusakan Danau Limboto disebabkan oleh beberapa hal antara lain:

1. Pengelolaan danau mengabaikan aspek keterpaduan secara wilayah (geografis) dan sektor. Ini disebabkan oleh pendekatan pembangunan yang reduksionis atau parsial. Aktivitas pembangunan di kawasan ini tidak mengharmonisasikan antara kawasan Daerah Tangkapan Air danau dengan perairannya. Dengan demikian pengelolaan berlangsung secara parsial, sedangkan karakter sumberdaya di alam realitanya bersifat ekosistemik. Kerusakan Danau Limboto menggambarkan permasalahan pada kebijakan dan kelembagaan pengelolaan danau (Departemen Pekerjaan Umum 2006). Hal tersebut ditunjukkan oleh belum adanya badan yang memiliki fungsi koordinasi berbagai pihak terkait pengelolaan Danau Limboto. Beberapa peraturan daerah tentang danau menunjukkan bahwa pemerintah Provinsi Gorontalo, Kabupaten Gorontalo dan Kota Gorontalo belum secara koordinatif membuat pengelolaan secara komprehensif. Misalnya perda yang diterbitkan oleh Kabupaten Gorontalo tentang larangan penggunaan alat tangkap yang merusak lingkungan;
2. Pengelolaan sumberdaya alam mengabaikan aspek daya dukungnya. Data di atas dan observasi lapangan menunjukkan bahwa pengelolaan sumberdaya alam mengabaikan aspek daya dukung. Indikatornya ialah perubahan luasan kawasan hutan

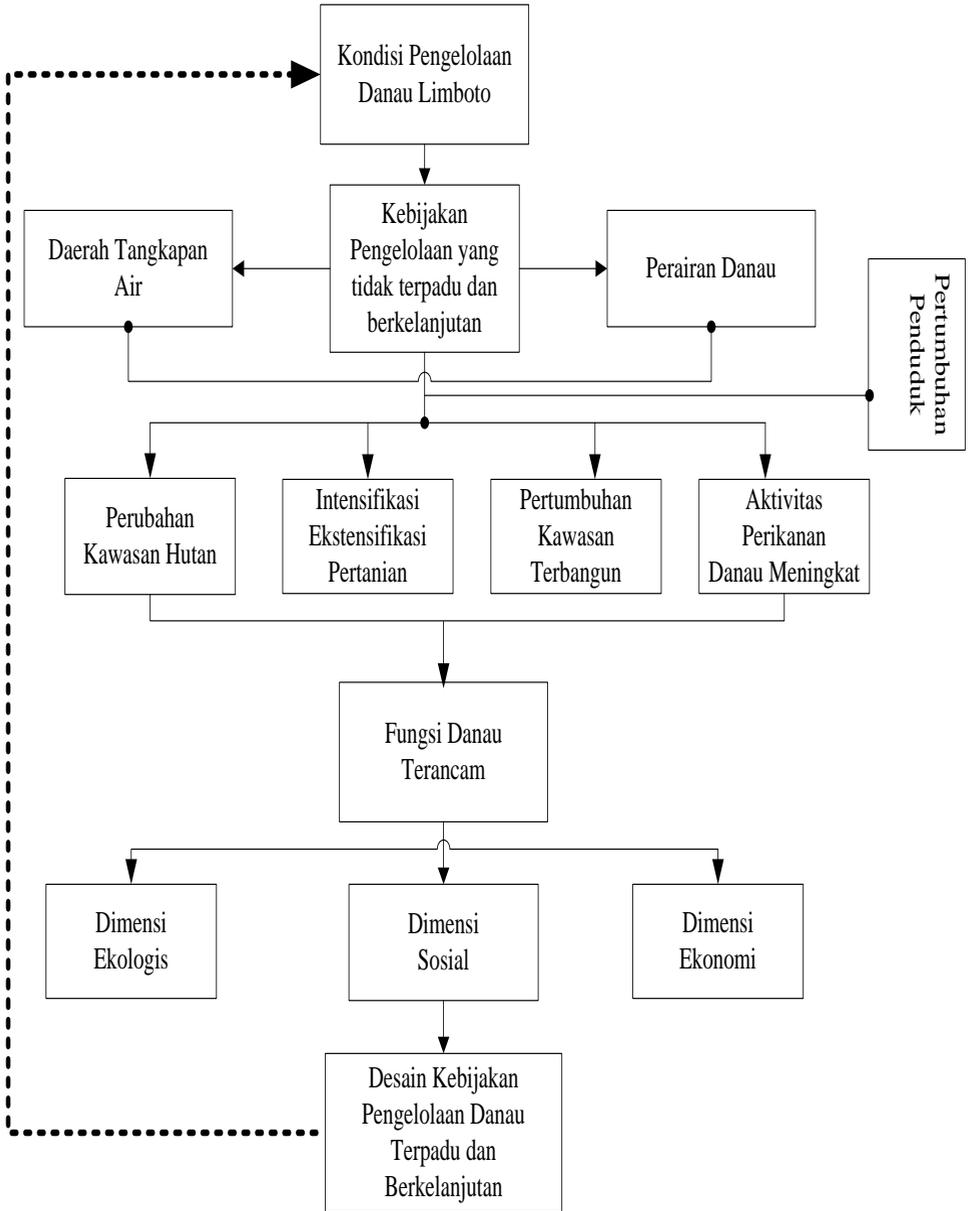
yang semakin sempit dan perkembangan KJA yang sangat tinggi (Badan Riset Kelautan dan Perikanan 2008).

3. Belum adanya koordinasi antara sektor dan antara level pemerintah dalam pengelolaan Danau Limboto, sehingga kebijakan yang dihasilkan belum efektif menyelesaikan permasalahan danau. Hal tersebut ditunjukkan oleh dokumen RTRW Provinsi Gorontalo, RTRW Kota Gorontalo dan RTRW Kabupaten Gorontalo yang belum secara spesifik mendorong penyusunan RTRW Danau Limboto. PERDA pengelolaan Danau Limboto yang belum berjalan secara efektif.

Uraian di atas menggambarkan bahwa, peristiwa erosi di kawasan hulu dan sedimentasi di Danau Limboto bukan masalah yang substansif, melainkan hanya symptom. Sebaliknya kebijakan pengelolaan Danau Limboto dalam arti khusus dan pembangunan daerah dalam arti luas tidak efektif, sehingga mendorong kegiatan-kegiatan yang berdampak terhadap degradasi ekosistem danau. Oleh karena itu, perbaikan orientasi kebijakan pengelolaan Danau Limboto adalah mendesak dan penting untuk dilakukan. Penelitian yang memotret kondisi permasalahan secara utuh adalah prinsip dalam membangun kebijakan pengelolaan Danau Limboto terpadu dan berkelanjutan. Skema perumusan masalah secara diagram disajikan pada Gambar 1. Beberapa pertanyaan penelitian yang merupakan permasalahan-permasalahan yang perlu dikaji adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kondisi eksisting ekosistem Danau Limboto mencakup pola penggunaan lahan di daerah tangkapan dan kondisi perairan danau?
2. Bagaimana indeks dan status keberlanjutan pengelolaan Danau Limboto?

Bagaimana rumusan kebijakan mencakup pengelolaan terpadu-berkelanjutan dan kelembagaan pada Danau Limboto?



Gambar 1

Skema perumusan masalah penelitian desain kebijakan pengelolaan Danau Limboto terpadu dan berkelanjutan

BAB VI

KEBIJAKAN PENGELOLAAN DANAU LIMBOTO

Pemerintah Provinsi Gorontalo menyadari bahwa Danau Limboto merupakan sumberdaya strategis bagi daerah ini. Danau Limboto memiliki fungsi ekologis antara lain sebagai reservoir alami dan tempat bergantung masyarakat secara ekonomi. Bahkan dalam perspektif keanekaragaman hayati, ekosistem Danau Limboto merupakan bagian tidak terpisahkan dengan kekayaan sumberdaya hayati Indonesia. Oleh karena itu pemerintah Provinsi Gorontalo telah menyusun Master Plan Danau Limboto sebagai acuan bagi berbagai pihak dalam menyusun program di Danau Limboto.

Visi pengelolaan danau Limboto dituangkan dalam dokumen Master Plan Pengelolaan Danau Limboto. Dalam dokumen ini disebutkan bahwa visi pengelolaan danau ialah Danau Limboto lestari tahun 2015. Visi merupakan kehendak yang akan diwujudkan pada waktu yang akan datang. Upaya untuk mencapai visi yang telah dirumuskan tersebut dibutuhkan misi pengelolaan sebagai langkah-langkah strategisnya, sebagai berikut.

1. Mengembalikan dan mempertahankan fungsi-fungsi danau secara lestari untuk kesejahteraan rakyat;
2. Membangkitkan kesadaran dan kemandirian masyarakat dalam pengelolaan danau, dan
3. Mewujudkan koherensi kebijakan pengelolaan danau.

Uraian misi tersebut, memberikan tafsir bahwa penegakan hukum, pengawasan, kelembagaan pengelolaan danau dan keterpaduan belum menjadi orientasi tegas dalam pengelolaan danau. Padahal untuk melakukan restorasi ekosistem danau dibutuhkan dukungan penegakan hukum yang efektif, pemanfaatan yang bertanggungjawab, pengawasan yang maksimal dan keterpaduan perencanaan, program serta kegiatan antar *stakeholders*. Banyak aktivitas yang berlangsung di kawasan danau membutuhkan penegakan hukum. Okupasi tanah timbul di pinggir danau oleh penduduk dan pemanfaatan kawasan bantaran danau menjadi permukiman. Pemanfaatan lahan marginal untuk pertanian intensif dan penebangan hutan secara ilegal di kawasan hulu.

Pengembangan kelembagaan menjadi salah satu program utama dalam pengelolaan danau versi master plan Danau Limboto. Harusnya konsepsi kelembagaan juga terwadahi dalam uraian misi, sehingga konsep tersebut menjadi landasan ontologis program. Dengan demikian terlihat benang

merah ontologis, epistemologis dan aksiologis konsep kelembagaan dalam konteks penyelamatan Danau Limboto. Namun sisi lain, isu penting kelembagaan dalam master plan Danau Limboto gagal dituangkan konkrit dalam PERDA No 1 tahun 2008 tentang Pengelolaan Danau Limboto.

Berbagai aktivitas yang tumpang tindih terjadi di kawasan danau, salah satunya sebagai bentuk lemahnya koordinasi. Kondisi tersebut menggambarkan bahwa kelembagaan pengelolaan Danau Limboto belum berjalan efektif. Masing-masing instansi memiliki agenda sesuai sektornya. Bahkan sering antara sektor menunjukkan kegiatan yang tidak saling mendukung kaitannya dengan pengelolaan Danau Limboto secara lestari. Misalnya luasan kawasan hutan yang hanya 10% dari total luas DAS Limboto, sehingga tidak efektif berperan ekologis bagi daerah bagian bawahnya. Intensifikasi dan ekstensifikasi pertanian agropolitan jagung di lahan-lahan marginal, sehingga menimbulkan rentabilitas erosi yang tinggi. Program intensifikasi perikanan budidaya tawar di Danau Limboto tanpa menghitung kapasitas daya dukungnya.

Perda Nomor 1 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Danau Limboto belum secara tegas menjelaskan kelembagaan danau. Secara eksplisit dijelaskan tentang fungsi koordinasi oleh badan, dinas yang mengelola lingkungan hidup di tingkat provinsi dan kabupaten/kota. Mandat tersebut relatif lemah untuk menyelesaikan masalah kompleks di Danau Limboto, sehingga relatif tidak efektif. Sisi lain, kelembagaan adalah penting karena, mempertemukan berbagai *stakeholders* melakukan koordinasi. Kelembagaan juga mengatur aturan main antara *stakeholders* termasuk penjatuhannya sanksi ketika terjadi pelanggaran.

Salah satu sebab tidak efektifnya kebijakan pengelolaan Danau Limboto ialah desain kebijakannya belum dibangun secara terpadu. Misalnya implementasi Peraturan Daerah tentang pelarangan Bibilo di perairan Danau Limboto yang diterbitkan oleh Pemerintah Kabupaten Gorontalo. Perda tersebut tidak efektif karena tidak bisa diterapkan kepada seluruh nelayan yang beraktivitas di Danau Limboto. Nelayan yang ada di Danau Limboto tidak semua penduduk Kabupaten Gorontalo. Implikasinya, kegiatan perikanan Bibilo tetap berlangsung dan tidak ada sanksi hukumnya. Pendekatan pengelolaan sumberdaya alam di era Otonomi Daerah, semakin kuat mendorong pada fragmentasi administrasi politik, disamping belum berhasil melepaskan dari arogansi sektor. Hal tersebut sejalan dengan penyampaian Marifa (2005) bahwa kelembagaan memainkan peranan penting dalam keberhasilan dan kegagalan pengelolaan sumberdaya alam.

Kelembagaan yang efektif akan berdampak positif terhadap pengelolaan ekosistem Danau Limboto dan kawasannya lebih baik.

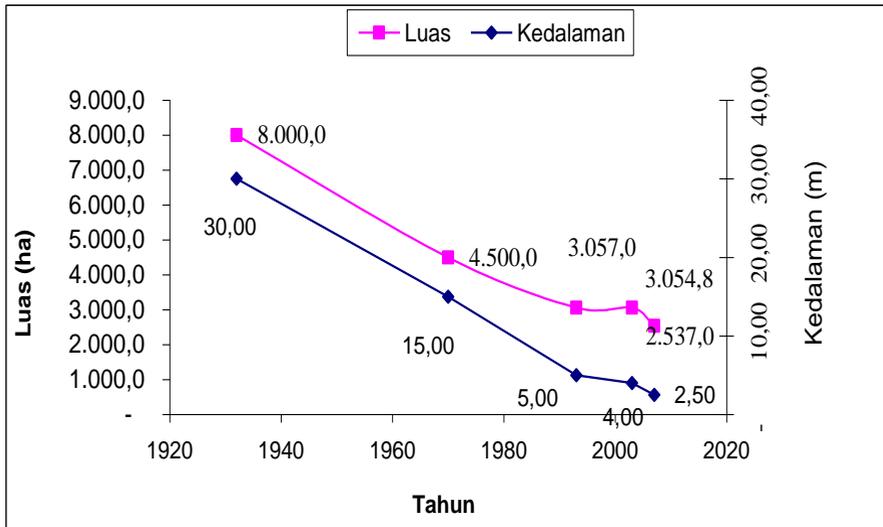
Menurut Ostrom, Gardner, & Walker (1994) kinerja pengelolaan sumberdaya alam merupakan interaksi antara aktor, kondisi arena dan keadaan faktor eksogenya. Ketidakjelasan aturan main berbagai aktor tersebut dalam mendukung kawasan ekosistem Danau Limboto lestari, akan berimplikasi pada degradasi danau. Kondisi tersebut menggambarkan kegagalan dalam aspek kebijakan pada perspektif kelembagaan. Peraturan yang dibuat disamping gagal memotret secara utuh permasalahan yang ada, juga gagal mendesain kelembagaan untuk menjalankan kebijakan agar efektif.

BAB VII

KONDISI EKSTING EKOSISTEM DANAU LIMBOTO

A. Kedalaman dan Luas Perairan Danau Limboto

Kedalaman danau mengalami penurunan secara drastis. Tahun 1932 kedalaman danau 30 meter, sedangkan tahun 2007 menjadi 2,5 meter. Rentang waktu 75 tahun penurunan kedalaman danau sekitar 27,5 meter (91,7%) atau rata-rata sebesar 0,37 meter/tahunnya. Sedangkan luasan danau pada tahun 1932 adalah 8.000 ha menjadi 2.5371 ha pada tahun 2007. Artinya dalam rentang 75 tahun telah terjadi pengurangan luasan Danau Limboto sebesar 5.462,9 ha (68,3 %) atau setiap tahunnya 72,8 ha. Kedalaman dan luasan Danau Limboto berdasarkan serial waktu disajikan pada Gambar 21 di bawah ini.



Gambar 21

Dinamika luas dan kedalaman Danau Limboto (Akuba & Biki, 2008)

Tingginya penurunan luasan dan kedalaman danau berdasarkan informasi lapangan disebabkan oleh tingginya erosi di kawasan Danau Limboto. Tanah yang tererosi tersebut kemudian dibawa oleh pergerakan air memasuki sungai-sungai yang bermuara ke dalam Danau Limboto. Menurut Status Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Gorontalo tahun 2009, tingkat

erosi di DAS Limboto ialah 9.902.588,12 ton/tahun atau 108,81 ton/ha/tahun. Dengan demikian nilai erosi tersebut berada di atas ambang erosi yang ditoleransi yaitu 10 ton/ha/tahun (Suripin 2002 dikutip Nurdin 2011). Sedangkan Lihawa (2009) menyatakan bahwa sedimen yang masuk ke perairan Danau Limboto disumbang juga oleh erosi tebing dari sungai-sungai yang bermuara ke dalamnya. Kondisi tebing sungai Alo-Pohu yang memberikan kontribusi terhadap sedimentasi Danau Limboto disajikan pada Gambar 22.



Gambar 22. sungai Alo-Pohu yang bermuara ke Danau Limboto

Menurunnya luasan dan kedalaman Danau Limboto berdampak terhadap: (1) kemampuannya yang menurun dalam menampung air dari sungai-sungai yang masuk ke dalamnya. Akibatnya, kawasan pesisir danau mengalami banjir yang lebih sering dan berlangsung dalam waktu yang lama. Bahkan aktivitas penduduk di lokasi banjir dilakukan dengan menggunakan perahu. Kondisi tersebut sangat rawan menyebabkan

terjadinya prevalensi penyakit disebabkan lingkungan sangat kotor dan persediaan air bersih menjadi sangat terbatas; (2) menurunnya produksi perikanan tangkap seperti pada Tabel 14 berikut. Menurut hasil observasi lapangan, penurunan tersebut antara lain disebabkan oleh berkurangnya daerah *fishing ground* khususnya pada saat musim kemarau. Karena perairan danau menjadi lebih sempit dan dangkal. Hal tersebut logis bahwa dinamika luasan dan kedalaman danau akan berdampak terhadap ketersediaan sumberdaya yang ada di dalamnya. Semakin dalam dan luas perairan danau, maka kolomnya semakin besar, sehingga ruang hidup biota semakin luas.

Tabel 14
Produksi Perikanan Danau Limboto

Kabupaten/Kota	Produksi Perikanan Budidaya					Penangkapan	
	Tahun (ton)					Tahun (ton)	
	2006	2007	2008	2009	2010	2009	2010
Kota Gorontalo	240	593	392,7	334	1.043,70	703	525
Kabupaten Gorontalo	324	427,8	477,9	253	352,5	128	124
Total	564	1.020,8	870,6	587	1.396,20	831	649

Sumber: Statistik Perikanan DPK Provinsi Gorontalo (2010)

Berdasarkan data tersebut memberikan tafsiran bahwa berkurangnya produksi perikanan tangkap mendorong kapitalisasi produksi perikanan budidaya. Namun demikian tingginya produksi perikanan budidaya diduga telah melampaui batas daya dukungnya. Dampaknya seperti yang disampaikan oleh pembudidaya, bahwa seringkali ikan-ikan yang dipelihara mati secara massal. Kematian tersebut diduga disebabkan oleh naiknya bahan organik toksik ke permukaan. Dangkalnya perairan danau memungkinkan limbah organik yang berada di dasar naik ke permukaan. Dengan demikian, berdasarkan uraian tersebut di atas memberikan penjelasan bahwa pendangkalan dan penyempitan Danau Limboto memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, sosial dan ekonomi khususnya bagi masyarakat pesisir.

Degradasi ekosistem Danau Limboto juga menimbulkan tanah-tanah timbunan di pinggir danau. Bahkan tanah-tanah timbunan tersebut telah berubah menjadi permukiman dan lahan-lahan pertanian. Beberapa lahan permukiman dan pertanian tersebut telah bersertifikat, walaupun berada pada sempadan danau yang secara fungsional merupakan kawasan lindung.

Menurut beberapa sumber di lapangan menginformasikan bahwa, pemberian sertifikat di kawasan tersebut terjadi pada saat rejim Orde Baru sebagai upaya penggalangan politik. Kondisi tersebut memberikan penjelasan bahwa regim pemerintah sering menjadikan kekuatan politiknya untuk meraih kepentingan sesaat dan mengabaikan pertimbangan yang lebih strategis. Sisi lain juga menggambarkan, bahwa kebijakan ekologi politik pemerintah lemah dalam mengedepankan keberlanjutan fungsi ekologis dari sumberdaya alam, misalnya danau.

B. Kualitas Perairan Danau Limboto

Air merupakan sumberdaya penting bagi kelangsungan hidup makhluk termasuk manusia. Keberadaan air tidak semata dibutuhkan dalam jumlah yang cukup, tetapi juga kualitasnya yang memadai. Dengan demikian jumlah air sama pentingnya dengan kualitas air. Berdasarkan observasi lapangan memberikan informasi bahwa perairan Danau Limboto digunakan untuk kegiatan perikanan, meliputi perikanan tangkap dan perikanan budidaya. Selanjutnya hasil pengukuran di lapangan kondisi kualitas perairan Danau Limboto disajikan pada Tabel 15 berikut. Kemudian analisis dilakukan dengan membandingkannya dengan baku mutu yang diatur dalam PP Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran.

Tabel 15
Kualitas perairan Danau Limboto secara umum

STASIUN	TSS (mg /lt)	DO (mg/l t)	pH	BOD (mg/lt)	COD (mg/l t)	SU HU (°C)	Fo sfa t (m g/Lt)	Nitrat (mg/lt)
I (out-let)	42	4,3	7,2 2	5	10	26,6	0,062	0,051
II (permukiman)	35	4,8	7,4 7	5	10	28,2	0,028	0,025
III (KJA)	55	5,8	7,4 3	5	13	28,4	0,077	0,062
IV (Tengah)	38	5,8	7,5 4	5	10	29,4	0,049	0,039
V (Pertanian)	40	4,7	7,4	5	16	29,4	0,063	0,023

			3					
VI (AlopoHu)	737	6,29	7,4 6	5	23	30,0 1	0,091	0,371
VII (Bionga)	45	6,2	7,5 4	5	10	29,0 3	0,079	0,159

1. Total Suspended Solid

Tabel di atas menunjukkan bahwa parameter TSS tertinggi ialah 737 mg/lit di stasiun VI, kemudian disusul oleh stasiun VII yaitu 45 mg/lit dan stasiun I adalah 42 mg/lit. Sedangkan terendah di stasiun II yaitu sebesar 35mg/lit dan stasiun IV ialah 38mg/lit. Tingginya kandungan TSS di stasiun VI karena tingginya erosi tebing yang terjadi di sepanjang tebing sungai AloPohu. Hal tersebut sejalan dengan penyampaian Lihawa (2009) bahwa Sungai AloPohu merupakan penyumbang terbesar sedimen yang masuk ke perairan Danau Limboto. Sedangkan Effendi (2007) menyatakan TSS terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa oleh pergerakan air. Selanjutnya disampaikan terkait kebutuhan untuk perikanan nilai TSS di atas 80 mg/lit tergolong kurang baik, karena dapat mengganggu pernapasan ikan dan membungkus telur-telur ikan dengan material TSS. Hasil pengukuran TSS di atas jika dibandingkan dengan baku mutu PP Nomor 82 Tahun 2001 masih dalam batas normal dan tergolong pada perutukan air kelas I kecuali stasiun VI. Artinya perairan tersebut bisa digunakan untuk pengembangan perikanan budidaya, rekreasi dan sebagai bahan baku air minum.

2. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut dibutuhkan dalam jumlah yang mencukupi di perairan karena berfungsi sebagai bahan respirasi biota perairan. Kandungan oksigen di perairan dapat berasal dari udara dan fotosintesis. Oksigen terlarut menjadi salah satu faktor pembatas utama bagi organisme hewan air untuk kegiatan bernafas (Davie, 2008). Oleh karena itu

kandungan oksigen di bawah 4 mg/lit menjadi ancaman serius bagi kelangsungan hidup ikan-ikan tertentu seperti ikan mas dan mujair.

Tabel 15 memberikan informasi bahwa, kandungan oksigen terlarut paling tinggi ialah pada stasiun di VI yaitu sebesar 6,29 mg/lit dan di stasiun VII ialah 6,2 mg/lit. Tingginya kandungan oksiden terlarut di stasiun tersebut karena stasiun tersebut berada di sungai yang perairannya bergerak turbulen sehingga memungkinkan terjadinya reoksigenase. Sedangkan kandungan oksigen terlarut di perairan danau relatif lebih rendah. Hal tersebut disebabkan perairan danau pergerakannya laminir dan kemungkinan oksigen

terlarutnya digunakan juga untuk proses dekomposisi. Apabila jumlah oksigen terbatas sedangkan konsumsinya melebihi, maka akan terjadi defisit oksigen, sehingga dekomposisi akan berlangsung secara anaerobik. Dekomposisi secara anaerobik akan menghasilkan gas-gas toksis. Sejalan dengan pernyataan Effendi (2007) bahwa dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut.

Hasil pengukuran oksigen terlarut di atas jika dibandingkan dengan baku mutu PP Nomor 82 Tahun 2001 maka perairan danau tergolong pada kelas dua yang dapat digunakan untuk pengembangan rekreasi dan budidaya perikanan. Sedangkan untuk bahan baku air minum mensyaratkan kandungan oksigen terlarutnya 6 mg/l.

3. pH

pH adalah parameter yang menunjukkan kondisi keasaman suatu perairan. Umumnya organisme perairan kehidupannya memiliki kisaran pH normal. Oleh karena itu pH menjadi salah satu faktor pembatas dalam kelangsungan hidup biota perairan. Disamping itu pH berpengaruh terhadap toksisitas zat racun. Perairan yang asam atau kandungan pHnya rendah memberikan efek toksis yang lebih tinggi khususnya pada biota perairan jenis ikan. Kandungan pH 6-9 diperkirakan tidak memberikan efek berbahaya kepada biota perikanan (Davie, 2008). Sejalan dengan Alabaster (1980) menyatakan bahwa kisaran pH 5-9 tidak memiliki pengaruh langsung terhadap kehidupan ikan. Namun menurutnya pH optimal untuk pengembangan perikanan darat ialah 6,7-6,8.

Pengukuran terhadap parameter pH di beberapa stasiun berkisar antara 7,22 -7,54. Kandungan pH di perairan Danau Limboto dan Sungai Alo-Pohu serta Sungai relatif sama. Kisaran nilai tersebut tergolong pada pH netral yang berarti tidak menjadi faktor pembatas misalnya untuk pengembangan perikanan, pengembangan rekreasi dan bahan baku air minum. Hasil pengukuran pH di atas jika dibandingkan dengan baku mutu PP Nomor 82 Tahun 2001 masih dalam batas normal yaitu kisarannya 6-9.

4. Kebutuhan Oksigen Biokimia

Kandungan kebutuhan oksigen biokimia (KOB) adalah gambaran jumlah oksigen yang digunakan untuk proses kimia oleh organisme renik. Artinya KOB menggambarkan kondisi penggunaan oksigen terlarut oleh mikroorganisme dalam aktivitas dekomposisi. Hasil pengukuran menunjukkan data KOB tidak terdapat perbedaan di seluruh stasiun yaitu 5 mg/l. Hasil pengukuran pH di atas jika dibandingkan dengan baku mutu PP Nomor 28 Tahun 2001 tergolong pada kelas III. Artinya perairan danau masih layak untuk pengembangan perikanan budidaya. Sedangkan untuk

pengembangan rekreasi dan air minum masing-masing membutuhkan kandungan KOB 2 dan 3 mg/l.

5. Kebutuhan Oksigen Kimia

Menurut Davie (2008) KOK merupakan salah satu parameter kunci kualitas air. Kebutuhan oksigen kimia ialah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengurai material organik melalui proses kimia oleh mikroorganisme. Kandungan senyawa kimia ini dapat menjadi penunjuk terjadinya pencemaran perairan berdasarkan fungsi peruntukannya. Pengukuran terhadap parameter KOK di beberapa stasiun berkisar antara 10–23. Jika dibandingkan dengan baku mutu PP Nomor 82 tahun 2001 menunjukkan bahwa perairan danau tergolong pada peruntukan kelas II dan III. Artinya perairan danau dari perspektif parameter ini tidak layak sebagai bahan baku air minum. Sebaliknya masih layak untuk pengembangan perikanan dan rekreasi. Menurut Effendi (2007) bahwa perairan yang telah memiliki KOK > 10 mg/l dianggap telah tercemar.

6. Suhu

Suhu berpengaruh terhadap peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi dan volatilisasi. Sejalan dengan penyampaian Davie (2008) yang sangat penting dari ciri penting suhu ialah interdependensinya dengan kelarutan oksigen. Menurutnya relasi antara suhu dengan oksigen terlarut ialah berbanding terbalik. Pada suhu rendah kandungan oksigen terlarut tinggi, sebaliknya pada suhu tinggi kandungan oksigen terlarut rendah. Peningkatan suhu juga mengakibatkan penurunan kelarutan gas dalam air seperti gas oksigen, CO₂, N₂ dan CH₄ (Haslam dalam effendi 2007). Hal yang sama disampaikan oleh Kristanto (2002) bahwa naiknya suhu dapat menyebabkan; (1) menurunnya kandungan oksigen terlarut, (2) meningkatnya reaksi kimia, (3) mengancam kehidupan biota perairan, (4) menimbulkan kematian bagi organisme. Oleh karena itu organisme perairan memiliki respon yang berbeda terhadap suhu perairan. Organisme yang memiliki respon terhadap suhu dengan rentang lebar disebut organisme *eurythermal*. Sedangkan organisme yang adaptasinya sempit terhadap suhu disebut *stenothermal*. Dengan demikian suhu merupakan faktor pembatas bagi kelangsungan hidup makhluk termasuk yang hidup di perairan.

Pengukuran terhadap parameter suhu di beberapa stasiun berkisar antara 26,6–30,01. Artinya nilai suhu di perairan Danau Limboto dan sungai-sungai yang bermuara ke dalam Danau Limboto menunjukkan angka yang variatif. Namun demikian interval yang relatif kecil dan diduga perbedaan tersebut semata pengaruh dari waktu dan intensitas matahari. Kisaran nilai

tersebut tergolong pada suhu yang normal misalnya untuk pengembangan perikanan.

7. Total Fosfat

Fosfat merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan organisme primer perairan. Sumber fosfat berasal dari daerah tangkapan air, sedimen, dan dekomposisi bahan-bahan kimia. Fosfat merupakan senyawa kimia yang menjadi faktor pembatas terjadinya pertumbuhan tanaman air (Davie, 2008). Selanjutnya disampaikan bahwa fosfat merupakan faktor utama terjadinya permasalahan eutrofikasi. Beberapa sumber penting dari fosfat ialah pupuk pertanian.

Kandungan fosfat hasil pengukuran di seluruh stasiun berkisar antara 0,028 mg/lt – 0,091 mg/lt. Hasil pengukuran tertinggi yaitu di stasiun VI ialah 0,091 mg/lt, sedangkan terendah adalah di stasiun II yaitu 0,026 mg/lt. Tingginya kandungan fosfat di stasiun VI diduga karena aktivitas pertanian dan singkapan lahan yang kemudian tercuci masuk sistem badan air. Jika dibandingkan dengan baku mutu PP N0. 82 tahun 2001, untuk perairan golongan III maksimal fosfat ialah 1 mg/lt/ Dengan demikian kandungan fosfat di perairan masih dalam batas ambang. Namun demikian konsentrasi fosfat di perairan danau sudah mencapai status eutrofik seperti yang disampaikan Effendi (2007) bahwa konsentrasi fosfat antara 0.031 – 0.1 mg/lt tergolong eutrofik.

8. NO₃-N

Kandungan NO₃-N hasil pengukuran berkisar antara 0,025 mg/lt – 0,371 mg/lt. Sedangkan batas ambang untuk perairan golongan III ialah 20 mg/lt. Artinya konsentrasi NO₃-N di lokasi penelitian berada di bawah ambang batas untuk pengembangan perikanan. Dengan demikian untuk pengembangan perikanan darat perairandanau masih layak.

Berdasarkan uraian di atas, maka jika dihubungkan dengan fungsi perairan Danau Limboto untuk kegiatan pengembangan perikanan, seluruh parameter menunjukkan angka di bawah ambang batas. Perairan tersebut masih menunjang dengan memperhatikan keberadaan limbah organik. Hal yang sama disampaikan oleh (Krismono & Astuti, 2009) bahwa kualitas perairan Danau Limboto masih mendukung kegiatan perikanan, namun perlu kewaspadaan terhadap keberadaan limbah organiknya. Sedangkan jika kondisi Danau Limboto dikaitkan dengan peruntukan rekreasi, maka ada beberapa parameter kualitas air yang kurang sesuai seperti BOD, COD, fosfat dan nitrat yang tinggi. Sebaliknya untuk pengembangan air baku beberapa parameter menunjukkan kualitas di atas ambang batas seperti oksigen terlarut, BOD, COD, fosfat dan nitrat.

C. Dinamika Penggunaan Lahan di Daerah Tangkapan Air Danau Limboto

Penutupan lahan merupakan gambaran penggunaan lahan. Banyak faktor yang mempengaruhi perubahan jenis penggunaan lahan di suatu kawasan, misalnya kebijakan pemerintah, sosial ekonomi masyarakat dan kondisi fisik lingkungannya. Berdasarkan hasil analisis spasial maka terdapat 12 jenis penggunaan lahan di Daerah Tangkapan Air Danau Limboto, seperti pada Tabel 16 di bawah.

Tabel 16. Dinamika penggunaan lahan di daerah tangkapan air Danau Limboto Tahun 2000-2009

No	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)			
		2000	2003	2006	2009
1	Bandara	1	1	31	31
2	Hutan Lahan Kering Primer	3.116	-	-	-
3	Hutan Lahan Kering Sekund	7.247	10.143	8.983	8.948
4	Perkebunan	213	213	302	300
5	Permukiman	1.628	1.628	1.635	3.913
6	Pertanian Lahan Kering	19.399	19.399	19.666	19.839
7	Pertanian Lahan Kering CS	44.164	44.248	32.575	33.783
8	Rawa	67	33	-	-
9	Sawah	8.092	8.092	8.172	7.618
10	Semak Belukar	1.719	1.855	14.603	11.635
11	Semak Belukar Rawa	727	761	419	861
12	Tubuh Air	2.883	2.883	2.870	2.428
Luas Total		89.256	89.256	89.256	89.256

Data pada Tabel 16 menunjukkan bahwa, penggunaan lahan dengan fungsi bandara mengalami perubahan dari tahun 2000-2009. Bandara pada tahun 2000 luasnya adalah 1 ha atau 0,00% dari total luas kawasan, sedangkan pada tahun 2006 dan 2009 berubah menjadi 31 ha (0,03%). Artinya terjadi perubahan luasan yang sangat signifikan untuk penggunaan lahan ini selang tahun 2000-2009. Perubahan tersebut dipicu oleh pemekaran Provinsi Gorontalo dari Provinsi Sulawesi Utara, pada tahun 2001.

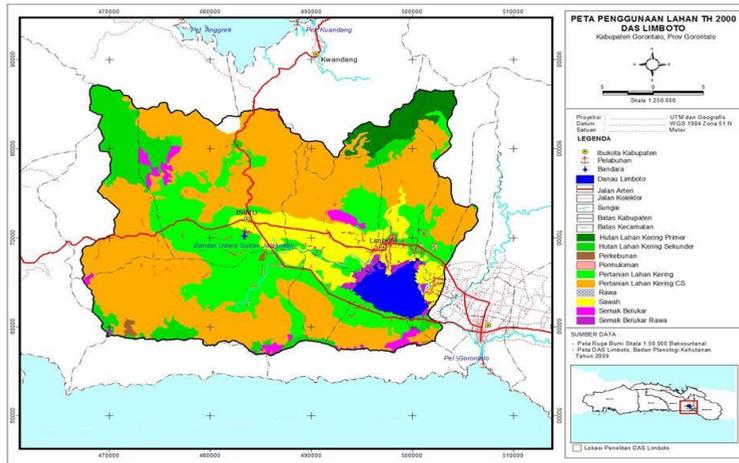
Tabel 16 juga memberikan informasi bahwa penggunaan lahan hutan primer mengalami perubahan yang dramatis. Pada tahun 2000 luasan penggunaan lahan jenis ini ialah 3.115,69 ha atau $\pm 3,5\%$ dari total luas

kawasan. Tetapi sejak tahun 2003–2009 jenis penggunaan lahan tersebut hilang atau berubah fungsi menjadi peruntukan lainnya. Sebaliknya pada tahun 2003 terjadi penambahan luasan hutan sekunder menjadi 10.143 ha atau 11,36% dari tahun 2000 yang luasnya sebesar 7.247 ha atau 8,12%. Data tersebut memberikan tafsiran bahwa hilangnya penggunaan lahan hutan primer berubah menjadi hutan sekunder. Hal tersebut dibuktikan kunjungan lapangan menunjukkan bahwa tidak lagi ditemukan penggunaan lahan jenis hutan primer. Bahkan beberapa luasan kawasan lindung telah berubah fungsi menjadi kawasan permukiman dan ladang. Hal tersebut disampaikan juga oleh Dunggio (2012) yang melaksanakan penelitian di kawasan tersebut. Menurutnya ada tiga faktor yang menyebabkan masyarakat merambah hutan khususnya hutan lindung di kawasan Gunung Damar yaitu (1) terbatasnya alternatif sumber pendapatan di luar pertanian, (2) kondisi tanah di kawasan hutan yang subur, (3) lemahnya penegakan hukum pada para perambah. Pendapat tersebut dikuatkan juga oleh Winoto (2005) dan Wibowo, Lugina, Parlina, Ginoga, & Masripatin (2010) bahwa perubahan fungsi lahan diantaranya disebabkan oleh faktor kelembagaan dan non kelembagaan seperti faktor ekonomi. Berdasarkan pendapat tersebut maka, jika pemerintah tidak memiliki kebijakan pengendalian yang efektif maka luasan hutan semakin berkurang. Sisi lain

Tabel 16 juga menunjukkan bahwa luasan hutan sekunder mengalami dinamika yang fluktuatif. Setelah naik luasannya pada tahun 2003, kemudian pada tahun 2009 turun kembali menjadi menjadi 8.847,89 ha pada tahun 2009. Berkurangnya luasan penggunaan lahan hutan sekunder atau hilangnya penggunaan lahan pada tahun 2009 menjadi penggunaan lahan pertanian lahan kering dan semak belukar. Penggunaan lahan pertanian kering pada tahun 2009 menjadi 19.839 ha atau naik \pm 200 ha. Sedangkan lahan semak belukar pada tahun 2006 naik menjadi 14.603 ha atau 16,36 % dari 1.719 ha pada tahun 2000 atau 1,93 %. Kemudian pada tahun 2009 luasan semak belukar turun menjadi 11.635 ha atau 1.04 %. Penurunan luasan semak belukar antara lain menjadi pertanian lahan kering campur dan permukiman.

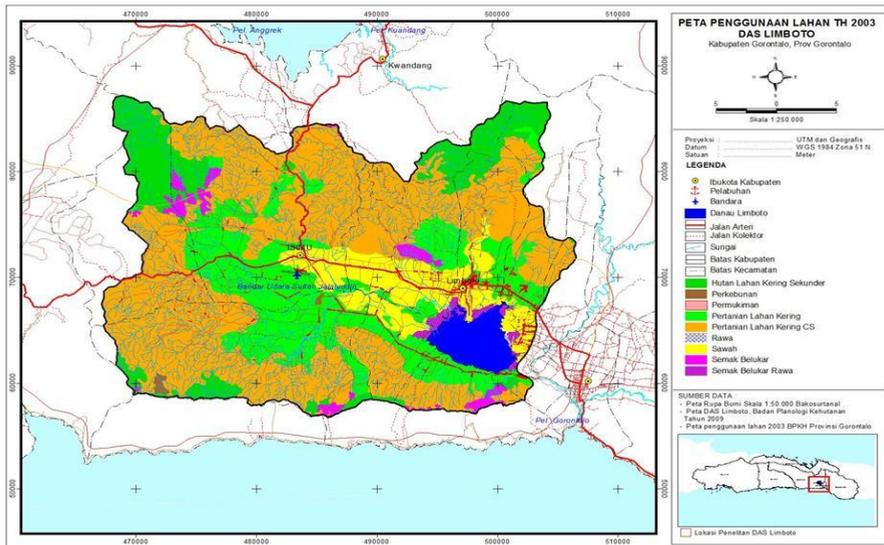
Data pada tabel 16 tersebut juga menunjukkan dinamika perubahan luasan penggunaan lahan sawah. Pada tahun 2000 luas penggunaan lahan sawah sebesar 8.092,01 ha (9,07%), sedangkan pada tahun 2009 menjadi 7.617,04 ha (8,53%). Artinya selama tahun 2000-2009 pengurangan luasan penggunaan lahan sawah ialah 474,47 ha atau 6,3 % dari total luas sawah tahun 2009. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Ilham, Syaikat, Friyatno, & Supena (2009) bahwa perubahan penggunaan lahan sawah tidak

hanya terjadi di pulau Jawa tetapi juga di luar Jawa. Selanjutnya disampaikan bahwa ada tiga faktor yang menentukan konversi lahan sawah yaitu aspek sosial, aspek ekonomi dan kelembagaan pemerintah. Dinamika perubahan penggunaan lahan di Daerah Tangkapan Air Danau Limboto disajikan secara spasial pada Gambar 23, 24, 25 dan 26.



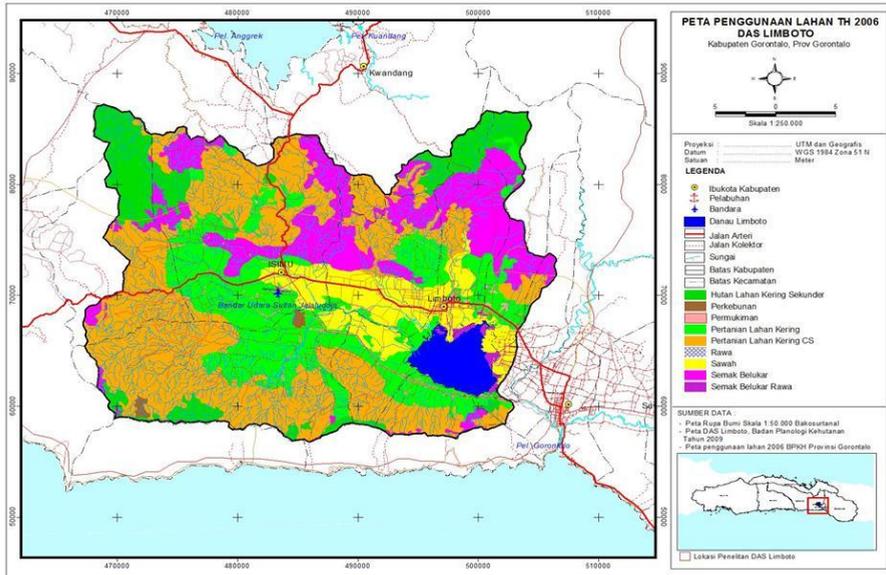
Gambar 23

Penggunaan lahan di daerah tangkapan air Danau Limboto tahun 2000



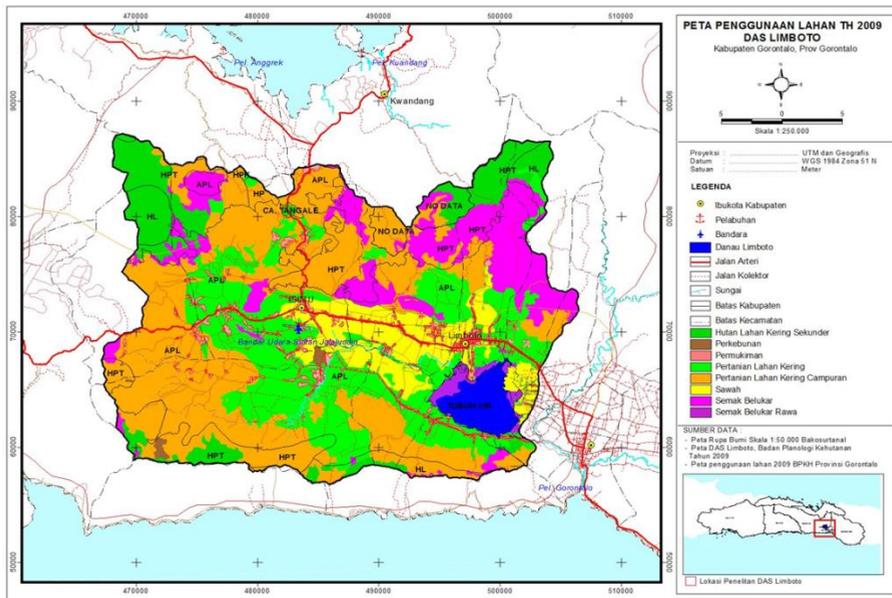
Gambar 24

Penggunaan lahan di daerah tangkapan air Danau Limboto tahun 2003



Gambar 25

Penggunaan lahan di daerah tangkapan air Danau Limboto tahun 2006



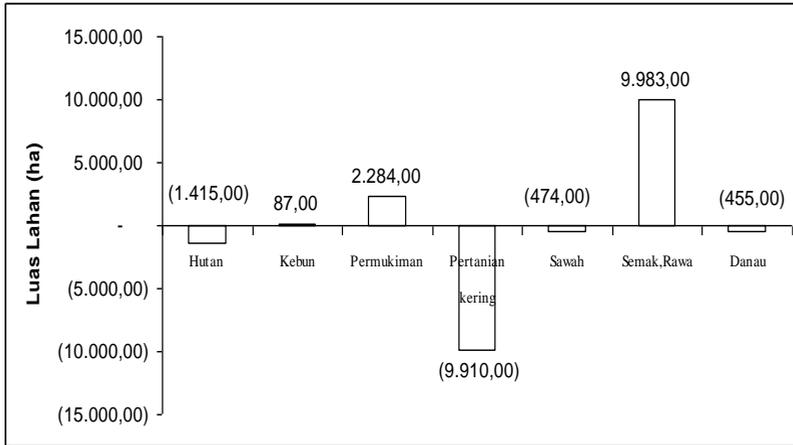
Gambar 26

Penggunaan lahan di daerah tangkapan air Danau Limboto tahun 2009

Menurut Suhartanto (2007) faktor ekonomi yang melatarbelakangi terjadinya alih fungsi lahan pertanian antara lain; (1) nilai *land rent*, usaha pertanian senantiasa lebih rendah dibandingkan sektor lainnya, seperti perumahan, industri, jasa dan infrastruktur jalan. Artinya nilai kompetitif padi terhadap sektor lain menurun. Dan respon petani terhadap pasar dan daya saing meningkat. Rustiadi *et al.* (1997) menyatakan bahwa alasan utama petani melakukan konversi lahan adalah karena kebutuhan dan harga lahan yang tinggi, skala usaha yang kurang efisien untuk diusahakan. Sedangkan Irawan (2007) menyatakan konversi lahan pertanian terjadi karena adanya persaingan pemanfaatan lahan antara sektor pertanian dan lahan nonpertanian. Kondisi tersebut terjadi sebagai konsekuensi pergeseran struktur ekonomi dari sektor pertanian ke nonpertanian. Sejalan dengan penyampaian Pakpahan dan Anwar (1989) bahwa konversi lahan pertanian terjadi akibat transformasi struktur ekonomi dan perkembangan demografi; (2) kesejahteraan petani yang masih rendah, dan (3) kebijakan pemerintah khususnya di era otonomi daerah yang menganggap bahwa sektor pertanian kecil untuk mendapatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD). Implikasi besar menurunnya luasan lahan sawah ialah ancaman terhadap ketahanan pangan karena berpotensi menurunkan produksi gabah. Sisi lain juga semakin membengkaknya kantong-kantong kemiskinan. Karena sektor pertanian masih dipandang penyerap tenaga kerja terbesar.

Tabel 16 dan Gambar 23, 24, 25, 26 di atas juga menunjukkan dinamika penggunaan lahan permukiman. Penggunaan lahan permukiman mengalami perubahan penambahan luas dari tahun 2000– tahun 2009. Pada tahun 2000 luasan penggunaan lahanpermukiman ialah 1631,15 ha (1,83 %), tahun 2006 mengalami penambahan luas menjadi 1637,82 ha (1,84 %) dan pada tahun 2009 luasannya adalah 3915.8 ha (4,39 %). Artinya dari tahun 2000–2009 penambahan luasan permukiman sebesar 2284,5 ha atau bertambah \pm 240%. Bertambahnya luas penggunaan lahan untuk permukiman sejalan dengan pertumbuhan penduduk, sehingga berimplikasi terhadap kebutuhan pembangunan perumahan.

Sunderlin dan Resosudarmo (1997) menyatakan bahwa pertumbuhan penduduk memiliki pengaruh terhadap perubahan penggunaan kawasan kehutanan. Disamping itu pertumbuhan penduduk juga menuntut pembangunan sarana prasarana sosial, kesehatan serta ekonomi. Selanjutnya pada Gambar 27 di bawah disajikan neraca sumberdaya lahan tahun 2000-2009.



Gambar 27

Grafik perubahan penggunaan lahan tahun 2000-2009 di Daerah Tangkapan Air Danau Limboto

Berdasarkan Gambar 27 di atas menunjukkan perubahan sumberdaya lahan untuk Daerah Tangkapan Air Danau Limboto antara tahun 2000-2009. Penggunaan lahan yang mengalami penambahan luas yaitu; semak rawa, perkebunan, dan permukiman. Sedangkan penggunaan lahan yang mengalami penurunan luas ialah danau, sawah, hutan dan pertanian lahan kering. Disampaikan oleh Lihawa (2009) bahwa penggunaan lahan untuk hutan memiliki tingkat bahaya erosi paling rendah. Sebaliknya lahan pertanian memiliki kepekaan tinggi terhadap terjadinya erosi. Selanjutnya dinyatakan oleh Balai Pengelolaan Das Bone Bolango (2003) bahwa erosi total di DAS Limboto ialah 4.222.096 ton/tahun. Sedangkan tahun 2009 erosi total DAS ini adalah 9.902.588,12 ton/tahun (Pemerintah Provinsi Gorontalo 2009). Dengan demikian dinamika perubahan penggunaan lahan berimplikasi terhadap proses terjadinya erosi di daerah tangkapan air Danau Limboto. Bahkan peristiwa tersebut diyakini juga memiliki dampak terhadap luasan genangan danau. Pada tahun 2000 luas Danau Limboto ialah 2.883 ha, dan menjadi 2.428 ha pada tahun 2009. Artinya mengalami penurunan sebesar 455 ha. Penurunan luasan tersebut tentu akan berdampak terhadap fungsi danau sebagai reservoir alami banjir dan produksi perikanan. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Suhardi (2005) dan Kumurur (2000) yang menyatakan bahwa aktivitas di Daerah Tangkapan Air akan memiliki dampak terhadap ekosistem danau yang berada di bawahnya.

BAB VII

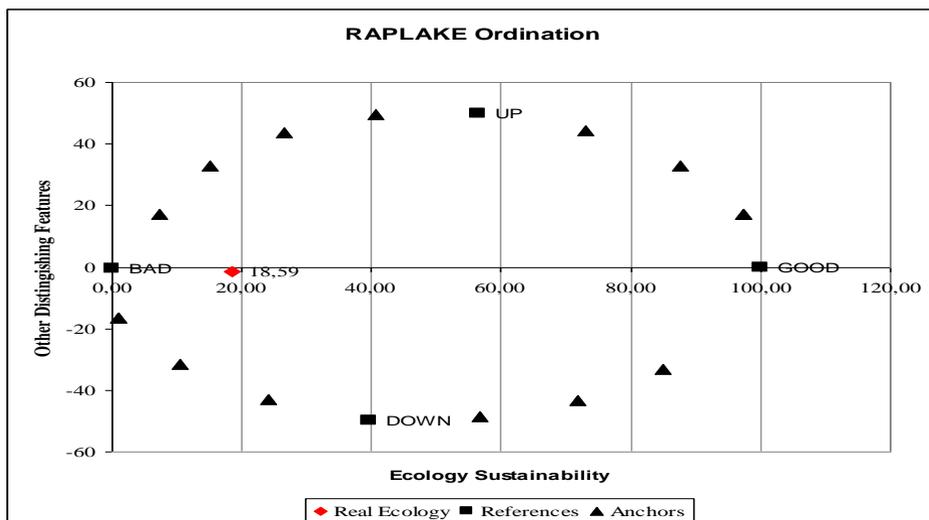
INDEKS DAN STATUS KEBERLANJUTAN PENGELOLAAN DANAU LIMBOTO

Rencana Tata Ruang Wilayah Pulau Sulawesi mengarahkan Danau Limboto sebagai taman wisata. Oleh karena itu pengelolaan yang berkelanjutan terhadap Danau Limboto adalah penting. Penelitian status keberlanjutan pengelolaan Danau Limboto dilakukan dengan cara menentukan indeks keberlanjutan pengelolaan. Indeks keberlanjutan tersebut mencakup lima dimensi yaitu ekologi, ekonomi, sosial, kelembagaan-kebijakan dan teknologi-infrastruktur. Selanjutnya dilakukan analisis *leverage* untuk mengetahui atribut yang memiliki sensitivitas terhadap status keberlanjutan masing-masing dimensi. Penjelasan tersebut disajikan berdasarkan masing-masing dimensi di bawah ini.

A. Status Keberlanjutan Dimensi Ekologi

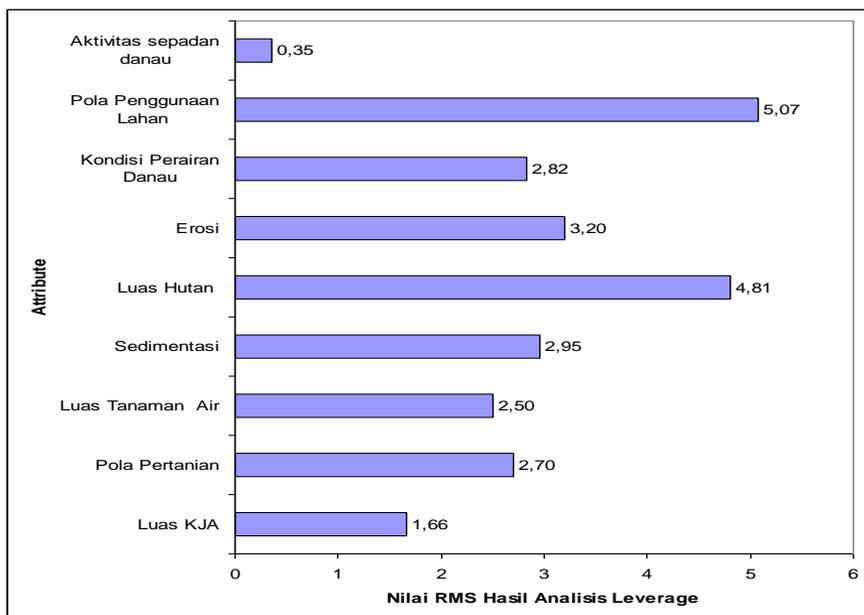
Atribut yang diperkirakan memberikan pengaruh terhadap keberlanjutan pengelolaan Danau Limboto dari dimensi ekologi yaitu; (1) luas Karamba Jaring Apung (KJA), (2) pola pertanian tingkat, (3) luasan tanaman air, (4) sedimentasi, (5) luasan kawasan hutan (6) erosi, (7) kesuburan danau, (8) pola penggunaan lahan, (9) aktivitas sempadan danau.

Analisis dimensi keberlanjutan ekologi pengelolaan Danau Limboto menggunakan MDS. Berdasarkan analisis tersebut indeks dimensi ekologi ialah 18,59 (Gambar 28). Nilai tersebut artinya bahwa dimensi ekologi pengelolaan Danau Limboto buruk. Kondisi tersebut menggambarkan bahwa dalam pengelolaan Danau Limboto secara berkelanjutan dimensi ekologi belum diperhatikan secara optimal. Hal tersebut sesuai dengan observasi lapangan yang menggambarkan bahwa lingkungan Danau Limboto mengalami penurunan kualitas. Misalnya di Daerah Tangkapan Air terjadi perubahan penggunaan lahan dan aktivitas penduduk yang intensif. Sedangkan menurut Demografi Danau Limboto tahun 2008 di perairan danau tanaman air menutup lebih 40% dari luas permukaan Danau Limboto.



Gambar 28
Indeks keberlanjutan dimensi ekologi

Berdasarkan nilai indekstersebut yang menggambarkan kurang berlanjutnya pengelolaan danau dalam dimensi ekologi, maka selanjutnya dilakukan analisis *leverage*. Analisis *leverage* bertujuan untuk melihat atribut-atribut yang sensitif memberikan pengaruh terhadap nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi. Berdasarkan analisis *leverage* tersebut diperoleh empat atribut yang sensitif terhadap nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi yaitu, (1) penggunaan lahan, (2) luas hutan, (3) erosi, dan (4) sedimentasi. Empat atribut tersebut memberikan arahan tafsiran bahwa kondisi danau sangat dipengaruhi oleh aktivitas di daratan. Hasil analisis dalam bentuk grafik disajikan pada Gambar 29 berikut.



Gambar 29

Peran masing-masing atribut aspek dimensi ekologi yang dinyatakan Dalam bentuk nilai RMS (*Root Mean Square*)

Gambar 29 menunjukkan bahwa, atribut pola penggunaan lahan dan luas kawasan hutan memiliki sensitivitas yang tinggi. Berdasarkan kegiatan observasi lapangan bahwa pola penggunaan lahan tidak didasarkan atas kemampuan lahan atau arahan RTRW. Hal tersebut ditunjukkan oleh luasan kawasan hutan yang tidak mencapai luasan minimal yaitu 30% dari total luas wilayah. Berkurangnya luasan kawasan hutan di Daerah Tangkapan Air Danau Limboto berpengaruh terhadap menurunnya fungsi ekologis kawasan tersebut bagi daerah di bawahnya.

Analisis spatial terhadap kawasan daerah tangkapan air (DTA) Danau Limboto menunjukkan telah terjadi pergeseran penggunaan lahan, misalnya berkurangnya kawasan hutan. Data spatial tutupan lahan hutan di Daerah Tangkapan Air Danau Limboto, menunjukkan hubungan lurus dengan luasan danau. Padahal menurut Lihawa (2009) penggunaan lahan hutan memiliki kemampuan yang paling baik untuk meredam terjadinya erosi. Sebab pada lahan hutan, energi air tidak langsung menubruk permukaan tanah tetapi sebaliknya ditangkap oleh kanopi, batang, ranting dari vegetasi. Kemudian pada saat air dipermukaan tanah, tidak langsung menjadi *run off* tetapi berdiam di tanah permukaan karena adanya vegetasi dan humus sehingga berpeluang terjadi pengimbuhan air tanah.

Pola penggunaan lahan juga tidak mempertimbangkan aspek kemampuan lahan yang ditunjukkan oleh kegiatan pertanian tanaman jagung di lahan-lahan marginal. Implikasinya memiliki kerentanan yang tinggi terhadap kejadian erosi. Banyak ditemukan kegiatan pertanian jagung di lakukan pada lahan yang memiliki kemiringan lereng di atas 30%. Padahal berdasarkan peta tanah bahwa tanah di kawasan ini peka sampai sangat peka terhadap erosi. Oleh karena itu sejalan dengan kondisi tersebut disampaikan oleh Suripin (dalam Nurdin, 2011) bahwa erosi di kawasan ini, diatas erosi toleransi (< 10 ton/ha). Laporan Neraca Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Gorontalo tahun 2009 menyatakan bahwa erosi di DAS Limboto lebih dari 9 juta ton/tahun atau 108 ton/ha/tahun. Erosi tersebut selanjutnya menjadi material yang dibawa pergerakan air dan mengendap di badan Danau Limboto menjadi sedimen.

Sedimentasi merupakan atribut sensitif berikutnya dari dimensi ekologi. Sedimentasi telah berimplikasi negatif terhadap Danau Limboto dalam rentang waktu lama. Hal tersebut ditunjukkan oleh luas dan kedalaman Danau Limboto yang semakin berkurang. Menurunnya lingkungan ekosistem Danau Limboto berimplikasi pada menurunnya kemampuan danau dalam menampung limpasan air, sehingga sering banjir dan menggenangi permukiman di sekitarnya. Dangkalnya perairan danau juga akan berimplikasi negatif terhadap aktivitas perikanan budidaya. Observasi di lapangan memberikan informasi bahwa sering terjadi kematian ikan peliharaan secara massal pada waktu-waktu tertentu.

Atribut sensitif dari perairan danau ialah kualitas perairan danau dan tanaman air yang didominasi oleh eceng gondok. Berdasarkan tingkat kesuburan maka perairan Danau Limboto tergolong eutrofik yaitu sangat kaya dengan bahan-bahan organik. Hal tersebut ditunjukkan oleh banyaknya tanaman air yang terdapat di perairan Danau Limboto. Menurut Boyd (1998) populasi tanaman air yang mencapai 10-20% akan menyulitkan pengembangan perikanan.

Menurut Krismono, Astuti, & Sugiarti (2009) komposisi tumbuhan air di Danau Limboto didominasi oleh eceng gondok sebanyak 85 %, hydrilla, kangkung air, rumput, tumbili masing-masing hanya 2,5 %, dan teratai serta kiambang masing-masing 0,5 %. Kehadiran eceng gondok di Danau Limboto sangat besar pengaruhnya dinataranya dapat berdampak negatif yaitu antara lain;menutup sebagian permukaan air danau, mempercepat evaporasi, mengganggu transportasi perahu. Tanaman air tawar yang didominasi oleh eceng gondok di Danau Limboto ditunjukkan oleh Gambar 30.

Gambar 30
Tanaman air di Danau Limboto 2011



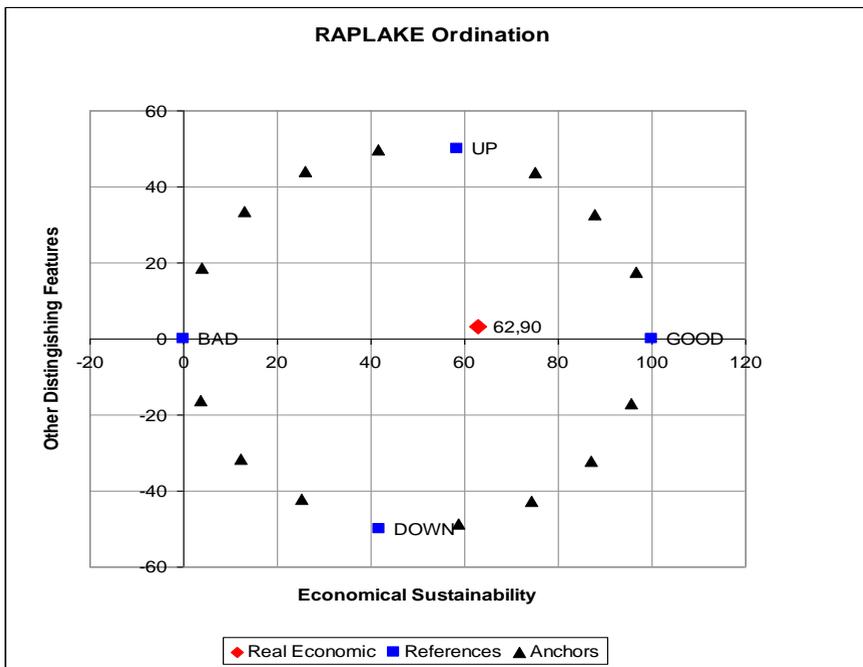
Uraian tersebut memberikan gambaran bahwa, kondisi ekosistem Danau Limboto tidak semata dipengaruhi oleh aktivitas di perairan danau, tetapi juga oleh aktivitas yang ada di lingkungannya. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Haryani (2002) bahwa ekosistem danau merupakan satu kesatuan dengan lanskapnya. Suhardi (2005) dan Kumurur (2001) menyatakan aktivitas di daerah tangkapan air danau akan berimplikasi terhadap ekosistem perairan danau. Oleh karena itu upaya untuk meningkatkan status keberlanjutan dimensi ekologi pengelolaan Danau Limboto maka, disamping memprioritaskan atribut yang sensitif, atribut yang tidak sensitif perlu mendapat perhatian juga. Misalnya keberadaan aktivitas perikanan di Danau Limboto yaitu Karamba (KJA) dan Bibilo. Keberadaan KJA dapat mendukung pengayaan di perairan Danau Limboto semakin tinggi. Seperti yang disampaikan oleh Mc Donald *et al.* (1996) bahwa 30% dari jumlah pakan yang diberikan tertinggal sebagai pakan yang tidak dikonsumsi. Kemudian 25-30% dari pakan yang dikonsumsi dieksresikan ke lingkungan. Oleh karena itu, selain perlu dilakukan pengendalian pertumbuhan KJA dengan menghitung daya dukung perairan Danau Limboto, yang prinsip juga adalah dilaksanakan penataan KJA berdasarkan zonasi perairan. Penempatan KJA atas dasar zonasi akan

memastikan kesesuaian lahannya dan memudahkan dilakukan pengelolaannya.

B. Status Keberlanjutan Dimensi Ekonomi

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 bermatapencaharian perikanan, (8) potensi wisata dan (9) penduduk miskin.

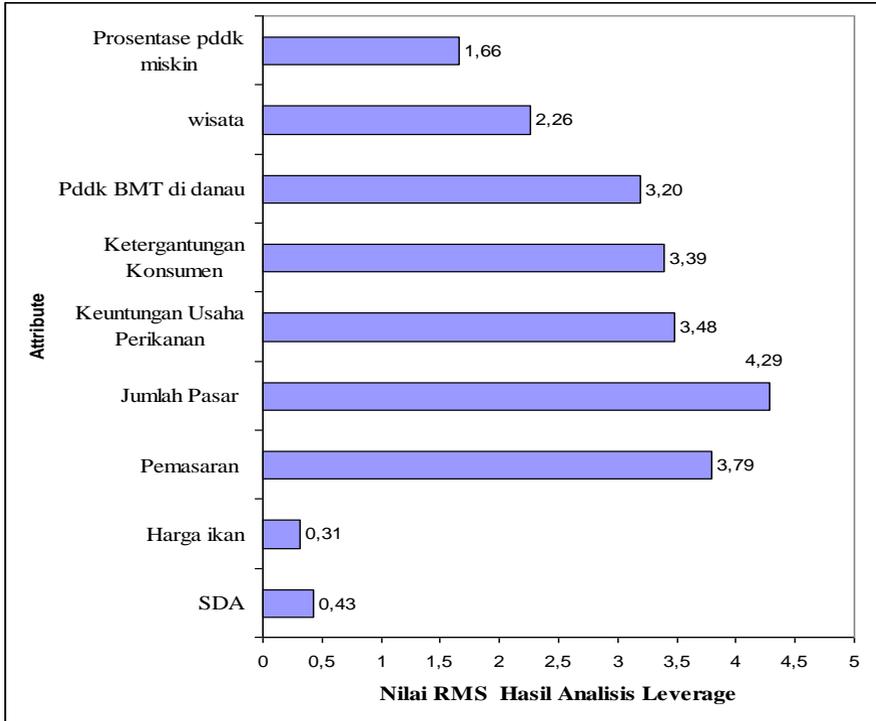
Berdasarkan analisis MDS terhadap keberlanjutan dimensi ekonomi, nilainya ialah 62,90 (Gambar 31). Nilai tersebut menjelaskan bahwa status keberlanjutan dimensi ekonomi ialah cukup berlanjut. Artinya secara ekonomi pengelolaan Danau Limboto memiliki dampak positif.



Gambar 31
Indeks keberlanjutan dimensi ekonomi

Sisi lain, tingginya nilai dimensi ekonomi memberikan tafsiran bahwa pembangunan sumberdaya danau masih didominasi oleh pertimbangan aspek ekonomi, sebaliknya mengabaikan aspek ekologi. Selanjutnya analisis *leverage* dilakukan untuk mengetahui atribut yang sensitif terhadap

keberlanjutan pengelolaan Danau Limboto pada dimensi ekonomi, hasilnya disajikan pada Gambar 32 berikut ini.



Gambar 32

Peran masing-masing atribut aspek dimensi ekonomi yang dinyatakan dalam bentuk nilai RMS (*Root Mean Square*)

Gambar 32 memberikan data tentang atribut-atribut yang sensitif terhadap keberlanjutan pengelolaan Danau Limboto pada dimensi ekonomi yaitu; (1) jumlah pasar, (2) pemasaran, (3) ketergantungan konsumen, (4) penduduk bermata pencaharian sektor perikanan, (5) keuntungan usaha perikanan dan (6) sektor wisata. Atribut tersebut memberikan arahan tafsiran bahwa Danau Limboto memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Kondisi tersebut sejalan dengan pernyataan Fadly (2010) bahwa nilai ekonomi perikanan di Danau Limboto ialah Rp. 55.708.826.400,00 pertahunnya. Sedangkan nilai ekonomi wisata danau pertahunnya ialah Rp. 625.144,150. Tingginya nilai ekonomi perikanan linier dengan besarnya aktivitas sektor ini di Danau Limboto.

Atribut jumlah pasar dan pemasaran ikan hasil dari danau merupakan atribut yang sensitif. Berdasarkan observasi lapangan pasar ikan hasil perikanan danau tersebar di banyak tempat, sehingga mempermudah

akses masyarakat untuk membeli. Bahkan perikanan danau merupakan sumber utama perikanan air tawar Provinsi Gorontalo. Hal tersebut ditunjukkan dengan wilayah pemasarannya mencakup seluruh Provinsi Gorontalo. Namun yang perlu diperhatikan ialah pengembangan sektor hulu perikanan di Danau Limboto harus mempertimbangkan daya dukungnya. Sehingga tidak menimbulkan kerusakan ekologis yang lebih parah.

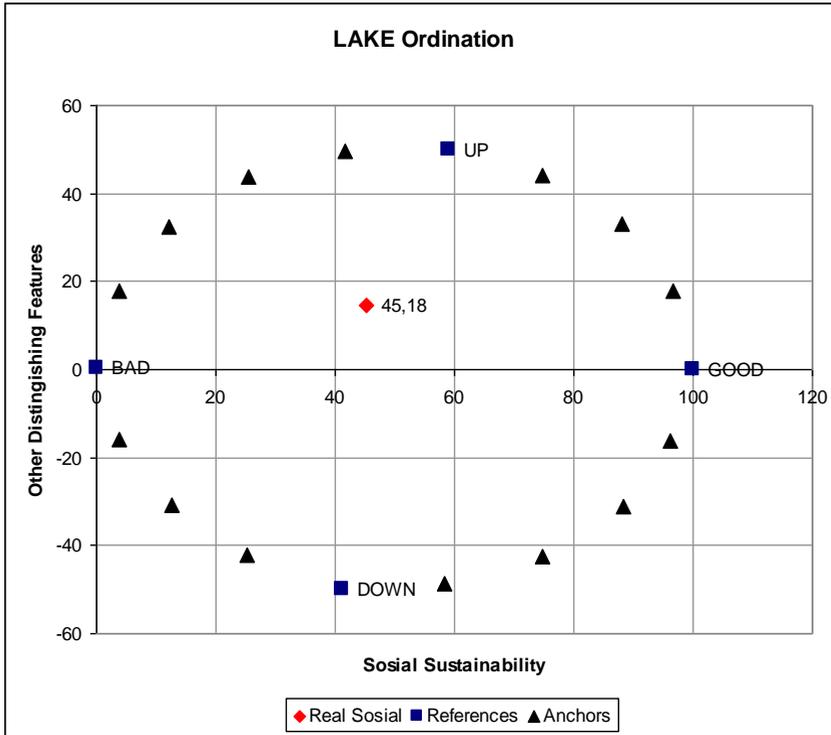
Atribut keuntungan ekonomi usaha perikanan memiliki skor yang cukup, tetapi memiliki sensitivitas yang tinggi. Artinya atribut ini berpeluang untuk ditingkatkan perannya dengan cara memperbaiki manajemen usaha perikanan agar lebih efisien. Selanjutnya diharapkan akan memberikan dorongan terhadap perbaikan dimensi ekonomi yang semakin optimal dalam keberlanjutan pengelolaan danau.

Gambar 32 menunjukkan juga bahwa, atribut sektor wisata danau tergolong memiliki sensitivitas cukup tinggi. Atribut ini sangat penting dikelola melalui pengembangan wisata Danau Limboto yang baik. Hal tersebut sejalan dengan RTRW yang menunjuk Danau Limboto sebagai taman wisata. Pengembangan taman wisata tersebut dapat digunakan untuk mengembangkan sumber ekonomi alternatif danau, sehingga bisa mereduksi timbulan inefisiensi ekologis yang diakibatkan oleh aktivitas perikanan. Artinya dimensi ekonomi danau memiliki oportunitas dikembangkan salah satunya melalui pengelolaan sector wisata. Dengan demikian tingginya intensitas ekonomi perikanan Danau Limboto kedepannya bisa dikendalikan dengan mengoptimalkan potensi ekowisata danau. 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.

Berdasarkan uraian tersebut maka untuk meningkatkan keberlanjutan dimensi ekonomi pengelolaan Danau Limboto penting dilakukan pembangunan atribut sensitif yang lebih baik dan terintegrasi dalam sebuah perencanaan, sehingga memberikan dampak yang lebih optimal.

C. Status Keberlanjutan Dimensi Sosial

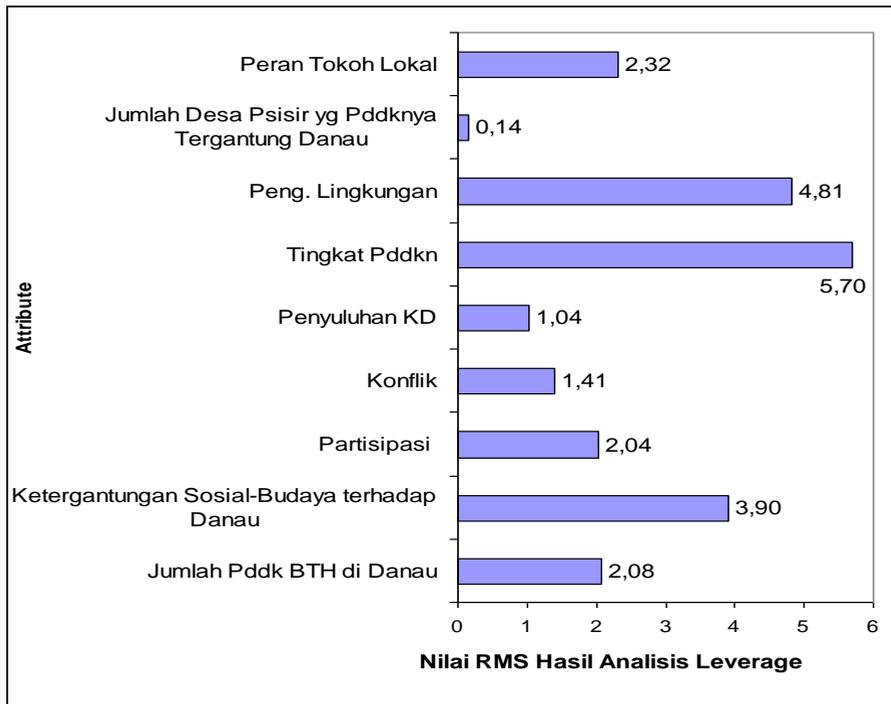
Atribut yang diperkirakan memberikan pengaruh terhadap dimensi sosial ialah; (1) jumlah BTH, (2) ketergantungan masyarakat terhadap danau, (3) partisipasi, (4) konflik, (5) penyuluhan kelestarian danau, (6) tingkat pendidikan masyarakat, (7) pengetahuan tentang lingkungan, (8) jumlah desa yang penduduknya bekerja di danau dan (9) peran tokoh lokal.



Gambar 33
Indeks keberlanjutan dimensi sosial

Berdasarkan analisis menggunakan MDS, maka indeks dimensi sosial keberlanjutan pengelolaan Danau Limboto disajikan pada Gambar 33. Gambar 33 tersebut menunjukkan bahwa, nilai indeks keberlanjutan dimensi sosial ialah 45,18, artinya status dimensi ini adalah kurang berlanjut. Dengan demikian pengelolaan Danau Limboto belum secara optimal memberikan dukungan terhadap pembangunan dimensi sosial. Oleh karena itu untuk mengoptimalkan keberlanjutan danau maka pembangunan dimensinya penting dilakukan.

Analisis *leverage* dilakukan untuk melihat atribut-atribut yang sensitif yang memberikan pengaruh terhadap nilai indeks keberlanjutan dimensi sosial. Berdasarkan analisis *leverage* yang dilakukan maka terdapat beberapa 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. Hasil analisis tersebut disajikan pada Gambar 34 di bawah.



Gambar 34

Peran masing-masing atribut aspek dimensi sosial yang dinyatakan dalam bentuk nilai RMS (*Root Mean Square*)

Gambar 34 di atas menunjukkan atribut tingkat pendidikan masyarakat tergolong sangat sensitif. Observasi lapangan memberikan informasi bahwa tingkat pendidikan masyarakat relatif rendah. Hal tersebut sejalan dengan Laporan Pemerintah Provinsi Gorontalo-UNDP (2010) bahwa penduduk Gorontalo 64% berpendidikan sekolah dasar, 14% penduduk berpendidikan SMP, 18% penduduk berpendidikan SMU dan hanya 4% penduduk yang berpendidikan perguruan tinggi. Tingkat pendidikan akan memiliki hubungan positif dengan tingkat pengetahuan tentang lingkungan dan penerimaan inovasi teknologi. Oleh karena itu rendahnya tingkat pendidikan berpengaruh terhadap rendahnya pengetahuan masyarakat terhadap kelestarian lingkungan.

Menurut Hermawan (2005) bahwa terdapat hubungan positif antara tingkat pendidikan dengan perilaku kelestarian lingkungan. Tingkat pendidikan yang tinggi akan memberikan perilaku positif terhadap perilaku kelestarian lingkungan, demikian sebaliknya. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Pomalingo (2000) bahwa, aspek sosial masyarakat Danau

Limboto berpengaruh positif terhadap peta mental kelestarian lingkungan. Menurut Ostrom, Gardner, & Walker (1994) kondisi atribut sosial seperti pendidikan, tingkat pengetahuan, partisipasi, kearifan lokal memiliki pengaruh terhadap aktor-aktor dalam pengelolaan sumberdaya alam.

Atribut lainnya yang memiliki sensitivitas tinggi ialah ketergantungan masyarakat terhadap danau. Ketergantungan yang dimaksud di sini ialah ketergantungan sosial budaya. Masyarakat memandang kehidupannya tidak bisa dipisahkan dengan danau. Oleh karena itu ketika pemerintah mencoba mensosialisasikan program relokasi bagi masyarakat sempadan danau, mereka melakukan penolakan. Menurut mereka ekosistem danau merupakan bagian sistem kehidupannya yang telah membentuk ikatan dengan sistem sosial-budayanya, sehingga tidak mungkin mereka meninggalkan lingkungan tersebut.

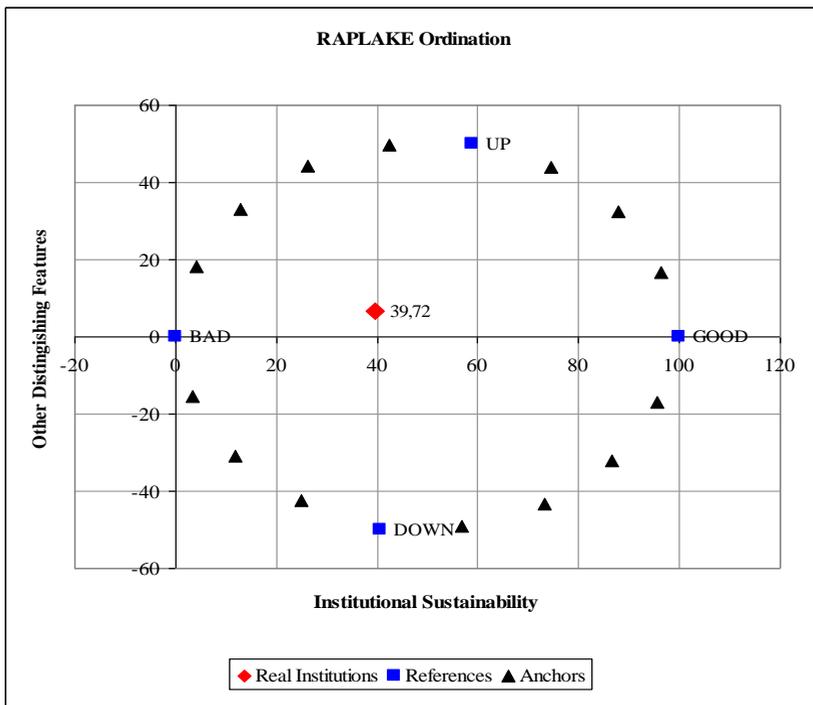
Berdasarkan uraian tersebut maka untuk meningkatkan keberlanjutan dimensi sosial pengelolaan Danau Limboto perlu memberi perhatian serius terhadap atribut sensitif. Pembangunan sumberdaya manusia melalui kebijakan pendidikan formal perlu ditingkatkan sehingga tingkat pendidikan formal masyarakatnya lebih baik. Disamping itu pengembangan sumberdaya manusia dapat dilakukan melalui penguatan pelatihan atau pendidikan nonformal, sehingga tingkat pengetahuan masyarakat tentang lingkungan semakin baik. Sedangkan atribut ketergantungan sosial-budaya terhadap danau bisa menjadi modal sosial untuk mendorong masyarakat berpartisipasi dalam pengelolaan danau secara berkelanjutan. Namun demikian perlu juga memperhatikan atribut lainnya seperti peran tokoh lokal dan memberikan ruang partisipasi bagi masyarakat secara benar serta penanganan konflik.

Pengembangan peran tokoh lokal dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan Danau Limboto akan memiliki kontribusi terhadap peningkatan keberlanjutan dimensi sosial. Sedangkan potensi konflik semakin besar mengingat lahan perairan danau yang tidak bertambah sedangkan aktivitas ekonomi perikanan semakin bertambah. Konflik dipicu oleh terbatasnya sumberdaya alam, sisi lain sumberdaya alam danau tergolong *common property resources* yang berimplikasi pada *open access* sehingga potensial menimbulkan *tragedy of the common*. Oleh karena itu sumber-sumber konflik harus ditangani secara tepat agar tidak menimbulkan efek negatif yang lebih besar terhadap pengelolaan danau.

D. Status Keberlanjutan Dimensi Kelembagaan

Atribut yang diperkirakan memiliki pengaruh terhadap dimensi kelembagaan ialah; (1) perda pengelolaan Danau Limboto, (2) kelembagaan lokal, (3) forum konservasi, (4) sinergi kebijakan, (5) mekanisme lintas sektor, (6) kelembagaan khusus, (7) kemitraan, (8) peran RTRW, (9) pranata hukum adat. Kemudian untuk mengetahui nilai indeks keberlanjutan dimensi kelembagaan pengelolaan Danau Limboto dilakukan analisis MDS (Gambar 35).

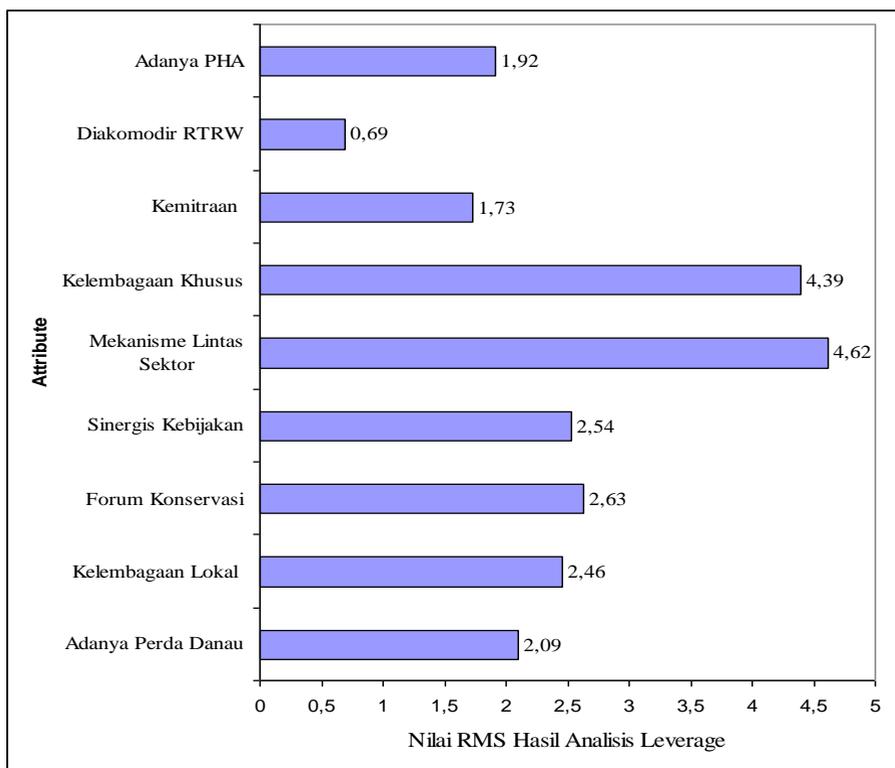
Berdasarkan Gambar 35 tersebut menunjukkan bahwa nilai indeks keberlanjutan dimensi kelembagaan ialah 39,72. Nilai tersebut menjelaskan bahwa keberlanjutan dimensi kelembagaan dalam pengelolaan Danau Limboto adalah kurang. Hal tersebut memberikan tafsiran bahwa peran kelembagaan dalam pengelolaan Danau Limboto masih lemah. Padahal kelembagaan memiliki peran penting dalam pengelolaan sumberdaya alam agar berkelanjutan. Aspek kelembagaan tidak semata mengatur tentang sumberdaya alam Danau Limboto semata, tetapi juga mengatur masing-masing peran dari para pihak yang memiliki kepentingan terhadap ekosistem Danau Limboto.



Gambar 35

Indeks keberlanjutan dimensi kelembagaan

Berdasarkan indeks keberlanjutan dimensi kelembagaan tersebut, maka dilakukan analisis *leverage*. Analisis *leverage* bertujuan untuk mengetahui atribut-atribut yang sensitif terhadap keberlanjutan dimensi kelembagaan pengelolaan Danau Limboto. Beberapa atribut yang sensitif terhadap terhadap dimensi kelembagaan ialah (1) mekanisme lintas sektor, (2) kelembagaan khusus Danau Limboto, (3) forum konservasi, (4) sinkronisasi kebijakan (Gambar 36).



Gambar 36

Peran masing-masing atribut aspek dimensi kelembagaan yang dinyatakan dalam bentuk nilai RMS (*Root Mean Square*)

Perda Nomor 1 tahun 2008 tentang Pengelolaan Danau Limboto belum secara optimal efektif melandasi agenda operasional para pihak. Perda ini belum secara jelas bagaimana bentuk kelembagaan pengelolaan Danau Limboto. Implikasinya mekanisme lintas sektor para pihak dalam pengelolaan Danau Limboto belum jelas. Hal tersebut sesuai dengan hasil analisis *leverage* yang menunjukkan bahwa mekanisme lintas sektor merupakan atribut sensitif bagi dimensi kelembagaan.

Kelembagaan Danau Limboto secara khusus merupakan atribut sensitif berikutnya setelah mekanisme lintas sektor. Hal tersebut menggambarkan bahwa tidak adanya kelembagaan yang khusus tentang Danau Limboto menyebabkan harmonisasi agenda antara sektor tidak berjalan efektif, karena masing-masing sektor dengan agendanya sendiri dan tidak ada lembaga yang memiliki otoritas mengelola berbagai agenda tersebut. Implikasinya ialah pengelolaan Danau Limboto tidak dalam satu agenda manajemen yang terpadu. Kondisi tersebut dapat menimbulkan biaya tinggi, karena bisa berpeluang terjadinya tumpang tindihnya program atau kegiatan.

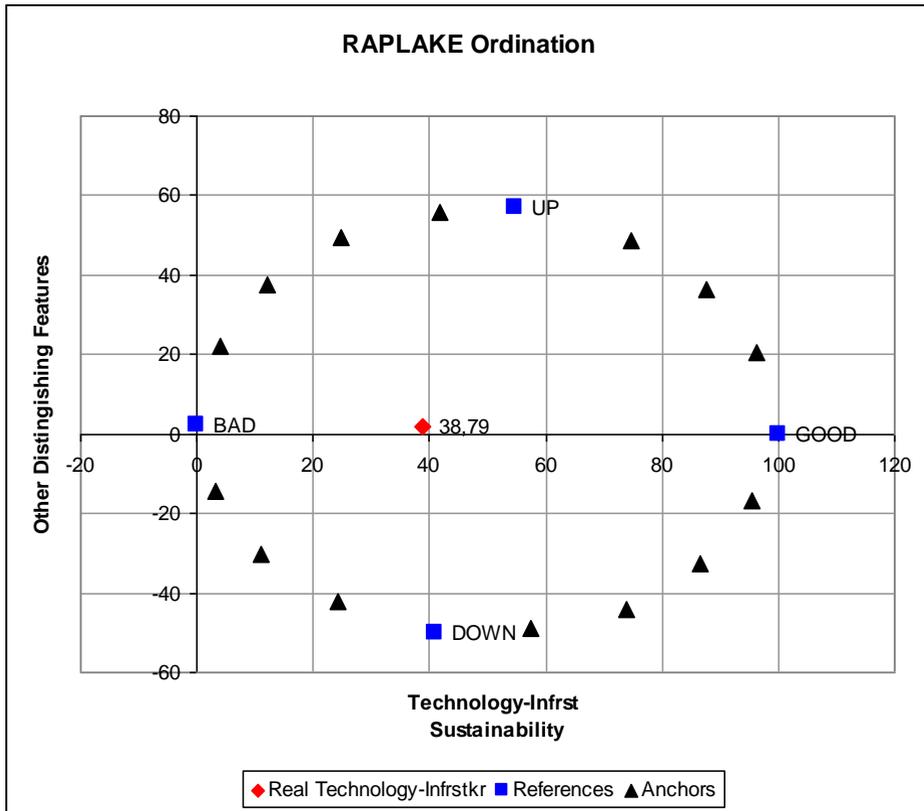
Sinkronisasi kebijakan adalah atribut sensitif berikutnya terhadap dimensi kelembagaan. Berdasarkan observasi lapangan memberikan informasi sinkronisasi kebijakan sangat lemah. Hal tersebut ditunjukkan oleh respon pemerintah daerah terhadap PERDA pengelolaan Danau Limboto yang diterbitkan oleh provinsi adalah lemah. Gambaran tersebut memberikan penguatan terhadap pandangan pesimistik bahwa pengelolaan sumberdaya alam dalam regim desentralisasi gagal memberikan perlindungannya terhadap sumberdaya alamnya. Kegagalan tersebut antara lain dipicu oleh agenda pembangunan sangat politis sesuai dengan kepentingan elit politiknya. Sisi lain mutasi SDM di kabupaten/kota sangat dinamis dan politis tanpa mempertimbangkan aspek kompetensi pada bidang pekerjaannya. Hal tersebut sejalan dengan penyampaian Suporaharjo dan Setyowati (2008) bahwa desentralisasi di Indonesia tidak muncul dari kebijakan yang terintegrasi dan terorganisasi dalam rencana pemerintah pusat. Sebaliknya terkesan terburu-buru seiring kompleksitas permasalahan politik ekonomi yang mendera pemerintah pusat. Secara detail ada tiga faktor penyebab belum optimalnya regim otonomi daerah dalam pengelolaan sumberdaya alam yaitu; (1) kepentingan elit politik, (2) koordinasi yang lemah dan (3) kapasitas SDM dan lembaga.

Berdasarkan uraian tersebut maka dalam upaya untuk meningkatkan status keberlanjutan dimensi kelembagaan pengelolaan Danau Limboto perlu memperhatikan secara serius atribut sensitif. Kebijakan pemerintah untuk membuat kelembagaan pengelolaan Danau Limboto secara khusus penting diperhatikan. Berdasar kelembagaan tersebut maka mekanisme para pihak di atur secara jelas. Kelembagaan sumberdaya alam tidak semata mengatur tentang sumberdaya alamnya, tetapi bagaimana para pihak memiliki peran dan aturan main yang jelas terkait pengelolaan Danau Limboto. Seperti yang disampaikan oleh Ostrom and Crawford yang dikutip oleh Rudd (2004) kelembagaan mencakup aturan formal dan informal sebagai pedoman yang

mengatur tentang perizinan, pelarangan dan tindakan pemberian sanksi terhadap pelanggaran yang dilakukan.

E. Status Keberlanjutan Dimensi Teknologi-Infrastruktur

Atribut yang diperkirakan memiliki pengaruh terhadap dimensi teknologi ialah; (1) alat monitoring kualitas air, (2) sarana-prasarana sampah/limbah, (3) teknologi pertanian ramah lingkungan, (4) teknologi perikanan tangkap, (5) teknologi BDP, (6) teknologi pengendalian sedimen, (7) teknologi pengendalian banjir, (8) teknologi pemanfaatan eceng gondok, (9) teknologi aerasi.



Gambar 37
Indeks keberlanjutan dimensi teknologi-infrastruktur

Hasil analisis menggunakan MDS terhadap dimensi teknologi nilai indeksnya ialah 38,79 artinya status keberlanjutan dimensi ini adalah kurang (Gambar 37). Kondisi dimensi teknologi yang kurang berlanjut memberikan gambaran bahwa penggunaan teknologi dalam pengelolaan Danau Limboto

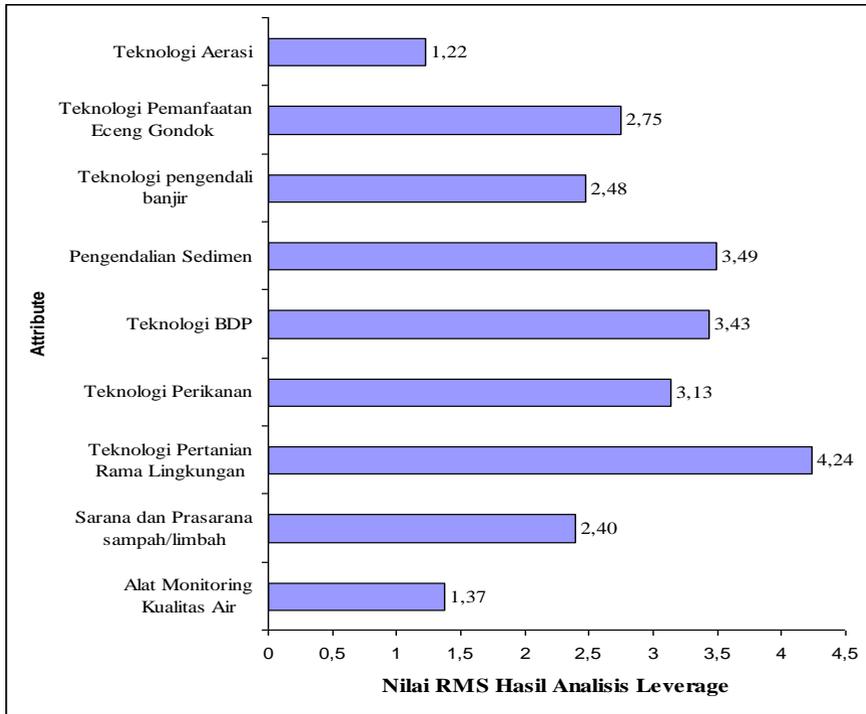
yang berkelanjutan belum optimal. Dengan demikian memberikan peluang pemanfaatan teknologi dalam rangka peningkatan pengelolaan Danau Limboto yang berkelanjutan.

Berdasarkan hasil analisis MDS pada dimensi ini, maka perlu untuk diketahui atribut-atribut yang sensitif terhadap dimensi teknologi, melalui analisis *leverage*, (Gambar 38). Hasil analisis *leverage* menunjukkan beberapa atribut yang tergolong sensitif terhadap keberlanjutan dimensi teknologi pada pengelolaan Danau Limboto antara lain yaitu; (1) teknologi pertanian ramah lingkungan, (2) pengendalian sedimentasi di danau, (3) teknologi BDP, (4) teknologi penangkapan, (5) teknologi pemanfaatan eceng gondok, (6) teknologi pengendalian banjir.

Munculnya atribut sensitif teknologipertanian ramah lingkungan memberikan informasi bahwa ekosistem danau tidak bisa dipisahkan dengan aktivitas yang terjadi di daerah daratannya. Cheurevi & Soranno (2008) menyatakan bahwa karakteristik lanskap danau dan aktivitas penduduk akan mempengaruhi keberadaan danau. Sejalan dengan pernyataan Madrinan (2008) bahwa aktivitas pertanian di daratan danau merupakan sumber nitrogran dan fosfat utama yang memicu terjadinya eutrofikasi di danau. Senyawa tersebut di bawa oleh aliran air masuk ke dalam system badan danau bersama sedimen. Oleh karena itu pembinaan terhadap petani untuk mengaplikasikan pertanian ramah lingkungan adalah sangat penting. Sehingga bisa mengendalikan erosi dan senyawa kimia yang digunakan dalam pertanian masuk ke dalam perairan danau. Atribut sensitive lainnya ialah pengendalian sedimentasi di Danau Limboto. Pengendalian sedimentasi penting dilakukan karena erosi yang terjadi sangat besar, sehingga sebelum masuk ke dalam badan perairan danau material sedimen tersebut ditangkap lebih dahulu. Implimentasi pengendalian sedimentasi penting untuk mengendalikan laju pendangkalan lebih kecil.

Perikanan budidaya potensial menyumbang limbah organik melalui pakan yang diberikan. Seperti yang disampaikan Gunadi (2012) bahwa dari seluruh nitrogen dalam pakan yang diberikan kepada ikan hanya 25% digunakan, sedangkan 60%-nya dikeluarkan dalam bentuk NH_3 dan 15%-nya dikeluarkan bersama feses. Sementara Hille (2008) menyatakan kegiatan perikanan budidaya di danau akan menaikkan kandungan fosfat yang bersumber dari pakan yang tidak dikonsumsi dan feses ikan. Senyawa kimia tersebut menjadi unsur hara bagi tanaman air sehingga pertumbuhannya melimpah. Oleh karena itu atribut teknologi budidaya perairan tergolong sensitive terhadap keberlanjutan dimensi teknologi dan penting diperhatikan untuk meningkatkan keberlanjutan Danau Limboto. Disamping itu perlu

penataan aktivitas yang ada di perairan danau sesuai dengan kesesuaian lahannya.

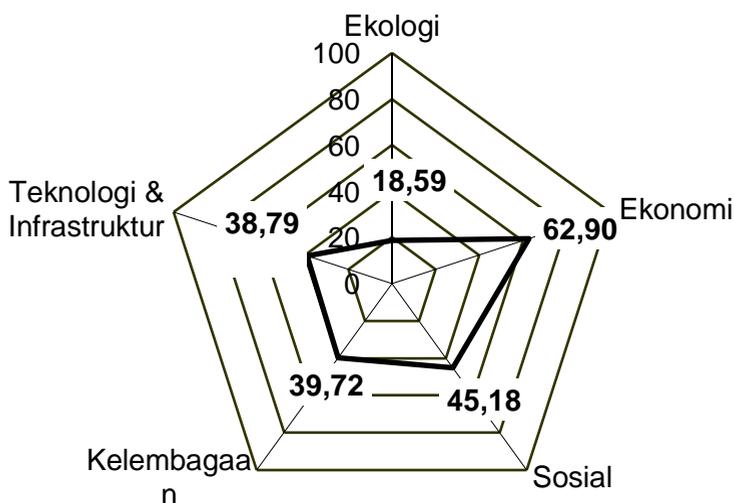


Gambar 38

Peran masing-masing atribut aspek dimensi teknologi yang dinyatakan dalam bentuk nilai RMS (*Root Mean Square*)

F. Status Keberlanjutan Multidimensi

Hasil analisis MDS menunjukkan nilai indeks keberlanjutan masing-masing dimensi secara umum kurang berlanjut yaitu < 50. Sebaliknya hanya dimensi ekonomi yang tergolong cukup berkelanjutan yaitu 62,90. Sementara dimensi ekologi indeksnya 18,59 artinya status keberlanjutannya buruk. Data tersebut memberikan informasi bahwa pengelolaan Danau Limboto dan kawasannya masih berorientasi ekonomi dan mengabaikan dimensi ekologinya. Dominasi pertimbangan dimensi ekonomi dalam pengelolaan sumberdaya alam di Indonesia secara umum dipengaruhi oleh doktrin pembangunannya yaitu pertumbuhan ekonomi yang tinggi. Implikasinya eksploitasi sumberdaya alam dilakukan secara ekstraktif, karena sumberdaya alam dipandang sebagai *engine* pembangunan. Hasil analisis MDS dalam bentuk diagram laying disajikan pada gambar 39.



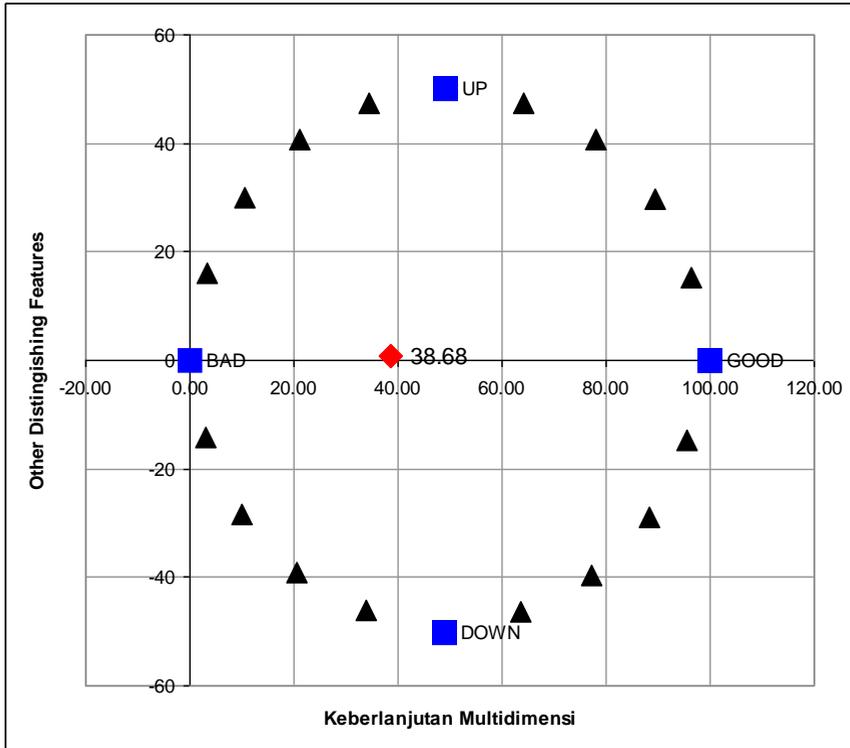
Gambar 39
 Diagram layang analisis indeks
 dan status keberlanjutan pengelolaan Danau Limboto

Berdasarkan penilaian responden pakar terkait pengelolaan Danau Limboto berkelanjutan, diperoleh bobot tertimbang untuk masing-masing dimensi. Berdasarkan hasil pembobotan tertimbang dari kelima dimensi, ekologi, ekonomi, sosial, kebijakan-kelembagaan, dan teknologi-infrastruktur, maka diperoleh nilai indeks keberlanjutan multidimensinya sebesar 38.68 (terletak diantara 25.01%-50.00%). Indeks ini menjelaskan bahwa pengelolaan Danau Limboto kurang berlanjut. Hal tersebut sejalan dengan hasil observasi lapangan yang menunjukkan bahwa telah terjadi degradasi ekosistem Danau Limboto dalam berbagai dimensi. Oleh sebab itu dibutuhkan pengelolaan terhadap atribut-atribut sensitifnya untuk menaikkan status keberlanjutan Danau Limboto. Nilai indeks keberlanjutan multidimensi hasil pembobotan disajikan pada Tabel 17.

Tabel 17. Nilai indeks keberlanjutan multidimensi desain kebijakan pengelolaan Danau Limboto

No.	Dimensi keberlanjutan	Nilai indeks keberlanjutan	Nilai bobot tertimbang	Nilai indeks hasil pembobotan
1	Ekologi	18,59	0,377139	7,01
2	Ekonomi	62,90	0,268223	16,87
3	Sosial	45,18	0,143670	6,49
4	Kebijakan-Kelembagaan	39,72	0,133311	5,30
5	Teknologi-Infrastruktur	38,79	0,77657	3,01
	Multidimensi	205,18	1,00	38,68

Rendahnya indeks keberlanjutan secara multidimensi pengelolaan Danau Limboto disebabkan hampir seluruh dimensi, kurang berlanjut dan hanya satu dimensi yang status keberlanjutannya cukup. Kondisi tersebut memberikan tafsiran bahwa pengelolaan Danau Limboto masih didominasi oleh orientasi ekonomi dan mengabaikan dimensi yang lainnya. Oleh karena itu untuk meningkatkan status keberlanjutan pengelolaan Danau Limboto, disamping mempertahankan atau meningkatkan atribut pada dimensi ekonomi juga harus secara lebih serius mengembangkan dimensi ekologi, sosial, kelembagaan dan teknologi melalui atribut-atribut yang sensitif maupun yang tidak sensitif. Indeks keberlanjutan multidimensi disajikan pada Gambar 40.



Gambar 40
 Indeks keberlanjutan multidimensi pengelolaan Danau Limboto

Indeks MDS masing-masing dimensi tersebut, untuk menguji kelayakannya maka dibandingkan dengan nilai indeks Monte Carlonya. Hasil analisis Monte Carlo pada taraf kepercayaan 95% disajikan pada Tabel 19 di bawah.

Tabel 19
 Nilai Stress dan koefisien determinasi pada RAP-LAKE
 Danau Limboto

Parameter	Dimensi Keberlanjutan				
	Ekologi	Ekonomi	Sosial	Kelembagaan- Kebijakan	Teknologi- Infrastruktur
Stress	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22
R ²	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95

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. Hal ini sesuai dengan pendapat Fauzi & Anna (2005) yang menyatakan bahwa hasil analisis cukup memadai apabila nilai stress lebih kecil dari 0,25 (25%) nilai koefisien determinasinya mendekati nilai 1,0.

G. Faktor Pengungkit Keberlanjutan Pengelolaan Danau Limboto

Hasil analisis *leverage* yang dilakukan terhadap kelima dimensi ekologi, ekonomi, sosial, kelembagaan dan teknologi, menghasilkan 21 atribut sensitif. Atribut sensitif tersebut berperan sebagai faktor pengungkit (*leverage factor*) terhadap masing-masing dimensi secara parsial. Oleh karena itu data tersebut menjadi dasar informasi tentang atribut yang perlu ditingkatkan dan dijaga kualitasnya. Diharapkan adanya perlakuan tersebut terhadap atribut-atribut sensitif maka indeks keberlanjutan pengelolaan Danau Limboto akan meningkat. Atribut sensitif disajikan pada Tabel 20.

Tabel 20
 Faktor pengungkit per-dimensi keberlanjutan Danau Limboto

Dimensi	No	Atribut	Skor
Ekologi	1	Pola Penggunaan Lahan	5,07
	2	Luas Hutan	4,81
	3	Erosi	3,20
	4	Sedimentasi	2,95
	5	Kondisi Perairan Danau	2,82
	6	Pola Pertanian	2,70
Ekonomi	7	Pasar Produk	3,79
	8	Daerah Pemasaran	4,29

	9	Keuntungan Usaha	3,48
	10	KetergantunganKonsumen	3,39
	11	Pddk BMT di danau	3,20
	12	ObyekWisata	2,26
Sosial	13	Pendidikan	5,70
	14	Penyuluhan	4,81
Kebijakan- kelembagaan	15	Mekanisme Lintas Sektor	4,62
	16	KelembagaanDanau	4,39
	17	Forum Konservasi	2,63
	18	Sinkronisasi	2,54
	19	KelembagaanLokal	2,46
Teknologi- Infrastruktur	20	Penggunaan TPRL	4,24
	21	PengendalianSedimen	3,49

Tabel 20 memberikan informasi bahwa, jumlah atribut sensitif setiap dimensi bervariasi. Oleh karena itu perbaikan status keberlanjutan pengelolaan Danau Limboto disamping didasarkan atas atribut yang paling sensitif juga atribut lainnya sesuai daya dukung sumberdaya yang tersedia. Dengan demikian didasarkan atas ketersediaan pendanaan dan kemampuan sumberdaya manusianya.

BAB VIII

ANALISIS KEBIJAKAN

PENGELOLAAN DANAU LIMBOTO

A. Analisis Landasan Hukum Pengelolaan Danau

Danau merupakan sumberdaya alam strategis bagi pembangunan. Hal tersebut didasarkan atas fungsi danau yang multidimensi bagi kelangsungan hidup, termasuk manusia. Diantara fungsi danau tersebut ada yang bersifat *intagiable*, sulit dilihat langsung namun memiliki peran besar. Oleh karena itu, pengelolaan sumberdaya danau harus dilakukan secara tepat agar fungsinya berjalan secara berkelanjutan.

Kerusakan danau sebagai suatu sumberdaya ekosistem bukanlah proses yang terjadi secara tunggal. Sedimentasi, tercemarnya air, pertumbuhan tanaman air yang tinggi di danau, merupakan fenomena yang terjadi di hilir permasalahan. Banyak hal yang menjadi latar belakang sehingga terjadi kerusakan lingkungan danau, dan hal tersebut berlangsung secara kompleks. Salah satunya ialah kebijakan pemerintah tentang pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan. Kebijakan pemerintah tentang pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan merupakan instrumen formal tentang arah dan prinsip dalam pembangunan terkait sumberdaya alam. Oleh karena itu analisis terhadap peraturan formal yang menjadi landasan operasional pengelolaan sumberdaya alam danau adalah penting.

Pengelolaan sumberdaya alam secara fundamental diatur dalam UUD 1945 pasal 33 ayat 3 yang berbunyi bahwa bumi dan air dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat. Ayat tersebut memberikan tafsiran bahwa negara memiliki otoritas untuk mengelola sumberdaya alamnya untuk kemakmuran rakyat. Dengan demikian pemerintah memiliki kewajiban untuk menjadikan sumberdaya alam bagi kemakmuran rakyatnya. Kemakmuran rakyat menjadi tujuan utama dalam pengelolaan sumberdaya alam oleh negara.

Danau Limboto sebagai sumberdaya strategis di Provinsi Gorontalo pengelolaannya didasarkan atas kebijakan pemerintah. Kebijakan tersebut dalam bentuk sistem peraturan perundangan sumberdaya alam dan lingkungan. Beberapa perundangan tersebut antara lain disajikan pada Tabel 21.

Tabel 21
Landasan hukum kebijakan pengelolaan Danau Limboto

Peraturan Perundangan	Batas Yuridiksi	Lembaga yang Berwenang
UU No 5 Tahun 1990 Tentang Konservasi Sumberdaya Alam dan Ekosistem	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelaksanaan kegiatan konservasi; 2. Pola dasar dan pengaturan cara pemanfaatan konservasi sumberdaya; 3. Pembinaan konservasi berkaitan penegakan hukum. 	Pemerintah, masyarakat dan instansi hukum
UU No 41 Tahun 1999 Tentang Kehutanan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pembentukan wilayah pengelolaan hutan; 2. Aktivitas perencanaan, pengelolaan/pemanfaatan penelitian dan pengembangan serta pengawasan kehutanan; 3. Rehabilitasi hutan; 	Pemerintah, masyarakat dan aparat hukum
UU No 7 Tahun 2004 Tentang Sumberdaya Air	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pola pengelolaan wilayah sungai; 2. Perencanaan pengelolaan SDA; 3. Koordinasi 	Pemerintah, masyarakat dan Dewan Air
UU No 31 Tahun 2004 Tentang Perikanan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rencana pengelolaan SDI, jumlah penangkapan; 2. Penyusunan sistem informasi SDI; 3. Penelitian dan pengembangan SDI; 4. Pengawasan. 	Pemerintah, LSM, PT, penegak hukum
UU No 32 Tahun 2004 Tentang Pemerintah Daerah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perencanaan dan pengendalian pembangunan; 2. Penyelenggaraan pemerintahan; 3. Pengelolaan SDA; 4. Perencanaan RTRW. 	Pemerintah provinsi dan kabupaten/kota
UU No 26 Tahun 2007 Tentang Tata Ruang	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengaturan dan pembinaan penataan ruang; 2. Perencanaan pemanfaatan, pengendalian dan pengawasan ruang; 3. Penyidikan 	Pemerintah, masyarakat , PPNS
UU No 32 Tahun 2009 Pengelolaan Lingkungan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menetapkan dan melaksanakan RPPLH; 	Pemerintah, masyarakat,

Hidup	2. Menetapkan dan melaksanakan KLHS; 3. Penegakan hukum.	instansi hukum
PERDA No 1 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Danau	1. Perencanaan, pemanfaatan dan pengawasan; 2. Kerja sama dan penegakan hukum	Pemerintah provinsi/daerah dan PPNS

Analisis isi dilakukan terhadap peraturan tersebut di atas menyangkut tema konservasi ekosistem dan pengelolaan danau secara umum. Dua tema tersebut dijadikan sebagai indikator tentang keberpihakan suatu peraturan terhadap keberlanjutan sumberdaya alam secara umum dan danau secara khusus. Hasilnya disajikan pada Tabel 22.

Tabel 22

Analisis isi tema konservasi dan danau

No	Peraturan/Perundangan	Tema	
		Konservasi	Danau
1	UU No 5 Tahun 1990	23	0
2	UU No 41 Tahun 1999	14	1
3	UU No 31 Tahun 2004	15	3
4	UU No 32 Tahun 2004	1	0
5	UU No 7 Tahun 2004	28	11
6	UU No 26 Tahun 2007	1	1
7	UU No 32 Tahun 2009	10	0

Berdasarkan Tabel 23 di atas menunjukkan bahwa kata konservasi terbanyak terdapat pada UU No. 7 tahun 2004 yaitu 28 kata, UU No. 5 tahun 1990 terdapat sebanyak 23 kata konservasi, sedangkan UU No. 32 tahun 2004 terdapat 10 kata konservasi. Sama halnya dengan kata danau terbanyak terdapat pada UU No. 7 tahun 2004 yaitu 11 kata, sedangkan UU No. 32 tahun 2009, UU No. 32 tahun 2004 dan UU No. 5 tahun 1990 tidak terdapat kata danau.

Tabel 22 menunjukkan bahwa, satu-satunya perundangan yang terbit sebelum era otonomi daerah ialah UU No. 5 tahun 1990 Tentang Konservasi Sumberdaya Alam dan Ekosistem. Peraturan tersebut belum secara tegas memberikan arahan kepada berbagai pihak terkait kebijakan pengelolaan konservasi sumberdaya danau secara umum dan secara khusus. Pada pasal 38 UU No. 5 tahun 1990 masih sangat umum terkait penyerahan

kewenangan kepada pemerintah daerah. Disamping itu, UU tersebut belum memberikan ruang publik untuk terlibat dalam pengelolaan sumberdaya alam. Peran rakyat dalam pelaksanaan konservasi diarahkan oleh pemerintah, pasal 37. Hal tersebut memberikan gambaran pengelolaannya masih bersifat sentralistik sebagaimana regim yang berkuasa ketika itu. Visi dan misi UU ini adalah konservasi sumberdaya alam, meskipun hanya terbatas pada kawasan suaka alam.

UU No. 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan dalam substansi pro-kapital, bersifat sentralistik dan berorientasi produksi (Sumardjono, Ismail, Rustiadi, & Damai, 2011). Fungsi hutan dalam UU ini dibagi dalam tiga macam yaitu hutan konservasi, hutan lindung dan hutan produksi. Pasal 37 UU ini menjelaskan bahwa pemanfaatan hutan yang berfungsi lindung dan konservasi dapat dilakukan sepanjang tidak merusak fungsinya. Misalnya PP No. 6 tahun 2007 yang memberikan mandat bahwa pengelolaan hutan lindung diarahkan untuk pemanfaatan hasil hutan bukan kayu, tetapi ketentuan ini menjadi tidak jelas ketika pemerintah mengizinkan penambangan bawah tanah di kawasan lindung melalui Peraturan Presiden No 28 tahun 2011. Landasan operasional tersebut menggambarkan inkonsistensi tentang pemanfaatan hutan lindung. Realitanya banyak kawasan lindung termasuk hutan lindung tertekan oleh kepentingan ekonomi. Dengan demikian KEPRES No. 32 tahun 1990 tentang Kawasan Lindung, tidak akan efektif pelaksanaannya di lapangan karena tumpang tindih dengan aturan yang lainnya.

UU No 7 tahun 2004 terbatas pada air sebagai sumberdaya alam dalam pendekatan komoditas. Sebaliknya ekosistem dari sumberdaya air tersebut tidak dijelaskan secara konkret terkait konservasinya. Artinya peraturan yang bersifat tematik UU No. 7 tahun 2004 ini, hanya memandang air sebagai komoditas. Konsekuensinya ialah air dipandang sebagai modal ekonomi untuk dieksploitasi dalam rangka mendapatkan *rente*. Peraturan tersebut tidak membahas atau mengatur tentang air keterkaitannya dengan ekosistemnya serta interdependensi dengan lingkungannya. Padahal keberadaan air dalam konteks jumlah dan kualitas sangat ditentukan oleh ekosistemnya. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Sanin (2010) bahwa UU No. 7 tahun 2004 lebih berpihak kepada swasta dan kurang memandang air dari dimensi sosial serta mengabaikan aspek kajian ekosistemnya. Menurut Sumardjono, Ismail, Rustiadi, & Damai (2011) UU ini memiliki kecenderungan pro-kapital yang ditunjukkan oleh peluang badan swasta untuk menguasainya. PP No. 37 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, sebagai peraturan yang lebih operasional belum

secara eksplisit menjelaskan tentang pengelolaan danau, sebaliknya sangat umum sebagai bagian dari DAS. Misalnya belum ada pasal atau ayat satupun yang menjelaskan tentang pengelolaan danau.

UU No. 31 tahun 2004 Pasal 5 menjelaskan bahwa danau merupakan salah satu wilayah pengelolaan perikanan Republik Indonesia untuk penangkapan dan pembudidayaan. Penjelasan pasal 13 menyatakan bahwa, danau termasuk dalam kawasan konservasi terkait kegiatan perikanan. Namun secara eksplisit keterpaduan pelaksanaan konservasi belum diatur dalam batang tubuh UU ini, sementara keterpaduan penting dalam konservasi danau. Sisi lain menurut Sumardjono, Ismail, Rustiadi, & Damai (2011) secara umum UU ini pengelolaannya bersifat sentralistik. Walaupun dalam pasal 65 disampaikan tentang penyerahan urusan dan pembantuan umum terhadap pemerintah daerah tetapi tidak jelas rinciannya.

UU No. 32 tahun 2004 Pasal 17 menjelaskan secara umum hubungan antara pemerintah pusat dan daerah serta hubungan antar pemerintah daerah tentang pemanfaatan sumberdaya alam. Namun secara keseluruhan UU ini belum memberikan penjelasan hubungan antar pemerintah daerah menyangkut kegiatan konservasi. Padahal sering kali konflik terjadi antara pemerintah daerah disebabkan oleh persepsi terhadap batasan sumberdaya alam sangat administratif, sedangkan hakikat sumberdaya alam bersifat ekosistemik, sehingga sangat rancu jika didekati secara administrasi semata. Artinya UU ini secara formal memberikan kewenangan pemerintah daerah terhadap pengelolaan sumberdaya alam. Namun sisi lain secara bersamaan UU ini pendekatannya sangat formal dalam memahami batasan sumberdaya alam. Akibatnya sering terjadi konflik kepentingan dan kewenangan terkait pengelolaan sumberdaya alam diantara pemerintah daerah. Misalnya kerusakan ekosistem perairan danau yang merupakan daerah hilir, jika pengendaliannya semata teknosentris melalui restorasi danau, maka tidak menyelesaikan permasalahan secara mendasar, karena akar masalah di bagian hulu tidak dikendalikan. Sisi lain kawasan hilir dan hulu berada pada daerah administrasi kabupaten/kota yang berbeda. Dengan demikian regim otonomi daerah gagal memperbaiki pola pemanfaatan sumberdaya alam yang ekstraktif. Kegagalan tersebut diantaranya disebabkan oleh (1) keterbatasan kapasitas SDM daerah sehingga belum efektif menjalankan mandat yang diberikan. Kondisi tersebut bisa berdampak pada biaya transaksi tinggi; (2) dominannya kekuatan politik kepala daerah yang berimplikasi pada lahirnya kebijakan yang berorientasi kepentingan jangnan pendek.

UU No. 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang merupakan instrumen kebijakan dalam aspek perencanaan ruang secara umum termasuk danau. Dari Tabel 22 memberikan informasi bahwa, secara kuantitatif ada dua kata konservasi dan satu kata tentang danau. Substansi konservasi pada undang-undang ini ialah penataan ruang salah satunya diarahkan pada konservasi sumberdaya alam. Sedangkan danau dalam undang-undang ini dipandang sebagai kawasan lindung setempat mencakup sempadan sungai, sempadan pantai dan sempadan danau, penjelasan Pasal 5 ayat 2. Semangat yang tersirat dari undang-undang ini ialah pemanfaatan sumberdaya alam harus dalam sistem perencanaan tata ruang yang mendorong keberlanjutan sumberdaya alam tersebut. Oleh karena itu danau yang memiliki fungsi strategis dimasukkan dalam kawasan lindung setempat. Dalam aturan operasionalnya dijelaskan ruang kawasan danau yang mencakupi; (1) *shoreline* (garis pantai danau) berjarak 15-50 meter dari pasang tertinggi, (2) *shoreline buffer* (daerah penyangga danau), (3) *shoreland protection area* (kawasan perlindungan danau) yaitu sekurang-kurangnya berjarak 50-100 meter dari pasang tertinggi, (4) daerah budidaya. Penataan ruang tersebut ditujukan agar danau sebagai sumberdaya dapat terus menjalankan fungsinya.

Kebijakan penataan ruang secara substansi mencakup tiga isu pokok yaitu pola ruang yang terdiri atas kawasan budidaya dan lindung, struktur ruang dan kelembagaan. Dalam kenyataannya penataan ruang kawasan danau secara khusus dan wilayah secara umum banyak mengabaikan aspek prinsip keserasian fungsi ruang yang tujuannya untuk keberlanjutan sumberdaya alam. Indikasinya banyak aktivitas ekonomi dilaksanakan di area yang secara peraturan di larang misalnya di kawasan lindung seperti sempadan sungai dan danau serta kawasan lindung yang melindungi kawasan di bawahnya. Akibat dari perubahan fungsi penggunaan lahan dari lindung menjadi budidaya di daerah tangkapan air danau, maka berimplikasi negatif terhadap keberadaan danau sebagai hilir dari sistem DAS tersebut. Kebijakan penataan ruang di kawasan Danau Limboto belum mengindahkan secara efektif aturan yang ada. Misalnya dalam RTRW Provinsi diamanahkan bahwa Danau Limboto menjadi taman wisata danau. Sedangkan RTRW Kota Gorontalo mengidentifikasi bahwa Danau Limboto menjadi salah satu alternatif sumber air bersih, pengembangan wisata dan pengembangan perikanan. Namun implimentasinya banyak aktivitas pertanian dilaksanakan di lahan-lahan marginal, aktivitas ekonomi di sempadan danau dan sungai, serta aktivitas ekonomi di danau sehingga mereduksi keberlanjutan fungsi danau.

Implimentasi kebijakan tata ruang kawasan Danau Limboto harus diatur dalam bentuk peraturan daerah tentang tata ruang kawasan Danau Limboto yang terpadu. Oleh karena itu kehadiran aturan di tingkat daerah dalam bentuk RTRW Danau Limboto adalah penting untuk memberikan kejelasan lokus, fokus dan otoritas. Perda ini juga harus mampu mengidentifikasi setiap kebutuhan ruang *stakeholders* yang berada di kawasan Danau Limboto agar tidak terjadi tumpang tindih kepentingan. Misalnya kepentingan memulihkan atau merevitalisasi kawasan hutan minimal 30 persen dari luas DAS yang diperintahkan UU No. 26 tahun 2007 pasal 17 dan memulihkan sempadan danau sebagai kawasan lindung.

UU No. 32 tahun 2009 memiliki visi konservasi dan telah memberi ruang publik untuk berpartisipasi dalam pengelolaan lingkungan hidup. Misalnya pada penjelasan pasal 2 huruf k yaitu yang dimaksud dengan “*asas partisipatif*” adalah bahwa setiap anggota masyarakat didorong untuk berperan aktif dalam proses pengambilan keputusan dan pelaksanaan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, lembaga yang mempunyai beban kerja berdasarkan Undang-Undang ini tidak cukup hanya suatu organisasi yang menetapkan dan melakukan koordinasi pelaksanaan kebijakan, tetapi dibutuhkan suatu organisasi dengan portofolio menetapkan, melaksanakan, dan mengawasi kebijakan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Selain itu, lembaga ini diharapkan juga mempunyai ruang lingkup wewenang untuk mengawasi sumber daya alam untuk kepentingan konservasi.

UU No. 32 Tahun 2009 juga menjelaskan dan mewajibkan Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS). Namun pelaksanaannya di lapangan masih sangat terbatas, karena mandat ini baru. Sisi lain, tantangannya ialah komitmen pemerintah terhadap pelaksanaan di lapangan. Misalnya disahkannya PP No. 10 tahun 2010 tentang Tata Cara Perubahan Peruntukan dan Fungsi Kawasan Hutan dan PP No.15 Tahun 2010 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang. Kedua peraturan tersebut sering dikalahkan oleh kepentingan politik, sehingga pertimbangan sosial-ekologi menjadi marginal.

Perda Provinsi Gorontalo No 1 tahun 2008 merupakan payung hukum pengelolaan Danau Limboto dalam konteks lokal. Perda ini belum secara jelas mengatur aspek kelembagaan pengelolaan danau untuk lestari. Hal tersebut ditunjukkan oleh saling tumpang tindihnya program dan kegiatan yang dilaksanakan di kawasan Danau Limboto. Sisi lain PERDA ini belum

secara jelas bagaimana fungsi kelembagaannya dijalankan yaitu aspek koordinasi dan aturan mainnya.

Tabel 21 dan uraiannya memberikan petunjuk bahwa isu tentang danau sebagai sumberdaya alam yang penting bagi kelangsungan kehidupan tidak cukup terwadahi secara signifikan dalam berbagai aturan yang ada. Belum ada peraturan yang secara tematik memiliki fokus dan lokus tentang kawasan danau. Hal tersebut memberi penjelasan bahwa perhatian pemerintah terhadap danau masih sangat kecil. Padahal secara sosial budaya bahkan ekonomi serta ekologi, banyak masyarakat yang tergantung terhadap danau. Danau dalam peraturan perundang-undangan di atas hanya menjadi topik komplementer dari tema penting yang dibangunnya. Oleh karenanya wajar jika kemudian hampir seluruh danau yang ada di Indonesia mengalami degradasi yang serius. Keberpihakan politik terhadap kelestarian danau sangat rendah dan hanya terbatas pada kepentingan ekonomi semata.

Uraian tersebut juga memberikan gambaran bahwa, peraturan perundangan tentang sumberdaya alam dan lingkungan masih sektoral. Peraturan yang mengatur tentang sumberdaya alam dan lingkungan secara terpadu belum ada. Implikasinya banyak ditemukan adanya tumpang tindih antara peraturan satu dengan yang lainnya. Kondisi tersebut potensial menimbulkan biaya ekonomi tinggi.

Hal lain dari uraian di atas ialah rezim otonomi daerah gagal menginternalisasi paradigma pembangunan berkelanjutan dalam agenda-agenda politik ekonominya. Kerusakan lingkungan dan perubahan kawasan hutan yang terus terjadi mengkonfirmasi keadaan tersebut. Kondisi tersebut juga menggambarkan bahwa paradigma pembangunan berkelanjutan belum menjadi sesuatu yang prinsip dalam kebijakan ekologi politik pemerintah. Paradigma pembangunan berkelanjutan terjebak pada pilihan pertumbuhan ekonomi. Sementara sumberdaya alam dan lingkungannya dipandang semata modal pembangunan dan mengabaikan nilai *intangibile* dan *intrinsik*

B. Analisis Kelembagaan Pengelolaan Danau Limboto

Kajian kelembagaan pengelolaan danau dilakukan berdasarkan observasi lapangan terhadap *stakeholders* yang terkait dengan pengelolaan Danau Limboto. Hasil observasi menunjukkan bahwa terdapat 20 *stakeholder* yang memiliki kepentingan dan pengaruh dalam pengelolaan Danau Limboto terpadu dan berkelanjutan (Tabel 23).

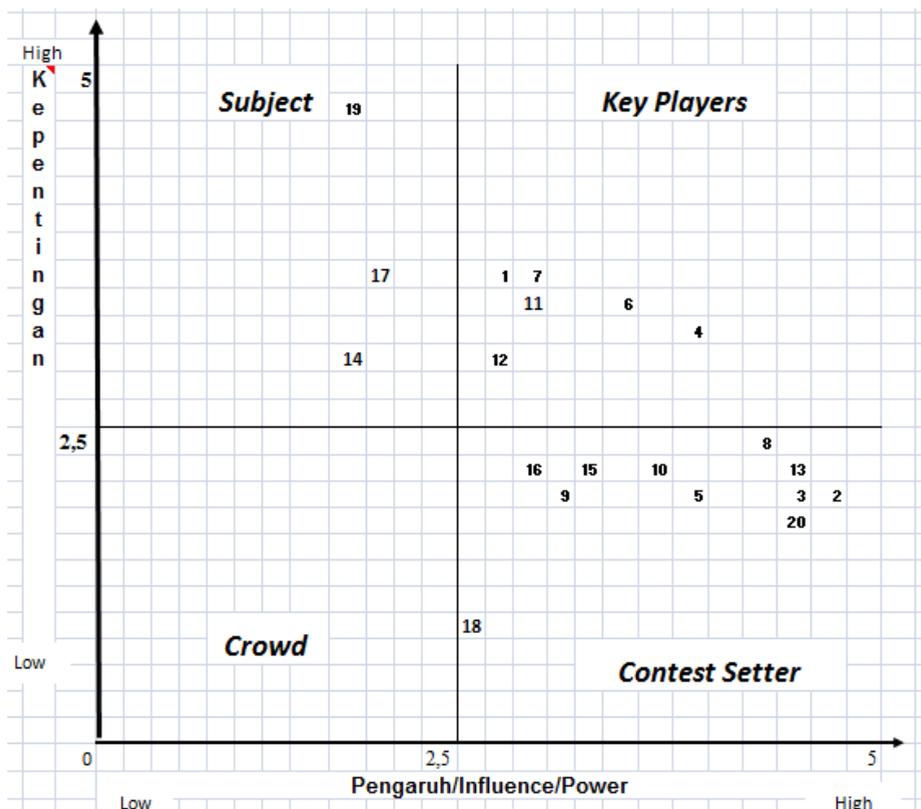
Tabel 23

Stakeholders yang terkait dalam pengelolaan Danau Limboto

No	<i>Stakeholders</i>	Potensi Peran
1	Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) Provinsi Gorontalo	Merumuskan kebijakan perikanan lintas kabupaten
2	Badan Perencanaan Percepatan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Provinsi Gorontalo	Perencanaan makro dan koordinasi lintas sektor
3	Balai Wilayah Sungai Sulawesi II	Perencanaan dan pembangunan sarana-prasarana pengendalian air permukaan
4	Badan Lingkungan Hidup dan Riset, Teknologi-Infomasi (Baliristri) Provinsi Gorontalo	Perencanaan dan pengendalian lingkungan hidup
5	Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BP DAS) Provinsi Gorontalo	Perencanaan dan monev DAS
6	Dinas Pariwisata Provinsi	Perencanaan dan pembangunan wisata
7	Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) Kab Gorontalo	Perencanaan dan pembangunan sektor perikanan kabupaten
8	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kab Gorontalo	Perencanaan makro dan koordinasi lintas sektor
9	Dinas PU Kabupaten Gorontalo	Perencanaan dan pembangunan sarana-prasarana
10	Dinas Pertanian (Distan) Kab Gorontalo	Perencanaan dan pembangunan sektor pertanian
11	Dinas Pertanian (Distan) Kota Gorontalo	Perencanaan dan pembangunan sektor pertanian (perikanan)
12	Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Gorontalo	Perencanaan dan pengendalian lingkungan

		hidup
13	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kota Gorontalo	Perencanaan makro dan koordinasi lintas sektor
14	Perguruan Tinggi (PT), seperti Univ. Negeri Gorontalo	Mendukung dalam menyediakan data dan informasi serta narasi ilmiah
15	Dinas kehutanan (Dishut) Provinsi Gorontalo	Perencanaan dan pembangunan kawasan hutan
16	Dinas Kehutanan (Dishut) Kab. Gorontalo	Perencanaan dan pembangunan kawasan hutan
17	Forum DAS	Pendampingan, pemberdayaan masyarakat
18	Masyarakat Hulu (pertanian)	Mendukung melalui pertanian ramah lingkungan
19	Masyarakat Perikanan danau	Mendukung melalui perikanan ramah lingkungan
20	Kementerian Lingkungan Hidup (KLH)	Perencanaan makro dan pelaksanaannya terkait aspek lingkungan hidup danau

Terhadap *Stakeholders* yang disajikan pada Tabel 23 selanjutnya dilakukan analisis penting dan pengaruhnya dalam pengelolaan Danau Limboto. Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui posisi kwadran dari masing-masing *stakeholders*. Berdasarkan analisis *stakeholders* tersebut memberikan arahan tafsiran bahwa dari empat kwadran, maka 20 *stakeholders* tersebar pada kwadran *Contest Setter*, *Player* dan *Subyek*. Secara lebih detail sebaran *stakeholders* disajikan pada Gambar 41.



Gambar 41

Matrik *Stakeholders* pengelolaan Danau Limboto

Contest Setter

Contest setter adalah *stakeholders* yang mempunyai kepentingan kecil dan pengaruh yang besar. *Contest setter* dalam pengelolaan Danau Limboto bisa diartikan sebagai *stakeholders* yang memiliki fungsi perencanaan makro dari pembangunan, koordinasi, yang karena lingkup kerjanya yang teramat luas maka dianggap minatnya kecil terhadap pengelolaan Danau Limboto. Pengaruhnya besar karena *contest setter* mempunyai pengaruh untuk mengesahkan program-program dari instansi terkait, termasuk wewenang dalam prioritas pemberian anggaran. Atau yang memiliki pengaruh terhadap keberlanjutan danau, meskipun kepentingannya kecil. Beberapa yang termasuk *contest setter* antara lain sebagai berikut.

1) Balai Wilayah Sungai Sulawesi II

Balai Sungai memiliki pengaruh terkait perencanaan dan pembuatan bangunan-bangunan air seperti cek dam yang airnya mengalir ke dalam Danau Limboto. Optimalisasi fungsi cek dam akan meminimalisir

butiran-butiran yang akan diendapkan dalam danau. Kegiatan perencanaan dan pelaksanaannya, Balai Sungai berkoordinasi dengan instansi teknis misalnya PU Provinsi, PU Kabupaten dan BALIRISTI.

2) Kementerian Lingkungan Hidup (KLH)

KLH memiliki kewenangan dalam hal koordinasi tingkat nasional tentang perencanaan, pelaksanaan dan pembinaan pelestarian ekosistem danau secara umum dan Danau Limboto di tingkat nasional.

3) BAPPEDA Kota Gorontalo

Bappeda Kota Gorontalo merupakan instansi dengan tupoksi merumuskan kebijakan teknis dan mengkoordinasikannya di tingkat Kota Gorontalo. Instansi ini memiliki pengaruh dalam perencanaan pembangunan termasuk yang berada di kawasan Danau Limboto.

4) BAPPEDA Kabupaten Gorontalo

Bappeda Kabupaten Gorontalo merupakan instansi dengan tupoksi merumuskan kebijakan teknis dan mengkoordinasikannya di tingkat Kabupaten Gorontalo. Instansi ini memiliki pengaruh dalam perencanaan pembangunan termasuk yang berada di kawasan Danau Limboto.

5) BP DAS Limboto

Instansi berdasarkan tupoksinya secara spesifik menangani masalah pengelolaan DAS, khususnya masalah perencanaan dan monev. Instansi ini memiliki pengaruh dalam perencanaan dan pembangunan DAS Limboto. Sisi lain kualitas DAS akan mempengaruhi keberadaan Danau Limboto. BPDAS merupakan instansi pusat sehingga untuk pelaksanaan program-programnya dilakukan melalui kerjasama dengan Dinas yang ada di daerah.

6) Dinas Pertanian Kabupaten Gorontalo

Dinas Pertanian mempunyai kaitan yang cukup erat dengan pengelolaan DAS terutama bila menyangkut masalah pertanian di daerah hulu. Artinya aktivitas pertanian yang mengabaikan aspek lingkungan akan menekan secara ekologis keberadaan Danau Limboto sebagai hilir dari DAS.

7) Dinas Kehutanan Provinsi Gorontalo

Dinas Kehutanan Propinsi terutama menangani masalah pengelolaan kawasan hutan lintas Kabupaten. Luasan kawasan hutan yang memadai di daerah tangkapan air akan meminimalisir dampak ekologis terhadap Danau Limboto.

8) Dinas Kehutanan Kabupaten Gorontalo

Dinas Kehutanan kabupaten terutama menangani masalah pengelolaan kawasan hutan di Kabupaten. Dalam hal pengelolaan Danau Limboto,

Dinas Kehutanan Kabupaten memiliki pengaruh terhadap pembangunan kawasan hutan yang terdapat di daerah ini.

9) Dinas Pekerjaan Umum (PU) Kabupaten

Instansi ini memiliki kewenangan pembangunan sarana prasarana di kabupaten Gorontalo, termasuk dalam menyusun rencana tata ruang daerah kabupaten Gorontalo.

10) BAPPEDA Provinsi Gorontalo

Instansi ini memiliki kepentingan bahwa danau sebagai aset ekologis, sosial dan ekonomi bagi daerah. Rusaknya danau akan menimbulkan bencana lingkungan dan akan melahirkan kantong kemiskinan di kawasan ini. Instansi ini memiliki kepentingan untuk menjaga danau sebagai *trade mark* Provinsi Gorontalo. Instansi ini juga memiliki fungsi perencanaan makro dan mengkoordinasikannya dengan instansi terkait. Misalnya menyusun kebijakan tata ruang provinsi yang termasuk di dalamnya ialah kawasan Danau Limboto.

11) Masyarakat Hulu

Masyarakat hulu yang umumnya memiliki mata pencaharian sebagai petani aktivitasnya memiliki pengaruh terhadap kelestarian Danau Limboto. Karena aktivitas pertanian di lahan-lahan marginal dengan pola intensif tanpa ditopang teknologi konservasi lahan dan air akan memberikan dampak negatif terhadap daerah di bawahnya termasuk Danau Limboto.

Players

Players adalah *stakeholders* yang mempunyai kepentingan dan kewenangan besar. Player dapat diartikan sebagai pelaksana kunci yang berkepentingan dan memiliki pengaruh besar terhadap pengelolaan Danau Limboto yang lebih baik. Beberapa *stakeholders* yang masuk dalam kwadran player adalah sebagai berikut.

1) Dinas Perikanan Provinsi Gorontalo

Instansi ini memiliki kepentingan bahwa danau sebagai aset ekonomi bagi pembudidaya ikan dan nelayan. Oleh karena itu instansi ini memiliki kepentingan terhadap kelestarian danau untuk menopang ketahanan pangan sumber protein hewani. Instansi ini juga memiliki kewenangan untuk merumuskan kebijakan pembangunan perikanan di Danau Limboto dalam lintas kabupaten/kota.

2) BALIRISTI Provinsi Gorontalo

Instansi ini memiliki kepentingan bahwa danau sebagai aset ekologis dan sosial daerah. Instansi ini memiliki kepentingan untuk menjaga ekosistem

danau sebagai bagian dari keanekaragaman sumberdaya alam. Disamping itu instansi ini memiliki kewenangan merumuskan kebijakan tentang riset-riset yang ada di danau termasuk menyusun masterplan tentang Danau Limboto.

3) DLH Kota Gorontalo

Instansi ini memiliki kewenangan dalam merumuskan kebijakan tentang lingkungan hidup ditingkat Kota Gorontalo. Disamping itu memiliki kepentingan terhadap danau sebagai aset ekologi. Oleh karena itu pembangunan lingkungan hidup di daerah ini menjadi kewenangan instansi ini.

4) Dinas Perikanan Kabupaten Gorontalo

Instansi ini memiliki kepentingan bahwa danau sebagai aset ekonomi dan sosial masyarakat nelayan dan pembudidaya ikan, sehingga harus tetap lestari. Terkait dengan pengelolaan Danau Limboto, instansi ini memiliki kewenangan untuk merumuskan kebijakan pembangunan perikanan yang ramah lingkungan di Danau Limboto.

5) Dinas Pertanian Kota Gorontalo

Instansi ini memiliki kepentingan bahwa danau sebagai aset ekologis, sosial dan ekonomi bagi daerah. Oleh karena itu danau harus lestari untuk keberlanjutan aktivitas sosial-ekonomi masyarakat yang memiliki ketergantungan terhadap Danau Limboto. Instansi ini memiliki kewenangan merumuskan kebijakan pembangunan perikanan yang ramah lingkungan di Danau Limboto.

6) Pariwisata

Instansi ini memiliki kepentingan terhadap kelestarian danau sebagai aset wisata alam. Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad (2011) menyatakan bahwa potensi ekonomi wisata Danau Limboto berpeluang besar untuk dikembangkan sebagai salah satu sumber ekonomi danau. Disisi lain instansi ini juga memiliki kewenangan untuk merumuskan kebijakan pembangunan wisata yang berbasis ekosistemik, sehingga tidak mendorong degradasi Danau Limboto lebih parah.

Subyek

Subyek adalah *stakeholders* yang mempunyai kepentingan besar namun pengaruh kecil. Beberapa pihak dari *stakeholders* ini bahkan mempunyai kesungguhan dalam mengelola Danau Limboto lebih baik walaupun tidak mempunyai kekuasaan untuk mempengaruhi atau membuat kebijakan atau aturan. Beberapa *stakeholders* yang masuk dalam kwadran ini ialah sebagai berikut.

1) Masyarakat perikanan

Masyarakat yang tinggal di kawasan pesisir Danau Limboto memiliki kepentingan terhadap kelestarian danau. Karena mereka memiliki ketergantungan ekonomi dan sosial terhadap Danau Limboto. Masyarakat pesisir danau lebih dari 50 persen memiliki aktivitas ekonomi di Danau Limboto, seperti nelayan dan pembudidaya ikan.

2) Forum DAS

Forum DAS dibentuk dengan satu tujuan yaitu pengelolaan DAS yang lebih baik. Artinya forum ini memiliki kepentingan untuk pengelolaan DAS termasuk di dalamnya ialah Danau Limboto. Namun forum ini tidak memiliki kewenangan dalam membuat kebijakan hukum terkait pengelolaan Danau Limboto yang lebih baik. Memiliki potensi dalam pemberdayaan masyarakat.

3) Perguruan Tinggi

Lembaga ini memiliki perhatian dan minat yang tinggi terhadap kelestarian Danau Limboto. Kelestarian Danau Limboto bagi lembaga ini dapat dijadikan sebagai salah satu sumber belajar dan tempat kegiatan praktek mahasiswa. Hal tersebut ditunjukkan beberapa riset oleh dosen dan mahasiswa dilaksanakan di Danau Limboto seperti tentang kualitas air, biota dan aktivitas perikanan. Namun lembaga ini tidak memiliki kewenangan untuk melahirkan kebijakan hukum terkait pengelolaan Danau Limboto yang lebih baik.

Analisis isi yang dilakukan terhadap PERGUB, PERDA Kabupaten Gorontalo dan PERDA Kota Gorontalo tentang tugas dan fungsi masing-masing instansi, tidak secara eksplisit menyebut Danau Limboto dalam batang tubuh peraturan tersebut. Dengan demikian menjadi wajar bila dalam implimentasinya terjadi ketidakjelasan instansi yang memiliki peran utama dalam pengelolaan Danau Limboto. Kondisi inilah yang kemudian menimbulkan biaya ekonomi tinggi. Disebabkan masing-masing instansi memiliki agenda yang bersifat sektoral dan belum terintegrasi.

Uraian di atas memberikan gambaran tentang kebutuhan dasar dalam pengelolaan Danau Limboto yaitu kelembagaan. Secara fungsional kelembagaan tersebut melakukan peran koordinasi dan memiliki otoritas untuk mewujudkan ekosistem danau yang lestari. Hal tersebut sesuai dengan informasi lapangan bahwa belum ada mekanisme koordinasi lintas sektor kaitannya dengan pengelolaan Danau Limboto khususnya antara pemerintah provinsi dengan pemerintah kota/kabupaten.

C. Analisis Sistem Dinamik Pengelolaan Danau Limboto

Analisis kebutuhan

Setelah mengetahui dari hasil analisis berbagai faktor, bahwa kondisi sosial, ekonomi dan lingkungan perlu seimbang dalam pengelolaan danau berkelanjutan, maka masih perlu dilakukan analisis kebutuhan *stakeholders* di dalam kawasan sekitar danau.

Berdasarkan hasil identifikasi bahwa *stakeholders* yang terlibat dalam sistem pengelolaan danau berkelanjutan pada dimensi kebijakan publik adalah pemerintah yang mewakili kepentingan publik, petani dan pemilik KJA, masyarakat setempat dan lembaga swadaya masyarakat yang mewakili kepentingan masyarakat, serta akademisi yang mewakili kalangan intelektual dan kepakaran.

Tahap ini, dilakukan inventarisasi kebutuhan *stakeholders* yang terlibat, sebagai masukan dalam model. Masing-masing pelaku memiliki kebutuhan dan pandangan terhadap dampak-dampak pengembangan pada keberlanjutan manfaat-manfaat dan dampak-dampak lingkungan, ekonomi, dan sosial. Analisa kebutuhan *stakeholders* dalam sistem disajikan pada Tabel 24.

Tabel 24 Analisis kebutuhan *Stakeholders* dalam sistem pengelolaan danau Berkelanjutan

<i>Stakeholders</i>	Kebutuhan
Pemerintah	<ol style="list-style-type: none">1. Keberlanjutan ekosistem Danau Limboto2. Pendapatan daerah meningkat3. Peningkatan kesejahteraan masyarakat4. Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan danau5. Pengembangan sumberdaya danau
Petani/Pemilik KJA	<ol style="list-style-type: none">1. Kesejahteraan meningkat2. Terjaganya kondisi lingkungan yang baik3. Penyuluhan pertanian dan perikanan4. Bantuan pengembangan modal usaha yang kondusif5. Pelayanan pemerintah
Masyarakat	<ol style="list-style-type: none">1. Kelestarian ekosistem danau2. pelayanan pemerintah3. Pengembangan wisata Danau Limboto4. Transparansi dan sosialisasi peraturan
Lembaga	<ol style="list-style-type: none">1. Danau lestari

Swadaya	2. Kemitraan dalam pengelolaan danau
Masyarakat (LSM)	3. Transparansi pemerintah 4. Good governance
Akademisi	1. Kemitraan dengan perguruan tinggi 2. Ekosistem Danau Limboto lestari 3. Penelitian dan pengembangan pengelolaan SDA 4. Kesejahteraan pembudidaya dan petani terjamin

Formulasi Masalah

Perumusan permasalahan merupakan aktivitas sistem yang dikaji. Dalam hubungannya dengan pengelolaan danau berkelanjutan, permasalahan sistem merupakan *gap* antara kebutuhan pelaku dengan kondisi yang ada. Dengan demikian, perumusan permasalahan sistem merupakan kondisi tidak terpenuhinya kebutuhan para pelaku pada kondisi nyata yang terjadi. Kebutuhan para pelaku terhadap keberhasilan adalah bersifat pemuasan kebutuhan dari masing-masing pelaku (*stakeholders*), sedangkan kondisi yang ada saat ini tidak dapat memenuhi kebutuhan para pelaku tersebut.

Permasalahan yang muncul perlu mendapat perhatian pihak pemerintah dan masyarakat luas. Selain melalui koordinasi dan pemahaman yang sama antar *stakeholders*. Adanya konflik kepentingan diantara para *stakeholders*, merupakan masalah yang membutuhkan solusi agar sistem dapat bekerja secara konstruktif dalam rangka mencapai tujuan. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan *stakeholders*, uraian permasalahan dalam sistem pengelolaan danau berkelanjutan dimensinya mencakup sebagai berikut:

1. Dimensi ekologi
2. Dimensi ekonomi
3. Dimensi sosial
4. Dimensi kebijakan-kelembagaan
5. Dimensi teknologi infrastruktur

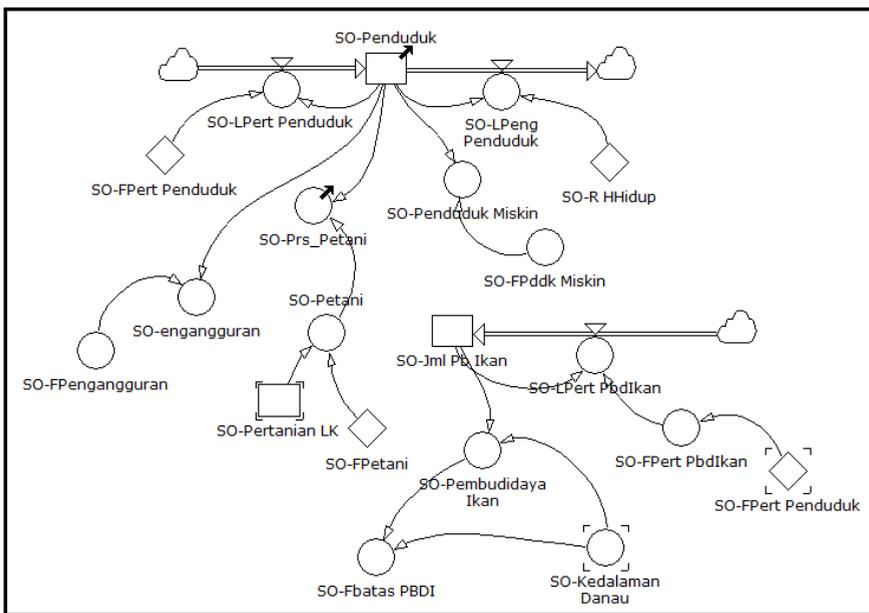
Identifikasi Sub Model

Sub Model Sosial

Submodel sosial menggambarkan dinamika perkembangan penduduk di kawasan Danau Limboto berikut peubah yang menentukan dan ditentukannya. Peubah yang terlibat dalam submodel ini adalah jumlah penduduk, penambahan penduduk, pengurangan penduduk, harapan hidup, jumlah petani, jumlah pembudidaya. Semua peubah berhubungan baik

secara langsung maupun tidak, diformulasikan secara numerik dan disusun dalam bentuk diagram alir submodel sosial dengan menggunakan *powersim studio* dan hasilnya diperlihatkan pada Gambar 42.

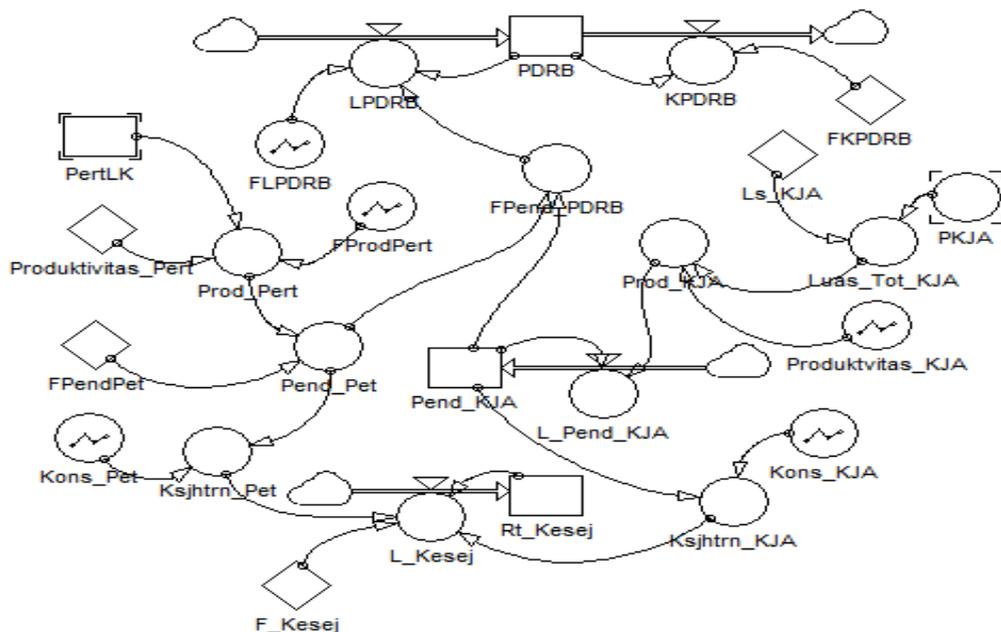
Gambar 42 terlihat bahwa penduduk berfungsi sebagai level yaitu variabel yang mengakumulasikan jumlah masukan dan keluaran dalam sistem. Masukan tersebut antara lain fraksi pertambahan penduduk dan laju pertambahan penduduk. Sedangkan keluarannya ialah rata-rata harapan hidup. Petani berfungsi sebagai *auxiliary* merupakan hasil perkalian antara prosentase petani, lahan pertanian kering dan fraksi petani.



Gambar 42 Diagram alir sub model sosial

Sub Model Ekonomi

Sub model ekonomi menggambarkan adanya peningkatan pendapatan petani dan pemilik KJA dari adanya pengelolaan lahan dan KJA sehingga akan meningkatkan kesejahteraan masyarakat sebagai bagian dari aktivitas ekonomi daerah yang akan berdampak terhadap kontribusi sektor.

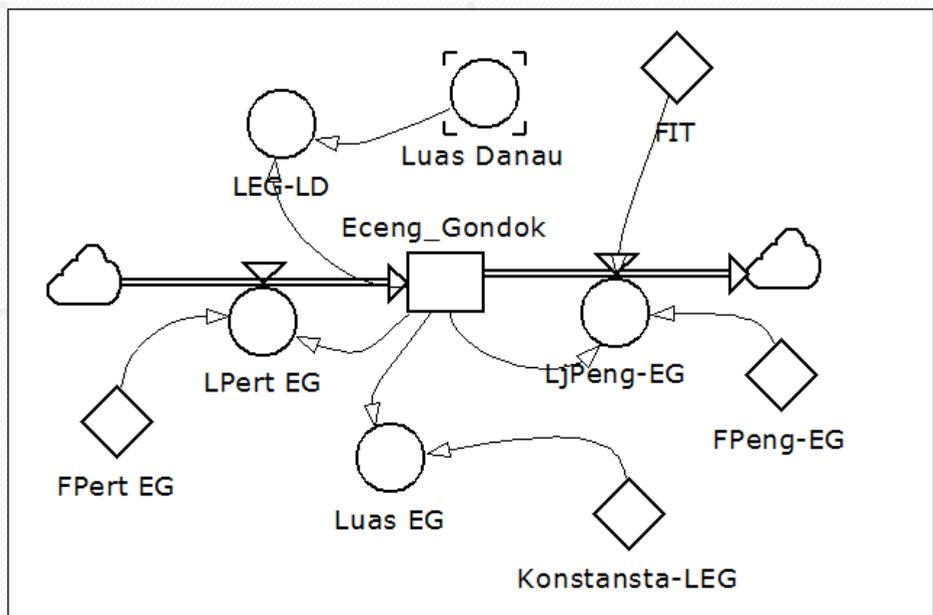


Gambar 43 Diagram alir sub model ekonomi

Berdasarkan Gambar 43 tersebut, peningkatan kegiatan aktivitas ekonomi yang dapat menambah pendapatan akan berdampak terhadap kesejahteraan masyarakat. Di dalam model pengelolaan danau berkelanjutan dimana tingkat kesejahteraan dipengaruhi adanya peningkatan pendapatan. Asumsi yang digunakan pada sub model ekonomi adalah angka pertumbuhan pendapatan pembudidaya ikan dipengaruhi oleh aktivitas perikanan di Danau Limboto. Asumsinya kegiatan perikanan dapat dilaksanakan hingga pada tahun 2040.

Sub Model Eceng Gondok

Sub model eceng gondok (*Eichornia crassipes*) menggambarkan pertumbuhan dinamika luasan eceng gondok di Danau Limboto. Peubah yang terlibat dalam sub-model ini adalah luasan eceng gondok, laju pertumbuhan, fraksi laju pertumbuhan, laju pengurangan dan fraksi laju pengurangan. Semua peubah berhubungan baik secara langsung maupun tidak, diformulasikan secara numerik dan disusun dalam bentuk diagram alir sub-model social dengan menggunakan *powersim* studio dan hasilnya diperlihatkan pada Gambar 44.



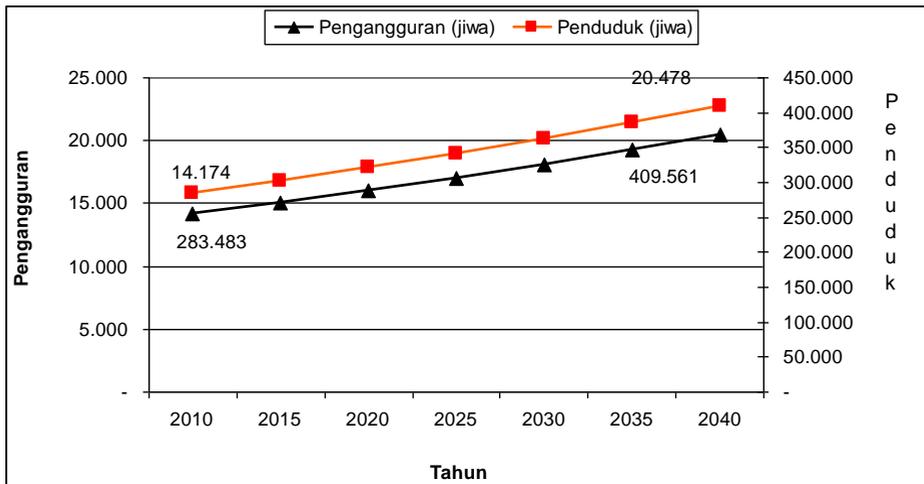
Gambar 44 Diagram alir sub model eceng gondok

Sub Model Ekologi

Submodel ekologi menggambarkan dinamika penggunaan lahan di kawasan daratan Danau Limboto. Peubah yang terlibat dalam sub-model ini adalah luas penggunaan lahan; hutan, pertanian, sawah, permukiman, semak belukar, jumlah penduduk, erosi, sedimentasi, pengurangan penduduk, kedalaman dan luas danau. Semua peubah berhubungan baik secara langsung maupun tidak, diformulasikan secara numerik dan disusun dalam bentuk diagram alir sub-model ekologi dengan menggunakan *powersim* studio dan hasilnya diperlihatkan pada Gambar 45.

penduduk di kawasan Danau Limboto, diikuti oleh penambahan pengangguran di kawasan tersebut.

Hasil simulasi model menunjukkan bahwa jumlah penduduk di kawasan Danau Limboto, terus meningkat dari 283.483 jiwa pada awal simulasi menjadi 409.561 jiwa pada akhir tahun simulasi. Pola peningkatan jumlah penduduk diikuti pengangguran. Pada awal simulasi pengangguran 14.174 jiwa menjadi 20.478 jiwa di akhir simulasi. Pertambahan penduduk tentu akan berimplikasi pada pergeseran penggunaan lahan, misalnya kebutuhan lahan untuk permukiman diperkirakan akan meningkat. Sisi lain pertambahan jumlah pengangguran memberi informasi bahwa kapasitas lapangan kerja lebih kecil dibandingkan dengan jumlah pencari kerja. Oleh karena itu pemerintah perlu memperhatikan aspek tersebut melalui penciptaan lapangan kerja yang baru. Simulasi sub model sosial disajikan pada Gambar 46.

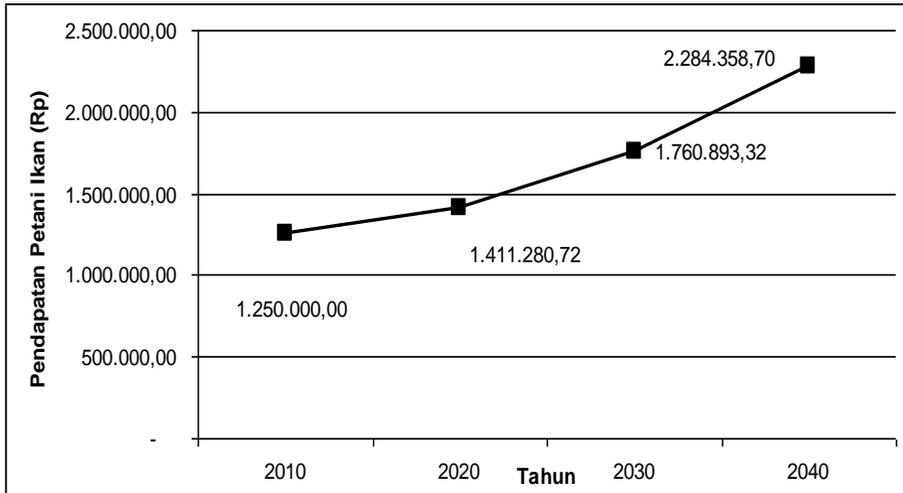


Gambar 46 Simulasi penduduk dan pengangguran di Kawasan Danau Limboto

Simulasi Sub Model Ekonomi

Sub model ekonomi melihat dari pertambahan pendapatan petani ikan atau pembudidaya ikan. Gambaran mengenai perubahan tingkat pendapatan dapat dilihat pada Gambar 47. Berdasarkan gambar tersebut tingkat pendapatan petani ikan di Danau Limboto cenderung mengalami peningkatan. Pendapatan pada tahun 2010 awal simulasi yaitu Rp. 1.250.000,00 sedangkan pada tahun 2040 sebesar Rp. 2.284.359,70 Peningkatan tersebut sebagai bawaan intensifikasi dan ekstensifikasi perikanan budidaya yang dilaksanakan oleh pembudidaya ikan. Oleh karena

itu kelestarian fungsi danau sebagai penyedia jasa ekonomi perikanan sangat penting, agar tetap memberikan sediaan jasa lingkungan bagi masyarakat perikanan Danau Limboto.

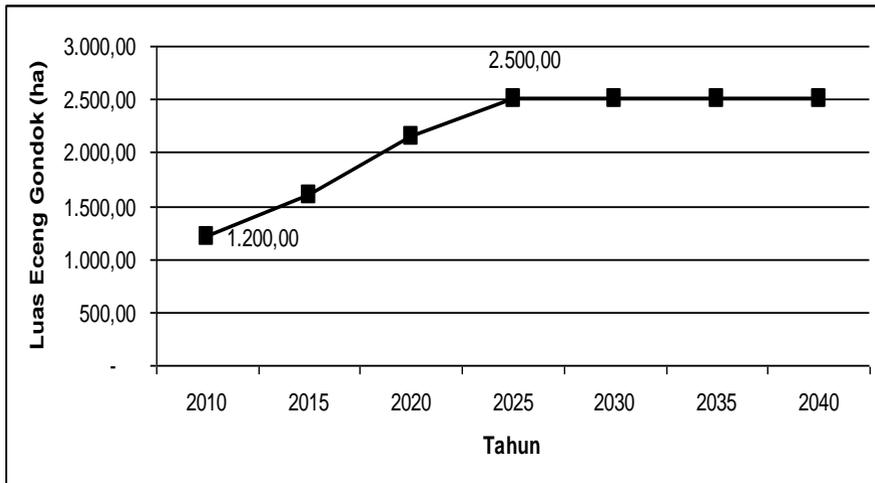


Gambar 47 Tingkat pendapatan petani ikan

Simulasi Sub Model Lingkungan

Simulasi sub model lingkungan diragakan dengan perubahan luasan eceng gondok, luasan penggunaan lahan dan luas-kedalaman Danau Limboto. Gambar 48 menyajikan hasil simulasi perkembangan eceng gondok di Danau Limboto antara tahun 2010-2040. Gambar tersebut menunjukkan bahwa luas eceng gondok, awalnya mengalami pertumbuhan linier positif, tetapi kemudian mengalami stagnan. Eceng gondok tidak mengalami penambahan luasan lagi sejak tahun 2025, karena sudah menutupi seluruh permukaan Danau Limboto. Artinya jika dihitung hingga tahun 2025 maka sisa waktu luasan Danau Limboto tertutupi eceng gondok ialah 13 tahun.

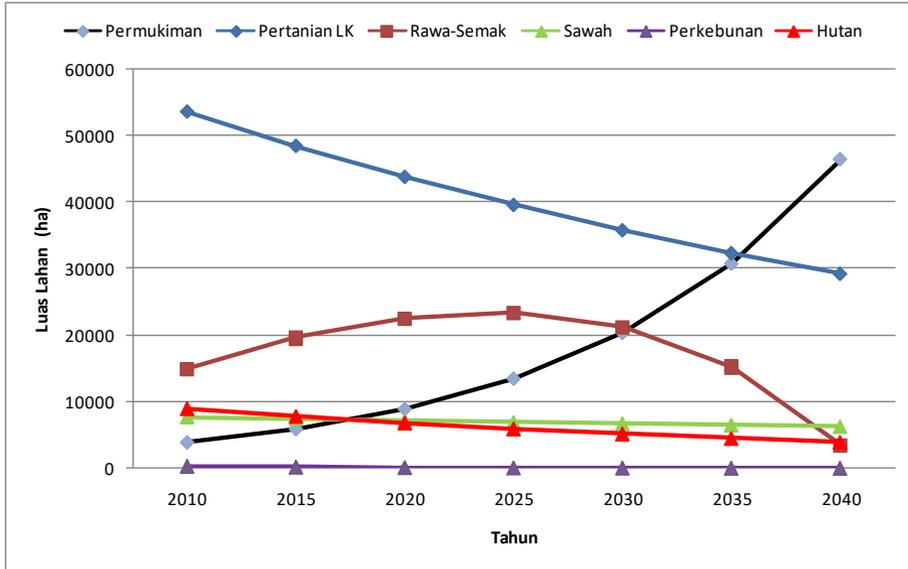
Beberapa penelitian melaporkan bahwa penggunaan pupuk dalam pertanian turut menyumbang terhadap pertumbuhan eceng gondok di danau, karena pupuk tersebut tidak 100% efektif dimanfaatkan oleh tanaman. Disamping itu penambahan tanaman air di danau juga dipengaruhi secara positif oleh limbah organik pakan yang digunakan dalam perikanan budidaya. Sementara Boyd (1998) menyatakan bahwa populasi tanaman air yang melebihi 10-20 persen akan menyulitkan pengelolaan perikanan.



Gambar 48 Simulasi sub model lingkungan untuk eceng gondok tahun 2010-2040

Sejalan dengan penyampaian Krismono (2012) bahwa eceng gondok di Danau Limboto telah menjadi gulma dan berdampak pada; (1) produktivitas primer berkurang seiring dengan perkembangan eceng gondok yang menutupi perairan; (2) hasil tangkapan ikan menurun; (3) volume air menurun karena evapotranspirasi pada permukaan air yang tertutup oleh gulma air eceng gondok mempunyai kecepatan tiga kali lebih cepat dibandingkan dengan permukaan perairan yang terbuka.

Hasil simulasi perkembangan penggunaan lahan antara tahun 2010-2040 di Kawasan Danau Limboto disajikan pada Gambar 49. Gambar 49 tersebut memberikan informasi bahwa dari enam penggunaan lahan hanya dua jenis penggunaan lahan mengalami kenaikan yaitu penggunaan lahan untuk permukiman dan rawa-semak. Penggunaan lahan lainnya mengalami penurunan antara lain; penggunaan lahan hutan, pertanian lahan kering, perkebunan, sawah. Dinamika perubahan penggunaan lahan tersebut menggambarkan terjadinya aktivitas sosial-ekonomi di kawasan tersebut.



Gambar 49
Simulasi penggunaan lahan di kawasan Danau Limboto

Kenaikan penggunaan lahan untuk permukiman memberikan konfirmasi tentang implikasi dari penambahan penduduk. Dengan demikian pola kenaikan penggunaan lahan untuk permukiman mengikuti pola pertumbuhan penduduk yaitu linier positif. Sedangkan kenaikan rawa-semak memberikan konfirmasi tentang penurunan penggunaan pertanian lahan kering yang tidak digarap. Kenaikan rawa juga dikontribusi oleh mengecilnya luasan Danau Limboto. Penurunan luasan Danau Limboto ditunjukkan oleh berubahnya komunitas profundal danau dengan komunitas tanaman rumput-rumputan yang bisa hidup pada kondisi kering dan terendam air.

Tabel 25 menunjukkan bahwa luasan permukiman meningkat tajam yaitu pada tahun 2010 adalah 3.913 ha menjadi 46.494,82 ha pada tahun 2040. Rawa-semak belukar menunjukkan pertumbuhan positif hingga tahun 2025 yaitu 20.873,94ha, kemudian sejak tahun 2030 menjadi 18.805,22 ha dan tahun 2040 luasnya ialah 934,04 ha. Menurunnya seluruh luasan penggunaan lahan diduga dipengaruhi oleh penambahan luasan permukiman.

Tabel 25 memperlihatkan juga informasi bahwa luasan pertanian lahan kering turun dari 53.623 ha tahun 2010 menjadi 29.250,51 ha pada tahun 2040. Pada awalnya perubahan lahan pertanian lahan kering berubah menjadi rawa-semak belukar. Hal tersebut ditunjukkan oleh penambahan

luasan rawa-semak dan belukar hingga tahun 2025. Tetapi kemudian luasan rawa semak belukar turun sejak tahun 2030.

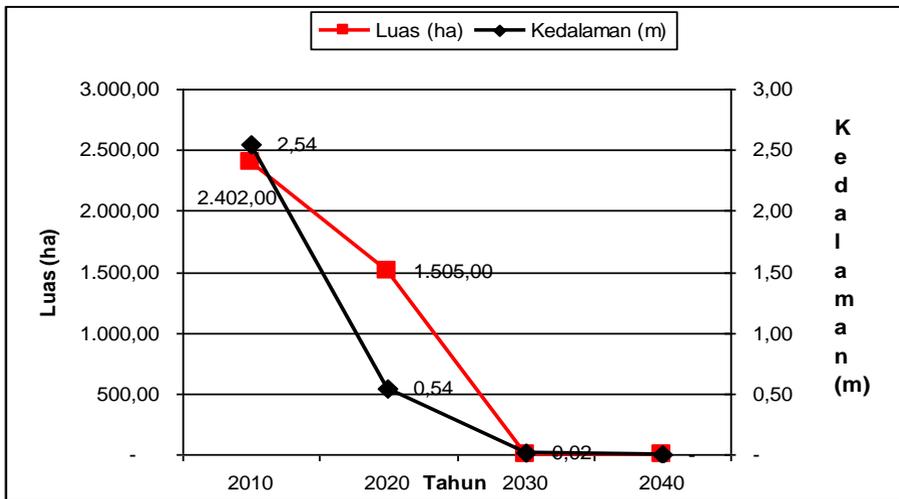
Tabel 25
Pergunaan lahan di kawasan Danau Limboto tahun 2010-2040

Tahun	Luas Lahan (ha)					
	Permukiman	Pertanian LK	Rawa-Semak	Sawah	Perkebunan	Hutan
2010	3.913	53.623	12.456.00	7.618	300	8.846
2015	5.910.97	48.470.94	17.123.33	7.355.08	181.12	7.714.56
2020	8.929.11	43.813.9	20.074.00	7.101.23	109.35	6.727.84
2025	13.488.3	39.604.29	20.873.94	6.856.14	66.02	5.867.32
2030	20.375.41	35.799.14	18.805.22	6.619.51	39.86	5.116.86
2035	30.779.07	32.359.59	12.739.84	6.391.05	24.06	4.462.39
2040	46.494.82	29.250.51	934.04	6.170.47	14.53	3.891.64

Luasan pertanian lahan kering sebagai penyumbang utama erosi lahan mengalami penurunan, tetapi erosi tetap tinggi karena pola pertanian yang tidak ramah lingkungan dan terjadi di lahan-lahan marginal. Dampak dari aktivitas pertanian adalah memacu terjadinya erosi dipercepat. Sementara erosi tidak semata menimbulkan *on-site effect* misalnya berkurangnya tingkat kesuburan tanah tetapi juga menimbulkan *off-site effect* seperti sedimentasi di sungai dan danau. Sejalan dengan hal tersebut disampaikan oleh Soemarwoto (1997) bahwa erosi memberikan efek; (1) menurunkan kesuburan tanah, (2) menurunkan produksi. Menurut Lal (1994) bahwa produktivitas lahan seluas ± 20 juta/ha/th mengalami penurunan ke tingkat nol atau menjadi tidak ekonomis lagi disebabkan oleh erosi; dan (3) menurunkan pendapatan petani. Walaupun luasan lahan untuk pertanian lahan kering mengalami penurunan seperti Gambar 50 di atas, namun kegiatan yang telah berlangsung dalam waktu yang panjang menimbulkan akumulasi dampak yang berkelanjutan. Dengan demikian tingginya erosi yang terjadi kawasan Daratan Danau Limboto mempercepat pendangkalan dan luasan danau melalui proses sedimentasi. Oleh karena itu, jika pengelolaan Danau Limboto seperti kondisi eksisting saat sekarang maka *life time* danau sisa 21 tahun.

Simulasi dinamika perubahan luasan dan kedalaman Danau Limboto disajikan pada Gambar 50 pada halaman berikut. Gambar 50 menunjukkan bahwa dengan kondisi eksisting pengelolaan danau seperti sekarang, maka *life time* Danau Limboto yang ditunjukkan oleh kedalaman dan luasannya akan mencapai titik 0 pada tahun 2030. Beberapa variabel yang memiliki

pengaruh kuat terhadap proses pendangkalan di Danau Limboto ialah aktivitas pertanian dan semakin mengecilnya luasan kawasan hutan. Berkurangnya luasan hutan dan semakin ekstraktifnya pemanfaatan lahan-lahan marginal sehingga memacu erosi semakin tinggi dan diikuti oleh proses sedimentasi di Danau Limboto .



Gambar 50

Perubahan luas dan kedalaman Danau Limboto tahun 2010-2040

Gambar 50 menunjukkan bahwa, kedalaman dan luas Danau Limboto memiliki pola linier negatif. Pada tahun 2020 kedalaman danau turun menjadi 0,54 m sedangkan luas dananya ialah 1.505 ha. Dalam kondisi tersebut fungsi Danau Limboto menjadi tidak berjalan. Masuknya material sedimen yang terus menerus dalam jumlah yang besar akan membuat Danau Limboto penuh pada tahun 2030.

Validitas Model

Validasi adalah untuk menguji keberadaan model. Validasi mencakup dua hal yaitu validasi struktur dan validasi kinerja. Validasi struktur menekankan pada keyakinan kebenaran logika yang dibangun berdasarkan teori. Seperti yang disampaikan Barlas (1996) bahwa validasi struktur suatu model dikatakan valid jika model sesuai dengan teori yang ada. Secara teori pertumbuhan penduduk akan meningkat yang dipengaruhi oleh penambahan penduduk (kelahiran, dan migrasi). Sebaliknya penduduk akan mengalami pengurangan sebagai akibat dari emigrasi dan kematian (mortalitas). Sisi lain, pertumbuhan penduduk akan mempengaruhi penggunaan lahan.

Implikasinya penggunaan lahan permukiman akan meningkat sejalan dengan penambahan penduduk.

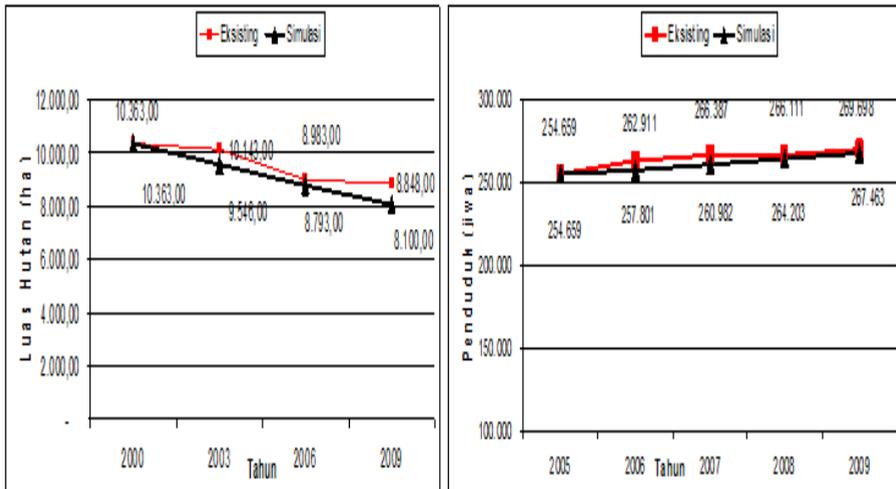
Menurut Barlas (1996) validasi kinerja dapat dilakukan dengan cara membandingkan data simulasi dengan data empiris. Validasi kinerja model dilakukan dengan membandingkan data penduduk aktual dan data simulasi dengan menggunakan *Absollute Mean Error* (AME) disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 26
Hasil perhitungan nilai AME untuk uji validasi kinerja

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)		AME
	Penduduk Eksisting	Penduduk Simulasi	
2005	254.659	254.659	0,00
2006	262.911	257.801	0,02
2007	266.387	260.982	0,02
2008	266.111	264.203	0,01
2009	269.698	267.463	0,01

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 26 menunjukkan bahwa, nilai AME secara keseluruhan berada di bawah angka 10%. Menurut Mahmudi *et al.* (2001) batas penyimpangan yang diterima antara data simulasi dan eksisting ialah 5-10%. Dengan demikian menjelaskan bahwa model yang dibangun memiliki kinerja yang baik. Kesimpulannya model ini bisa diimplimentasikan dalam menyusun desain kebijakan pengelolaan Danau Limboto berkelanjutan.

Data pada tabel 26 dapat ditransformasikan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 51. Gambar tersebut juga menunjukkan validasi kinerja untuk luas hutan. Berdasarkan Gambar 51 menunjukkan bahwa luas hutan eksisting dan simulasi, memiliki AME dibawah 10 persen (tahun 2000: 0, 2003: 0,06, 2003: 0,02, dan tahun 2009: 0,08). Nilai tersebut menggambarkan bahwa validasi kinerja model penggunaan lahan adalah baik. Dengan demikian model ini bisa digunakan untuk menyusun desain kebijakan pengelolaan Danau Limboto.



Gambar 51
Grafik validasi kinerja model pengelolaan Danau Limboto

Skenario Model Pengelolaan Danau Berkelanjutan

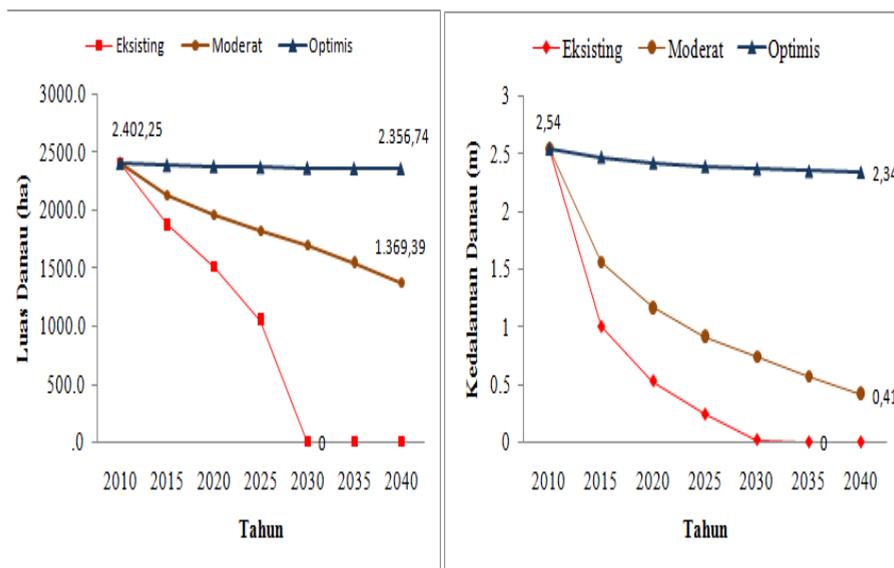
Danau sebagai ekosistem terbuka keberadaannya sangat dipengaruhi oleh kondisi yang terjadi di lingkungannya. Aktivitas sosial-ekonomi yang terdapat di bentang alam danau akan memberikan implikasi terhadap lingkungan perairan Danau Limboto. Untuk mengelola sumberdaya danau secara berkelanjutan, maka perlu di stimulasi efektivitas pengelolaan sumberdaya danau secara terpadu. Dengan demikian kebijakan pengelolaan Danau Limboto disusun berdasarkan pendekatan keterpaduan antara lingkungan daratan danau dan lingkungan perairan danau. Untuk itu perlu dilihat secara holistik mulai dari penataan kelembagaan (*institutional arrangement*), faktor sosial-ekonomi dan budaya, serta faktor biofisik dan teknologi yang digunakan.

Disisi lain, kebijakan pengelolaan Danau Limboto juga dilakukan di *in-site* danau, seperti pengendalian eceng gondok. Pengendalian tersebut mencakup kegiatan mekanis yaitu memanen secara langsung, pengendalian unsur hara yang masuk ke danau dan menggunakan *bioremediasi*. Menurut Krismono (2012) penggunaan ikan koan sangat efektif untuk mengendalikan pertumbuhan eceng gondok di Danau Limboto. Dari kombinasi antara kondisi faktor, didapatkan tiga skenario, yang diberi nama: (1) skenario eksisting, (2) skenario moderat, dan (3) skenario optimis. Secara ringkas, penamaan dan susunan skenario disajikan pada Tabel 27.

Tabel 27
 Faktor kunci dalam skenario kebijakan

No.	Faktor	Keadaan (<i>State</i>)		
		Eksisting	Moderat	Optimis
1.	Luas Hutan (Ekologi)	Tidak terkontrolnya perubahan kawasan hutan	Sedikit terkontrol, Penambahan luas hutan hingga 20%	Pengontrolan semakin baik, hingga luas hutan 30%
2.	Insentif (Ekonomi)	Tidak ada intervensi ekonomi	Ada intervensi ekonomi, diasumsikan bisa menurunkan erosi hingga 10%	Ada intervensi ekonomi yang optimal, diasumsikan bisa menurunkan erosi hingga 20%
3.	Peningkatan Kualitas SDM (Sosial)	Tidak ada intervensi peningkatan SDM	Peningkatan SDM diasumsikan bisa menurunkan erosi hingga 10%	Semakin meningkat, dan berefek positif hingga bisa menurunkan erosi 20%
4.	Mekanisme lintas sektoral	Tidak ada perbaikan mekanisme, karena perlu anggaran yang tinggi	Ada perbaikan hingga diasumsikan bisa menurunkan erosi 10%	Sangat terpadu, diasumsikan hingga bisa menurunkan erosi 20%
5.	Teknologi pengendalian Sedimen	Tidak ada, karena teknologi tersebut perlu biaya yang tinggi	Tahap penerapan belum optimal, diasumsikan mengurangi sedimentasi hingga 40%	Diterapkan dengan optimal diasumsikan hingga bisa mengurangi sedimentasi hingga 80%

Degradasi lingkungan perairan Danau Limboto akan tetap berlangsung jika degradasi lahan di kawasan daratannya tetap terjadi seperti kondisi saat sekarang. Pertanian yang tidak ramah lingkungan, kawasan lindung yang fungsi ekologisnya turun, luasan hutan yang semakin menurun drastis telah menyebabkan erosi di kawasan daratan Danau Limboto adalah tinggi. Erosi tersebut selanjutnya dengan pergerakan air menjadi sedimen di perairan Danau Limboto, sehingga pendangkalan dan luas danau turun secara drastis, lihat Gambar 52 di bawah ini.



Gambar 52
 Simulasi skenario luas dan kedalaman Danau Limboto

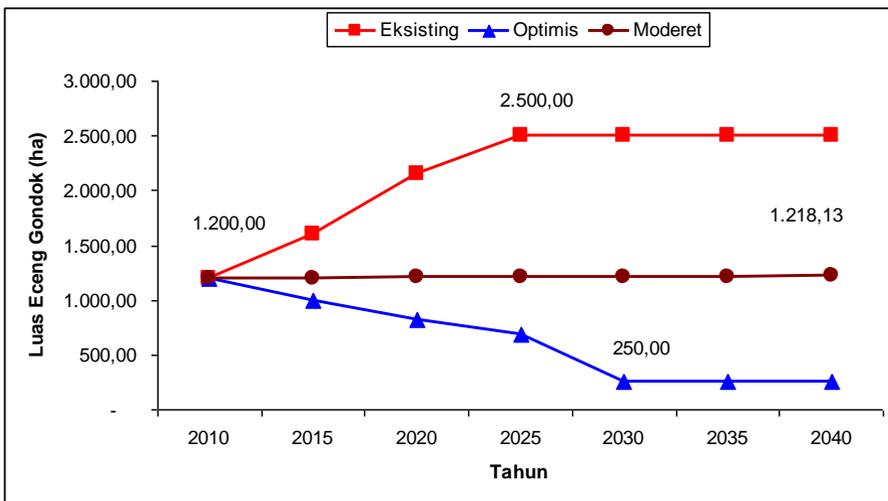
Gambar 52, menunjukkan simulasi skenario kedalaman dan luas Danau Limboto. Garis merah menunjukkan skenario pesimistik, garis coklat menunjukkan skenario moderat, dan garis biru skenario optimistik. Skenario eksisting merupakan proyeksi kondisi aktual jika tidak dilakukan intervensi. Skenario moderat merupakan proyeksi eksisting dengan pencapaian perbaikan kondisi lingkungan pada tingkat sedang. Sementara, skenario optimis dibangun dengan asumsi bisa terjadi pencapaian perbaikan lingkungan yang cukup baik. Skenario disimulasikan terhadap faktor-faktor yang disajikan pada tabel 27.

Skenario eksisting menunjukkan kedalaman dan luas Danau Limboto akan punah pada tahun 2031. Sedangkan skenario moderat menunjukkan bahwa kedalaman dan luas Danau Limboto mulai menurun pada tahun 2040. Pada tahun tersebut kedalaman danau mendekati 0,5 m, sedangkan luasnya dibawah 1500 ha. Sebaliknya intervensi dengan skenario optimis menunjukkan hingga tahun 2040 kedalaman danau dapat dipertahankan di atas 2 m, sedangkan luas danau dapat dipertahankan di atas 2000 ha.

Konservasi lahan untuk mengendalikan erosi di DTA danau Limboto adalah penting dan mendesak. Misalnya restorasi kawasan hutan dan penataan ruang sesuai kesesuaian dan kemampuannya. Menurut Arsyad

(2010) konservasi lahan antara lain secara vegetatif dan mekanik. Secara vegetatif ialah menggunakan vegetasi, tujuannya untuk mengurangi tumbukan air hujan dan mengurangi aliran permukaan. Misal nya *riparian buffer* dan *agroforestri*. Secara mekanik ialah setiap perlakuan fisik terhadap tanah untuk mengurangi aliran permukaan dan erosi. Contohnya seperti teras dan pembuat dam. Insentif ekonomi dalam bentuk bantuan dana bagi kegiatan konservasi pertanian di daerah hulu. Sedangkan peningkatan kualitas SDM melalui pendidikan dan penyuluhan akan memberikan efek positif terhadap kelestarian lingkungan. Intervensi tersebut akan memberikan efek efektif jika dilakukan secara simultan dari berbagai aspek. Disamping itu perlu dilaksanakan pengendalian sedimen dan pencemar organik pada kolam perlakuan yang dilakukan pengerukannya secara periodik.

Pengelolaan lingkungan perairan Danau Limboto di *in-site* danau dilakukan dengan mengendalikan pertumbuhan eceng gondok. Pengendalian dilakukan berdasarkan pendekatan tiga skenario sebagaimana di atas. Faktor yang menjadi pengendali ialah *bioremediasi* menggunakan ikan koan, pengendalian limbah organik dan pemanenan langsung, lihat Gambar 53 di bawah ini.



Gambar 53
 Simulasi skenario pertumbuhan eceng gondok

Gambar 53 menunjukkan bahwa tanpa intervensi yaitu skenario eksisting tahun 2025 luas eceng gondok menutupi seluruh permukaan danau. Skenario moderat ditunjukkan dengan warna grafik coklat. Pada

skenario ini menunjukkan terjadi perubahan kinerja, sehingga sampai tahun 2040 luasan eceng gondok tidak menutupi permukaan Danau Limboto. Pada skenario optimis penambahan eceng gondok cenderung negatif, sehingga pada tahun 2040 luasnya menjadi 250ha. Kondisi tersebut menjelaskan bahwa skenario optimis lebih optimal dalam mengendalikan pertumbuhan eceng gondok dibandingkan skenario moderat dan skenario eksisting.

Eceng gondok di Danau Limboto pengendaliannya dapat dilakukan melalui tiga hal, yaitu; 1) mengurangi laju masukan unsur hara fosfat dan nitrogen sebagai makro nutrien terhadap terjadinya eutrofikasi. Kegiatan tersebut mencakup; penggunaan pupuk pertanian yang ramah lingkungan, pembuatan kolam perlakuan air sebelum masuk ke dalam danau, kontrol terhadap pemberian pakan perikanan budidaya; 2) pemanfaatan eceng gondok sebagai komoditi ekonomi kreatif skala rumah tangga; 3) pemanfaatan ikan koan sebagai bioremediasi untuk mengendalikan pertumbuhan eceng gondok. Dengan demikian pada skenario eksisting tidak ada tindakan pengendalian, sehingga pertumbuhan eceng gondok terus bertambah. Skenario moderat dilakukan intervensi sehingga bisa menurunkan pertumbuhan eceng gondok sebanyak 1,75% melalui penurunan unsur hara, pemanfaatan bioremediasi ikan koan mengurangi laju pertumbuhan luasan eceng gondok 1,5%, dan pemanen langsung 2%. Skenario optimis, dilakukan optimalisasi pengendalian pada kegiatan hulu sehingga bisa menurunkan 3,5% pertumbuhan eceng gondok, optimalisasi bioremediasi sehingga mengurangi 2% dan 4% pemanenan langsung. Melalui skenario optimis tersebut maka diharapkan eceng gondok luasannya bisa mencapai 10% dari luas danau. Eceng gondok yang tersisa tersebut difungsikan sebagai *green belt* di lokasi-lokasi yang potensial limbah organiknya relatif tinggi.

Daftar Pustaka

- Akuba, R., & Biki, R. (2008). *Profil Danau Limboto*. Gorontalo: Balai Riset dan Teknologi Informasi.
- Alabaster, J. (1980). *Water Quality Criteria For Freshwater Fish*. London: Published by arrangement with The Food and Agriculture Organization of the United Nation by Butterworth Scientific.
- Arifin. (2001). *Pengelolaan Sumber Alam Indonesia*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Arifin, B. (2001). *Pengelolaan Sumberdaya Alam Indonesia*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press, Bogor.
- Balai Wilayah Sungai Sulawesi, I. (2008). *Laporan Perencanaan Konservasi Lingkungan Perairan Danau Limboto*. Gorontalo: BWSS.
- Barlas, Y. (1996). Formal aspect of model validity and validation system dynamic. *System dynamic review*. Albany, 12. Dipetik Juni 10, 2012, dari <http://www.albany.edu/cp/sds/sdcourses>
- Barlowe, R. (2006). *Land Resources Economics The Economics of Real Estate*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Beatley, T., & Manning, K. (1997). *The Ecology of Place*. Washington: Island Press.
- Benchmann, M., Berge, D., Egested, H., & Vandsem, S. (2004). Phosphorus Transfer from Agricultural Areas and Its Impact on The Eutrophication of Lakes-Two long-term Integrated Studies from Norway. *Journal of Hidrology*, 238-250.
- Bengen, D. (2002). *Pengelolaan Pesisir dan Laut secara Terpadu*. Bogor: PKSPL Institut Pertanian Bogor.
- Buryniuk, M., Pterell, R., Baldwin, S., & Lo, K. (2006). Accumulation and Natural Disintegration of Solid Waste Caught on a Screen Suspended Below a Fish Farm Cage. *Aquaculture Engineering* 35, 78-90.
- Byod, C. (1998). *Water Quality in Warmeter Fish Ponds*. Alabama: Auburn University Agricultural Experiment Station.

- Cheurevi, K., & Soranno, P. (2008). Relationships Between Lake Macrophyte Cover and Lake and Landscape Features. *Aquatic Botany*, 88:219-227.
- Cheurevil, K., & Soranno, P. (2008). Relationsships Between Lake Macrophyte Cover and Lake and Landscape Features. *Aquatic Botany*, 219-227.
- Davie, T. (2008). *Fundamental Of Hydrology*. New York: Routledge.
- Djogo, T., Sunaryo, Suharjito, D., & Sirait, M. (2003). *Kelembagaan dan Kebijakan dalam Pengembangan Agroforestri*. Bogor: ICRAF.
- Dunggio, I. (2012). *Model Kelembagaan Hutan Lindung Gunung Damar [disertasi]*. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Dunn. (2000). *Pengantar Analisis Kebijakan Publik*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Edwarsyah. (2008). *Rancang Bangun Sistem Kebijakan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Pesisir (Studi Kasus: Das dan Pesisir Citarum Jawa Barat)*. [disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Eriyatno. (1999). *Ilmu Sistem : Meningkatkan Mutu dan Efektivitas Manajemen*. Bogor: IPB Press.
- Fauzi, A. (2004). *Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. Jakarta: Gramedia.
- Fauzi, A., & Anna, Z. (2005). *Pemodelan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan Untuk Analisis Kebijakan*. Jakarta: Gramedia.
- Gower, A. (1980). *Water Quality in Catchment Ecosystem*. New York: John Wiley & Sons.
- Gunaci, B. (2012). *Minimalisasi Limbah Nitrogen Dalam Budidaya Ikan Lele (Clarias gariepinus) dengan Sistem Akuakultur Berbasis Jenjang Makanan[disertasi]*. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Hagmann, J., & Chuma. (2002). Enhancing The Adaptive Capacity of The Resources Use Natural Resources Management. *Aquaculture System*, 73:23-39.

- Hardjowigeno, S., & Widiatmaka. (2007). *Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tataguna Lahan*. Yogyakarta: UGM Press.
- Hartisari. (2007). *Sistem Dinamik. Konsep Sistem dan Pemodelan Untuk Industri dan Lingkungan*. Bogor: Seameo Biotrop.
- haryani, G. (2002). Menuju Pemanfaatan Sumberdaya Perairan Darat Berkesinambungan: Permasalahan dan Solusinya. *Limnologi LIPI*. Jakarta: LIPI.
- Haryani, G. (2002). Menuju Pemanfaatan Sumberdaya Perairan Darat Berkesinambungan: Permasalahan dan Solusinya dalam Prosiding Limnologi LIPI. .
- Havens, K., Fukushima, T., Iwakuma, T., James, R., Takamura, N., Hanzato, T., & Yamamoto. (2001). Nutrien Dinamyc and The Euthropication of Shallow Lake Kasumiguara (Japan), Dongu (PR China), and Okeechobe (USA). *Environmental Pollution Journal* , 263-272.
- Hermawan, Y. (2005). Hubungan Tingkat Pendidikan dan Persepsi dengan Perilaku Pemeliharaan Lingkungan. *Ejournal.unud.ac.id*.
- Hille, K. (2008). *Does Aquaculture Impact Benthic Algae Ecology? A Study on the Effect of an Experimental Cage Aquaculture Operation on Epilitic Biofilm [thesis]*. Program of Master of Science University of Manitoba Winnipeg.
- Ilham, N., Syaikat, Y., Friyatno, & Supena. (2009). Perkembangan Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Konversi Lahan Sawah Serta Dampak Ekonominya. *SOCA*, 2. Dipetik Juli 2005
- Inglis, G., Barbara, J., & Rose, A. (2000). *An Overview of Factors Affecting The Carrying Capacity of Coastal Embayments for Mussel Culture*. New Zealand: National Institute of Water & Atmospheric Research Ltd.
- Kartodiharjo, H. (2009). Sumberdaya Alam, Komoditi dan Arah Pengelolaannya. tidak diterbitkan, bahan ajar Pascasarjana IPB.
- Kartodiharjo, H., Murtilaksono, K., & Sudadi, U. (2004). *Institusi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai: Konsep dan Pengantar Analisis Kebijakan*. Jakarta: Penerbit JICA.

- Khanna, P., Babu, P., & George, M. (1999). Carrying-capacity as A Basis for Sustainable Development A Case Study of National Capital Region in India. *Progress in Planning*, 101-166.
- Kondratyev, S., Gronsakaya, T., Ignatieva, N., Blinova, I., Telesh, I., & Yefromova, L. (2002). Assesment of Present State of Water Resources of Lake Ladoga and Drainage Basin Sustainable Development Indicator. *Ecological Indicators* 2, 79-92.
- Krismono, & Astuti, L. S. (2009). Karakteristik Danau Limboto Provinsi Gorontalo. *Jurnal Penelitian Perikanan* , 59-68.
- Krismono, Astuti, L., & Sugiarti, Y. (2009). Karakteristik Air Danau Limboto Provinsi Gorontalo. *Jurnal Penelitian Perikanan*, 5:59-68.
- Kumurur, V. (2001). Kondisi Pemanfaatan Ruang Darat di Kawasan Sekitar Danau Moat, Kabupaten Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara. *Ekoton*, Vol. 1(1).
- Kumurur, V. (2001). Kondisi Pemanfaatan Ruang Darat di Kawasan Sekitar Danau Moat Kabupaten Bolaang Mongondaw. *Ekoton*.
- Kumurur, V. (2002). Aspek Strategis Pengelolaan Danau Tondano Secara Terpadu. *Ekoton*, 73-80.
- Lampert, W., & Sommer, U. (2007). *Lymnoecology*. London: Oxford University Press.
- Lehmusluoto, P., Machbud, B., Terangna, N., Rusmiputro, S., Firdaus, A., Boer, L., . . . Margana, A. (1997). National Inventory of The Mayor Lake and Resources In Indonesia. Turku Finlandia: Departement of Limnology and Environment Protection, Unniversity of Helsinki.
- Lihawa, F. (2009). *Pengaruh Kondidi Lingkungan DAS dan Penggunaan Lahan Terhadap Hasil Sedimen di Alopohu Provinsi Gorontalo [disertasi]*. Yogyakarta: Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada.
- Lihawa, F. (2009). *Pengaruh Kondisi Lingkungan DAS dan Penggunaan Lahan Terhadap Hasil Sedimen di Alopohu Provinsi Gorontalo (disertasi)*. Yogyakarta: Program Pascasarjana Universitas Gadjah mada.
- Lingkungan, D. K. (2007). Potret Danau di Indonesia: Peluang Pengembangan Perikanan Budidaya. Jakarta: Direktorat Kesehatan

Ikan dan Lingkungan, Dirjen Perikanan Budidaya, Departemen Kelautan dan Perikanan.

- Lynch, D. (2009). *Camrbidge*. Diambil kembali dari Sustainable Natural Resources Management.
- Madrinan, M. (2008). *Eutrophication Trend of Lakes in the Tampa Bay Watershed and the Role of Submerged Aquatic Vegetation in Buffering Lake Water Phosphorus Concentration*.
- Madrinan, M. (2008). *Eutrophication Trend of Lakes in the Tampa Bay Watershed and the Role of Submerged Aquatic Vegetation in Buffering Lake Water Phosphorus Concentration*. South Florida: un publish A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy Department of Environmental and Occupational Health College of Public Health University of South Florida. .
- Marifa, I. (2005). *Institutional Transformation for Better Policy Implementation and Forcement*. (Resosudarmo, Penyunt.) Singapore: ISEAS.
- Marifa, I. (2005). *Institutional Transformation for Better Policy Implementation and Forcement* . Singapore: ISEAS.
- Marifa, I. (2005). Institutional Transformation for Better Policy Implementation and Forcement. In Resosudarmo (ed): The Politics and Economics of Indonesia's Natural Resources. ISEAS, SIngapore.
- Marimin. (2007). *Teori dan Aplikasi. Sistem Pakar dalam Teknologi Manajerial*. Bogor: IPB Press.
- Mason, C. (1993). *Biology of Freshwater Pollution*. New York: Longman Scientific and Technical.
- McDonald, M., Tikkanen, C., Axler, R., & Larsen, C. H. (1996). Fish Simulation Culture Model: A Bioenergetic Based Model for Aquaculture Waste Load Application . *Aquaculture Engineering*, 243-259.
- Mopangga, H. (2010). *Analisis Ketimpangan Pembangunan dan Pertumbuhan Ekonomi di Provinsi Gorontalo [tesis]*. bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

- Muhammadi, Aminullah, E., & Soesilo, B. (2001). *Analisis Sistem Dinamis. Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi dan Manajemen*. Jakarta: UMI Press.
- Notohadiprowiro, T. (2006). *Kemampuan dan Kesesuaian Lahan: Pengertian dan Penetapannya*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Nurdin. (2011). Penggunaan Lahan Kering di Das Limboto Provinsi Gorontalo Untuk Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 30 (3).
- Odum, E. (1994). *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gajah Mada Press.
- Ostrom, E. (2000). *Private and Common Property Rights*. Diambil kembali dari 2000book.pdf: encyclo.findlaw.com
- Ostrom, E., Gardner, R., & Walker, J. (1994). *Rules, Games, and Common-Pool Resource*. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Pakpahan, A., & Anwar, A. (1989). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Konversi Lahan Sawah. *Jurnal Agro Ekonomi*, Volume 8 Nomor 1.
- Pomalingo, N. (2000). *Peta Mental Masyarakat Kawasan Danau Terhadap Pengelolaan Lingkungan Hidup [disertasi]*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Prinz, D., & Singh, A. (1999). *Environmental Effects of Water Resources Development*. Germany: University of Karlsruhe.
- Pulatso, S. (2003). The Application of a Phosphorus Budget Model Estimating The Carrying Capacity of Kesikkopru Dam Lake. *Turk J Vet Anim Sci*, 1127-1130.
- Purwanti, F. (2008). *Konsep Co-Management Tanaman Nasional*. Bogor: Disertasi pada Program Pascasarjana IPB tidak diterbitkan.
- Rahim, S. (2006). *Pengendalian Erosi Tanah dalam Rangka Pengendalian Lingkungan Hidup*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Rayes. (2007). *Metode Inventarisasi Sumberdaya Lahan*. Yogyakarta: Andi.
- Resosudarmo, I., & Colfer, C. (2003). *Kemana Harus Melangkah?* Indonesia: Yayasan Obor.
- Rogers, P., Jalal, K., & Boyd, J. (2008). *An Introduction to Sustainable Development*. UK and USA: Earthscan.

- Rudd, A. (2004). An Institutional Framework For Designing And Monitoring Ecosystem-Based Fisheries Management Policy Experiments. *Ecological Economics*, 48 (2004) 109-124.
- Rustiadi, E., Saefulhakim, S., & Panuju, D. (2009). *Perencanaan dan Pengembangan Wilayah*. Bogor: tidak diterbitkan, Diktat Kuliah Sekolah Pascasarjana IPB.
- Salim, E. (2005). *Looking Back to Move Forward*. Singapore: ISEAS.
- Sanim, B. (2005). *Kebijakan*. Bogor: tidak diterbitkan, materi kuliah Pascasarjana IPB.
- Sarita, A., Purnomo, K., Umar, C., & Setyaningsih, L. (1994). *Laporan Hasil Penelitian Perikanan Danau Limboto*. Jatiluhur: Sub Balai Penelitian Air Tawar Departemen Pertanian.
- Sarita, A., Purnomo, K., Umar, C., & Setyaningsih, L. (1994). *Laporan Hasil Penelitian Perikanan Danau Limboto*. Jatiluhur: Sub Balai Penelitian Perikanan Air Tawar Departemen Pertanian.
- Scones, J. (1993). *Global Equity and Environment Crisi: An Argument for Reducing Working Hours and The North Orld Development*.
- Smith, V. (2003). Eutrophication of Freshwater and Coastal Marine Ecosystem A Global Problem. *ESPR - Environ Sci & Pollut Res*.
- Soemarwoto, O. (1997). *Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Jakarta: Djambatan.
- Soemarwoto, O. (1997). *Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Jakarta: Djambatan.
- Suhardi. (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.
- Suhardi. (2005). Perubahan Penutupan Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Cadangan Air Pada Daerah Tangkapan Air Danau Dusun Besar. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 7(1).
- Suhartanto. (2007). Ketersediaan Lahan Pertanian Pangan Secara Berkelanjutan Untuk Menjaga Ketahanan Pangan. Direktur Pengelolaan Lahan Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan dan Air Departemen Pertanian.

- Suharto. (2008). *Analisis Kebijakan Publik*. Bandung: Alfabeta.
- Sullivan, P., & Reynold, C. (2003). *Limnology and Limnetic Ecology*. USA: Blackwell Publishing.
- Sumardjono, M., Ismail, N., Rustiadi, E., & Damai, A. (2011). *Pengaturan Sumberdaya Alam di Indonesia antara yang Tersurat dan Tersirat*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Sunderlin, W., & Resosudarmo, I. (1997). Laju dan Penyebab Deforestasi di Indonesia: Penelaahan Kerancuan dan Penyelesaiannya. *Occasional Paper*(9).
- Sunderlin, W., & Resosudarmo, I. (1997). *Laju dan penyebab deforestasi di Indonesia: penelaahan kerancuan dan penyelesaiannya. Occasional Paper No. 9*. Bogor: CIFOR.
- Suporahardjono, & Setyowati, A. (2008). *Desentralisasi Tata Kelola Hutan di Indonesia*. Bogor: Pustaka Latin.
- Syandri. (2000). Keramba Jaring Apung dan Permasalahannya di Danau Maninjau. *Prosiding Seminar Lokakarya Pengelolaan dan Pemanfaatan Danau dan Waduk*.
- Tjasyono, B. (2004). *KLimatologi*. Bandung: Penerbit ITB.
- Turner, G. (1988). Code of Practice and Manual of Procedures for Concideration on Introduction and Transfer of Marine and Freshwater Organism. *Occasional Paper*.
- Wahab, S. (2008). *Pengantar Analisis Kebijakan Publik*. Malang: Penerbit Universitas Muhammadiyah.
- Waite, D. (1984). *Principles of Water Quality*. Academic Press Inc.
- Wetzel, & Gopal, B. (1999). Limnology in Developing Countries. *International Theoretical and Applied Limnology*, 2.
- Whitten, A., Mustafa, M., & Henderson, S. (1987). *Ekologi Sulawesi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Whitten, A., Mustafa, M., & Henderson, S. (1987). *Ekologi Sulawesi*. Yogyakarta: Gajah Mada University.
- Wibowo, A., Lugina, M., Parlina, N., Ginoga, K., & Masripatin, N. (2010). *Penetapan Business as Usual: Emisi Gas Rumah Kaca*. Pusat

Penelitian Sosial Ekonomi dan Kebijakan Kehutanan Badan
Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.

- Winoto, J. (2005). *Alih Guna Lahan Pertanian, Permasalahan dan Implikasinya*. Bogor: Jurusan Tanah, FAFERTA IPB Bogor.
- Winoto, J. (2005). *Alih GUna Lahan Pertanian, Permasalahan dan Implikasinya*. Bogor: Jurusan Tanah Faperta IPB.
- Wirokartono, S., Malik, A., Ahmad, T., Djutaharta, T., & Cicih, L. (2010). *Pengembangan Provinsi Gorontalo: Perencanaan Dengan Indeks Pembangunan Indonesia*. Gorontalo.
- Ziran, Z. (1999). Natural Resources Planning, Management, and Sustainable use in China. *Resources Policy*, 211-220.

Model Pengelolaan Danau

Sebuah Kajian Transdisipliner



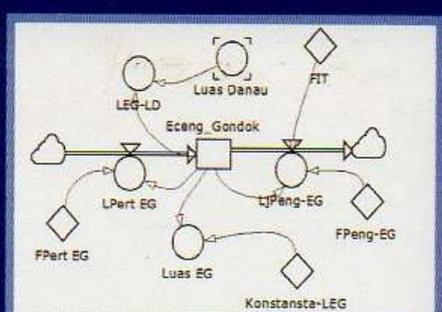
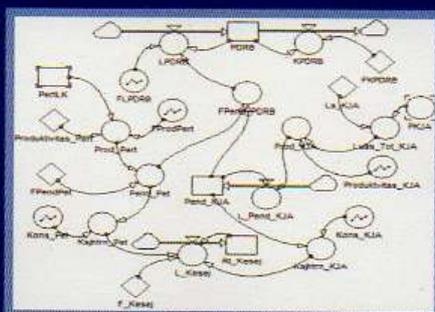
Hasim, lahir di Sumenep pada tanggal 31 Desember 1969. Beliau adalah anak kedua dari lima bersaudara. Pendidikan sarjana ditempuh olehnya pada Jurusan Budidaya Perairan di Universitas Samratulangi Manado. Pada tahun 2000 menyelesaikan program masternya di Sekolah Pascasarjana Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Gelar Doktor diperolehnya pada tahun 2012 di PSL IPB.

Kegiatannya saat ini yaitu menjadi dosen di Universitas Negeri Gorontalo yang telah dilakoninya sejak tahun 1994 pada unit kerja Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.

Selain itu, sejak tahun 1994 sampai sekarang aktif melakukan kajian dan penelitian terkait danau, limnologinya, kebijakan, dan pengelolaannya. Oleh karena itu, saat ini aktif terlibat dalam pengembangan pengelolaan danau Limboto melalui Pusat Informasi Danau Limboto. Tidak heran, minatnya yang begitu tinggi terhadap danau membawanya sering terlibat dalam diskusi tentang lingkungan pembangunan berkelanjutan dan transdisipliner.

Pada tahun 2014 sampai dengan awal tahun 2017 menjadi Ketua Program Studi Magister Ilmu Kelautan dan Perikanan. Selain itu, beliau pun pernah diperbantukan di Universitas Muhammadiyah Gorontalo sebagai Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada tahun 2008-2016.

Beliau menikah dengan Meyke Frans dan dikarunia empat orang putra, Azam, Furqon, Muhazdib, dan Miqdad.



ideas
PUBLISHING

Jalan Gelatik No. 24 Kota Gorontalo
surel: infoideaspublishing@gmail.com

ISBN 978-602-6635-12-9



9 786026 635129