

Model Penataan Lahan Penanggulangan Erosi Berbasis Masyarakat Di Kawasan Danau Batur

I Made Nada ^{a*}, I Wayan Redana ^b, I G B Sila Dharma ^b, A A Gde Agung Yana ^b

^a Jurusan Ilmu Teknik, Program Doktor Universitas Udayana Denpasar

^b Jurusan Teknik Sipil, Universitas Udayana Denpasar

*Email: nada_brm@yahoo.com

Diterima (received) 13 Desember 2017; disetujui (accepted) 1 Februari 2018; tersedia secara online (available online) 1 Februari 2018

Abstract

Erosion control in the community-based Lake Batur area is directed to maintain the balance of Lake Batur. Erosion triggered by the pattern of management of agricultural lands less attention to aspects of soil and water conservation. The purpose of this research is; (1) to obtain a community-based erosion control model, (2) Land management Mapping on the edge of the lake, (3) erosion control strategy at the edge of the lake. This research field experiment and survei, sampling is done by purposive sampling with amount of 64 sample. The socio-economic support data of the community was determined by 180 respondents in cluster sampling. Interviews and questionnaires are closed questions on a conventional scale. The characteristics of the lake were analyzed descriptive statistics using the SPSS tool. Land mapping is done by GPS method with GIS device. Predict erosion using the Universal Soil Loss Equation (USLE) Model, for sedimentation using the Stanford Sediment model. The analysis of the rate due to erosion, done by non linear regression analysis. The analysis shows that the settlement has an average of 115,85%, plantation 245,50% and sedimentation level 1,017,93 m³ / year. Sedimentation was tested on both sides with a 95% confidence level on the modeled sediment data. Conclusions to tackle erosion using a community-based Terracing Mekar land arrangement model that collaborates with elephant grass and vetiveria.

Keywords:lake; erosion; sedimentation

Abstrak

Penanggulangan erosi di kawasan Danau Batur berbasis masyarakat diarahkan untuk mempertahankan keseimbangan Danau Batur. Erosi dipicu oleh pola pengelolaan lahan-lahan pertanian kurang memperhatikan aspek-aspek konservasi tanah dan air. Tujuan penelitian ini adalah ; (1) untuk memperoleh model penanggulangan erosi yang berbasis masyarakat, (2) Pemetaan Pengelolaan lahan di pinggir danau, (3) Strategi pengendalian erosi di tepian danau. Penelitian ini field experiment dan survei, pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling dengan jumlah 64 sampel. Data dukungan sosial ekonomi masyarakat ditentukan sebanyak 180 responden secara cluster sampling. Wawancara dan kuesioner berupa pertanyaan tertutup dalam skala konvensional. Karakteristik danau dianalisis statistik deskriptif menggunakan alat SPSS. Pemetaan lahan dilakukan dengan metode GPS dengan perangkat GIS. Memprediksi erosi menggunakan Model The Universal Soil Loss Equation (USLE), untuk sedimentasi menggunakan model Sediment Stanford. Analisis laju akibat erosi, dilakukan dengan cara analisis regresi non linear. Hasil analisis menunjukkan pemukiman bertambah rata-rata 115,85 %, perkebunan 245,50 % dan tingkat sedimentasi 1.017,93 m³/tahun. Sedimentasi diuji dua sisi dengan tingkat kepercayaan 95% terhadap data sedimen yang dimodelkan. Simpulan untuk menanggulangi erosi mempergunakan model penataan lahan Terasering Mekar berbasis masyarakat yang berkolaborasi dengan tumbuhan rumput gajah dan vetiveria.

Kata Kunci:danau; erosi; sedimentasi

doi: <https://doi.org/10.24843/blje.2018.v18.i01.p01>



© 2018 by the authors; Content from this work may be used under the terms of the Creative Commons Attribution 3.0 licence. Any further distribution of this work must maintain attribution to the author(s) and the title of the work, journal citation and DOI. Published under licence by Udayana University, Indonesia.

1. Pendahuluan

Danau Batur yang ada di Pulau Bali kondisi volume airnya terus mengalami penurunan, kedalaman danau terus mengalami pendangkalan, kualitas air danau terus mengalami penurunan dan keseburan air semakin meningkat. Proses erosi, sedimentasi dan pendangkalan danau ini dipicu oleh pola pengelolaan lahan-lahan pertanian di pinggir danau kurang memperhatikan aspek- aspek konservasi tanah dan air. Kegiatan pertambangan yang terdapat di kawasan sekitar Danau Batur adalah pertambangan bahan galian golongan C jenis pasir. Lokasi penambangan pasir terdapat di Desa Songan A. Di satu sisi kegiatan ini akan dapat menambah penghasilan masyarakat tetapi dari segi lingkungan sangat merusak bentang alam, apalagi sistem pertambangan yang tidak direncanakan/diatur dengan baik, sehingga mudah menimbulkan longsor seperti yang terjadi tanggal 9 Pebruari 2017 yang menelan korban jiwa atau memunculkan areal-areal genangan baru dengan tingkat erosinya tergolong ringan sampai berat. Kerusakan lahan banyak terjadi pada lahan kering terutama pada lahan yang ditanami tanaman pangan dan perkebunan rakyat. Kerusakan terjadi antara lain karena lahan kering terbuka oleh pengolahan tanah, pembakaran, penyiangan dan pengembalaan sehingga tanah mudah tererosi dan longsor. Erosi dan banjir dapat menurunkan kualitas dan kuantitas SDA dan air sehingga produktivitas sumber daya tersebut menjadi semakin menurun. Tujuan penelitian ini adalah ; (1) Untuk memperoleh bentuk model penanggulangan erosi yang berbasis masyarakat, (2) Menganalisa peran masyarakat didalam peneparan model penataan lahan di kawasan danau. (3) Menganalisis jenis tumbuhan yang diklaborasikan dengan model penataan di kawasan danau. (4) Mencari perbedaan penataan lahan model terasering makar dengan penataan lahan terasering yang tidak mekar.Target yang ingin dicapai berupa bentuk model penanggulangan erosi dikawasan Danau Batur

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Erosi

Erosi menghasilkan endapan (sedimen), merupakan bahan pencemar yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas air, khususnya mempengaruhi karakteristik fisik, biologi dan kimia pada suatu perairan (Asdak, 1995). Secara umum, terjadinya erosi ditentukan oleh faktor- faktor iklim (terutama intensitas hujan), topografi, karakteristik tanah, vegetasi penutup tanah, dan tataguna lahan.

Untuk mengetahui besarnya erosi yang terjadi akibat alih fungsi lahan dipergunakan prediksi erosi. Prediksi erosi dari sebidang tanah adalah metode untuk memperkirakan laju erosi yang akan terjadi dari tanah yang dipergunakan dalam penggunaan lahan dan pengelolaan tertentu (Arsyad, 1989). Apabila laju erosi yang akan terjadi telah dapat diperkirakan dan laju erosi yang masih dapat dibiarkan atau ditoleransikan sudah dapat ditetapkan, maka dapat ditentukan kebijaksanaan penggunaan tanah agar tidak terjadi kerusakan tanah dan tanah dapat dipergunakan secara produktif dan lestari. Penggunaan lahan yang ditetapkan adalah yang dapat menekan laju erosi agar sama atau lebih kecil dari laju erosi yang masih dapat ditoleransikan. Menurut Adnyana (2001), semakin panjang dan curamnya lereng, nilai faktor penyebab erosinya semakin besar. Metode teras akan memberikan nilai erosi lebih kecil dibandingkan dengan metode kompaksi dan smoothing (A. T. Mandagi dan Fabian J. Manoppo, 2009).

2.2. Curah Hujan

Curah hujan merupakan faktor iklim yang mempengaruhi erosi. Besarnya curah hujan, intensitas, dan distribusi hujan menentukan kekuatan dispersi hujan terhadap tanah, jumlah dan kecepatan aliran permukaan dan kerusakan erosi. Curah hujan maksimum di daerah Candikuning tahun 2005 – 2006 menurut Balai Meteorologi dan Giofisika (BMG) Pusat sebesar 531 mm perbulan yang terjadi pada Bulan Maret. Pada proses ini dilakukan perataan hujan menggunakan metode rata-rata aljabar dari data hujan harian hasil pencatatan curah hujan dari daerah masing- masing pos stasiun pencatat hujan.

$$R = \frac{1}{N} (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \quad (1)$$

dimana R adalah curah hujan daerah; $R1 + R2 + \dots + Rn$ adalah curah hujan di tiap titik pengamatan; dan N adalah jumlah titik pengamatan.

Kemudian dicari hujan harian maksimum dari hasil perataan tadi, lalu setelah itu diadakan analisis frekuensi yaitu untuk menentukan jenis sebaran distribusi frekuensi apa yang layak dipakai dalam penentuan hujan rancangan. Sebagai acuan standar dalam analisis frekuensi ini adalah nilai koefisien variasi (C_v), nilai koefisien asimetri (C_s) dan nilai koefisien kurtosis (C_k).

Berikut adalah penerapan dari langkah-langkah analisis frekuensi setelah persiapan data dilakukan. Standar deviasi (S):

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i - \bar{X}}{n-1} \right)^2} \quad (2)$$

dimana S adalah standar deviasi; X adalah curah hujan rancangan pada periode tertentu; \bar{X} adalah curah hujan harian maksimum rata-rata; dan n adalah jumlah data.

- Koefisien variasi (C_v):

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad (3)$$

dimana C_v adalah koefisien variasi.

- Koefisien Asimetris / Skewness (C_s):

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot S^2} \sum (X - \bar{X})^3 \quad (4)$$

dimana C_s adalah koefisien asimetris/Skewness.

- Koefisien Kurtosis (C_k):

$$C_k = \frac{n}{(n-1)(n-2)(n-3) \cdot S^4} \sum (X - \bar{X})^4 \quad (5)$$

dimana C_k adalah koefisien kurtosis.

2.3. Prediksi Erosi Menurut Universal Soil Loss Equation (USLE)

Memprediksi erosi sangat penting untuk mengevaluasi apakah erosi potensial dan erosi aktual yang akan merusak lahan, dan data ini dapat digunakan sebagai rencana dan penetapan prioritas penanganan pengelolaan lahan. Disamping itu dapat juga digunakan untuk mengevaluasi hasil yang selama ini diterapkan apakah sudah sesuai dengan kondisi tanahnya. Model The Universal Soil Loss Equation (USLE) merupakan model empiris lebih lanjut untuk menghitung erosi permukaan dan alur. Foster et al. (1981) menyatakan bahwa berdasarkan hasil penelitian model USLE dapat diterapkan di daerah tropis, dan hasil estimasi USLE dapat digunakan untuk mengambil tindakan praktis untuk mengendalikan erosi. Apabila hasil pendugaan lebih besar dari yang diperkenankan maka perlu dilakukan tindakan pengelolaan tanaman dan konservasi tanah.

Prediksi besarnya erosi menggunakan Persamaan Umum Kehilangan Tanah (PUKT) atau the Universal Soil Loss Equation (USLE) yang secara matematika dirumuskan sebagai berikut:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad (6)$$

dimana A adalah besarnya erosi tanah atau jumlah tanah yang hilang (ton/ha/th); R adalah indeks faktor erosivitas hujan; K adalah indeks factor erodibilitas tanah; LS adalah indeks factor Panjang dan kemiringan lereng; C adalah indeks factor pengelolaan tanaman; dan P adalah indeks factor Teknik konservasi tanah.

2.4. Sedimentasi

Sedimentasi adalah proses pengendapan hasil erosi, sedangkan sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai dan danau.

Hasil sedimen (sediment yield) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Hasil sedimen biasanya diperoleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam danau (suspended sediment) atau pengukuran langsung di dalam danau (Asdak, 1995). Jenis sedimen dan ukuran partikelnya tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis sedimentasi dan ukuran partikel

No	Jenis sedimentasi	Ukuran partikel (mm)
1	Liat	< 0,0039
2	Debu	0,0039 – 0,0625
3	Pasir	0,0625 – 2,0
4	Pasir besar	2,0 – 64,0

Sumber: Asdak (1995).

2.5. Gerakan Sedimentasi

Secara umum ada 3 tipe gerakan dari sedimentasi, yaitu angkutan dasar (bedload), angkutan suspensi (suspended load), dan angkutan kuras (washload). Overbeek (1979) menjelaskan bahwa muatan dasar adalah partikel yang terangkut dengan cara bergeser, bergelinding atau ber lompat-lompat, dan selalu dekat atau hampir mengendap pada dasar sungai. Angkutan dasar (bed load) terdiri dari partikel kasar, seperti krikil atau pasir yang bergerak teratur atau acak dan selalu menyentuh dasar danau.

Angkutan suspensi (suspended load) bergerak melayang tanpa menyentuh dasar danau, atau setidaknya mempunyai lintasan yang panjang sebelum menyentuh dasar danau. Menurut Breusers dan Overbeek (1979), muatan material angkutan dasar (bedload) maupun dari angkutan melayang (suspended load) dan ditentukan oleh kondisi dari dasar gerakan aliran.

2.6. Perhitungan Sedimentasi di Danau

Muatan sedimen suspensi dapat dihitung dengan pengukuran kecepatan aliran $U(z)$ dan konsentrasi sedimen $C(z)$, dan merupakan persamaan integrasi:

$$Q_{si} = Q_i \times C_i \times K \quad (7)$$

dimana Q_{si} adalah debit sedimen (ton/hari); Q_i adalah debit air (m³/det); C_i adalah konsentrasi (mg/l); dan K adalah konvensi satuan dimensi 0,0864.

Dengan persamaan power regression dapat dicari persamaan dari lengkung aliran sedimen dikombinasikan dengan data debit harian untuk menentukan sedimen rata-rata tahunan.

2.7. Angkutan Sedimen (Transpor Sedimen)

Angkutan sedimen atau sering juga disebut transpor sedimen didefinisikan sebagai perpindahan tempat neto sedimen yang melalui suatu tampang lintang selama periode waktu tertentu. Banyaknya transpor sedimen dinyatakan dalam berat, massa, volume per satuan waktu (N/det, kg/det, m³/det). Awal gerak butiran sedimen dasar merupakan awal terjadinya angkutan sedimen di suatu saluran terbuka. Proses pengangkutan sedimen (sediment transport) dapat diuraikan meliputi tiga proses sebagai berikut (Prasetyo dan Afilani, 2007). Dalam menghitung angkutan sedimen metode yang dapat digunakan adalah Bagnold (1996) mengembangkan fungsi dan rumus dari angkutan sedimennya berdasarkan konsep power (tenaga). Dia menganggap hubungan antara rata-rata yang tersedia di sistem aliran dan kerja rata-rata telah bekerja bersama pada satu system tersebut selama proses pengangkutan sedimen terjadi. Hubungan tersebut diwujudkan dalam persamaan sebagai berikut (Pangestu dan haki, 2013):

$$q_i = \frac{\gamma}{\gamma_s - \gamma} \tau^* \quad (8)$$

$$V \left[\frac{e_b}{\tan \alpha} 0.01 \frac{V}{\omega} \right] \quad (9)$$

2.7 Penataan Model Terasering

Dalam perhitungan terasering menggunakan teori teras adalah bangunan konservasi tanah dan air secara mekanis yang dibuat untuk memperpendek panjang lereng dan atau memperkecil kemiringan lereng dengan jalan penggalian dan pengurugan tanah melintang lereng. Tujuan pembuatan teras adalah untuk mengurangi kecepatan aliran permukaan (run off) dan memperbesar peresapan air, sehingga kehilangan tanah berkurang, (Sukartaatmadja, 2004). Dalam penelitian ini terasering yang didesain secara bervariasi sehingga diharapkan mampu memberikan pilihan desain yang tepat untuk lereng. Variasi lereng yaitu variasi posisi muka air tanah, penambahan beban hidup, dan variasi terasering yang diharapkan dapat diketahui hasil analisis dan desain yang efektif dan efisien untuk perencanaan lereng. Analisis lereng menggunakan metode Bishop disederhanakan ditunjukkan pada persamaan (10).

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} [c b_i + (W_i)(1 - r u) \tan \phi]}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i \sin \phi_i} \left\{ \frac{1}{\cos \phi_i (1 + \tan \phi_i \tan \phi / F)} \right\} \quad (10)$$

dimana F adalah faktor aman; ϕ adalah sudut ($^\circ$); C adalah kohesi tanah efektif (kN/m²); W_i adalah berat irisan tanah ke-I (kN); ϕ_i adalah sudut geser dalam efektif ($^\circ$); U_i adalah tekanan air pori irisan ke-I (kN/m²); ru adalah rasio tekanan air pori; dan b_i adalah lebar irisan ke-I (m).

Metode Bishop ini menggunakan cara coba-coba, tetapi hasil hitungan lebih teliti, untuk memudahkan perhitungan dapat digunakan nilai fungsi M_i sebagaimana pada persamaan (11)

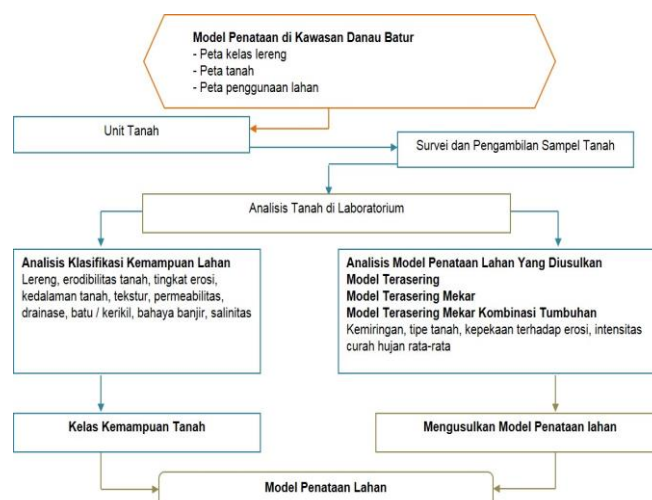
$$M_i = \cos \phi (1 + \tan \phi \tan \phi / F) \quad (11)$$

dimana F adalah faktor aman; ϕ adalah sudut gesek dalam efektif($^\circ$); dan ϕ adalah sudut.

3. Metode Penelitian

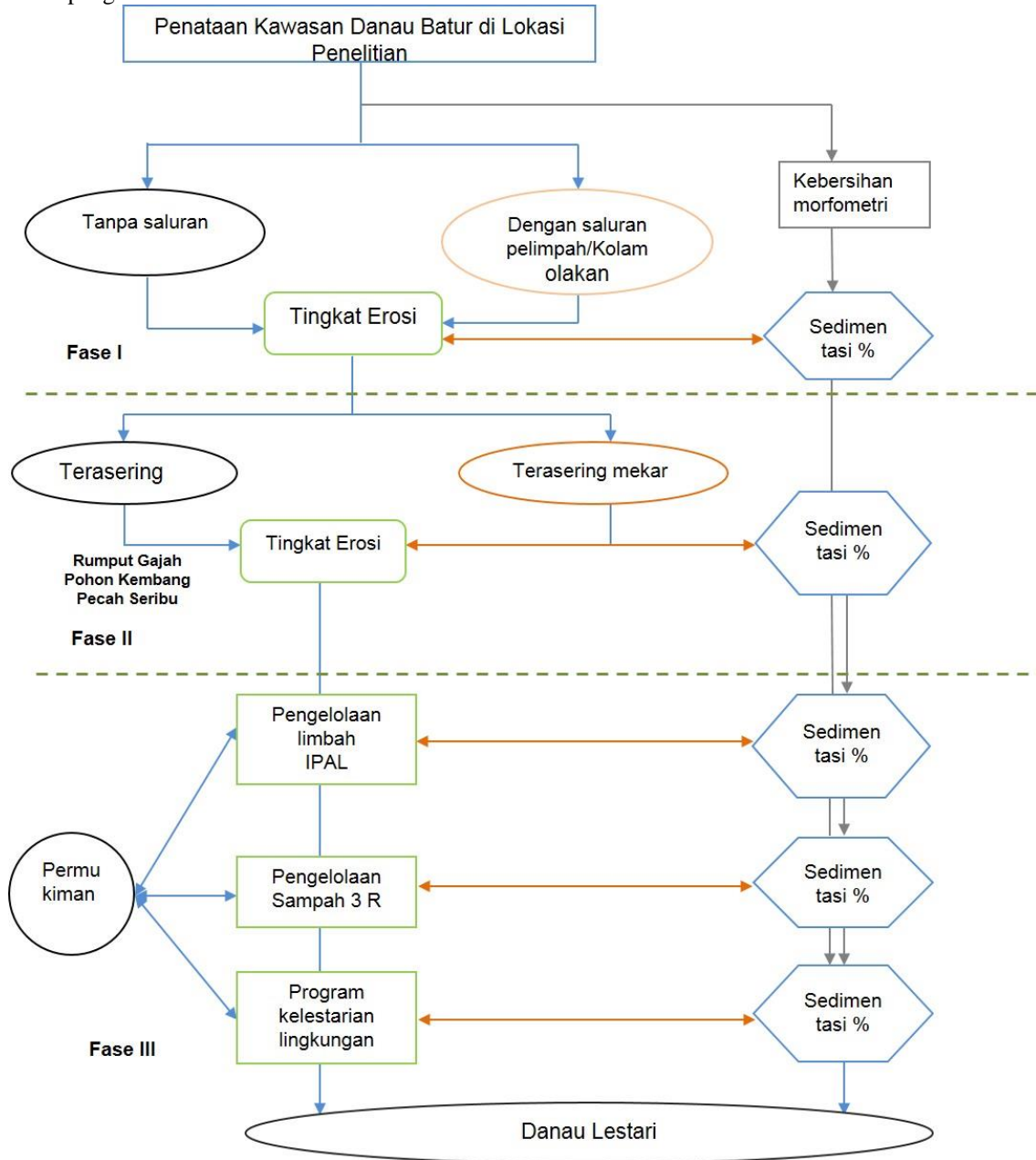
3.1. Rancangan Penelitian

a. Laboratorium



Gambar 1. Gambar rancangan penelitian di laboratorium

b. Lapangan di lokasi Kawasan Danau Batur



Gambar 2. Gambar rancangan penelitian di lokasi kawasan Danau batur

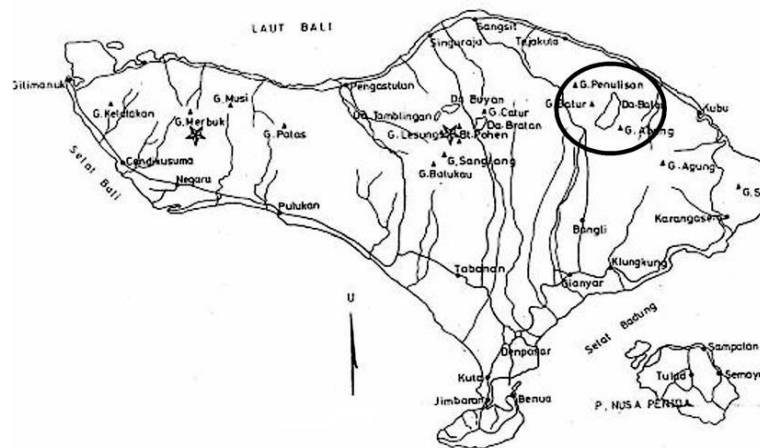
3.2. Desain Penelitian

Penelitian yang akan dilaksanakan adalah penelitian lapangan (field experiment), survey lapangan mengenai kondisi lahan dari kawasan danau, penelitian terhadap kondisi biofisik dari lokasi penelitian berupa jenis, struktur dan tekstur tanah; morfologi atau topografi berupa panjang dan kemiringan lereng; sifat geologi/geofisik lahan; vegetasi; iklim berupa curah hujan dan intensitas hujan; pemetaan lahan bervegetasi dan tanpa vegetasi; dan pemetaan lahan tererosi dan hal ini dilakukan dengan GPS

(Geographic Positioning System) dengan perangkat GIS (Geographic Information System); dan survey mengenai partisipasi masyarakat dalam penanggulangan erosi.

3.3. Lokasi Penelitian dan Sumber Data

Penelitian dilakukan di kawasan Danau Batur di Kabupaten Bangli. Penelitian ini adalah penelitian field experiment dan survey, pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling sejumlah 64 sampel. Data dukungan sosial ekonomi masyarakat ditentukan sebanyak 180 responden secara cluster sampling di kawasan danau. Wawancara dan kuesioner berupa pertanyaan tertutup dalam skala konvensional (1 sampai dengan 10).



Gambar 3. Lokasi Penelitian di kawasan Danau Batur (lingkaran)

a. Data Primer

Data yang dikumpulkan terdiri dari: a) sifat-sifat fisik tanah terdiri dari berat volume tanah, tekstur, kandungan bahan organik, struktur dan permeabilitas tanah (untuk menentukan nilai erodibilitas tanah). Penentuan berat volume tanah, tekstur dan kandungan bahan organik tanah dilakukan dengan analisis di laboratorium tanah pada Fakultas Pertanian Unud, untuk pengukuran sifat-sifat tanah dianalisis tekstur tanah dengan pipet, Bulk density dengan ring sampel,

Permeabilitas dengan permeameter, bahan organik dengan walkley dan black, b) Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan survey lapangan di empat kawasan danau baik di tepian maupun didalam danau. Kedalaman tanah diukur dengan menggunakan bor tanah, usaha konservasi tanah yang diterapkan baik secara sipil teknis atau vegetatif yang bertujuan untuk mengurangi erosi tanah, untuk menentukan nilai faktor konservasi tanah (P).

b. Data Sekunder

Data sekunder yaitu data-data yang diperoleh dari informasi penggunaan lahan terkait meliputi: a) Data curah hujan untuk menghitung nilai erosivitas hujan. Data ini meliputi curah hujan rata - rata, jumlah hari hujan bulanan rata-rata dari curah hujan max 24 jam, b) Peta administrasi, Peta topografi, Peta jenis tanah, Peta penggunaan lahan dan peta penutupan vegetasi.

3.4. Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini antara lain: a) Dinas Kehutanan Provinsi Bali diambil data tentang peta administrasi daerah penelitian, b) Dinas Tata Ruang Kabupaten, c) Stasiun curah hujan, d) Balai Wilayah Sungai Bali-Penida.

4. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil survey yang telah dilakukan menunjukkan perkembangan penduduk serta kegiatan pariwisata yang semakin pesat di sekitar wilayah Danau Batur kerap menimbulkan permasalahan yang kompleks sehingga memerlukan pengelolaan yang intensif. Masalah yang terjadi akan berakibat pada penurunan kualitas air danau, potensi eutrofikasi (kesuburan air yang semakin meningkat), pendangkalan yang akan merubah ekosistem danau secara keseluruhan Gambar 4.



Gambar 4. Pemanfaatan Kawasan Danau Batur

Batas dari sempadan danau Batur belum jelas, ini dikarenakan banyaknya warga sekitar yang menggunakan sempadan danau sebagai lahan untuk pertanian Gambar 5.



Gambar 5. Pembukaan Lahan Pertanian di Tepi Danau

Pada saat air danau surut, warga langsung menanam lahan yang tidak tergenang air danau dengan tanaman hortikultural. Sehingga saat air danau meluap, lahan tersebut terendam dan pupuk yang terkandung dalam tanah tersebut akan ikut tercampur dengan air danau sehingga kualitas air danau akan turun Gambar 6.



Gambar 6. Pemanfaatan Sepadan Danau

Selain sebagai sumber air baku untuk air minum, air dari Danau Batur juga diperuntukkan aktivitas perkebunan sayur yang ada di sekitar danau. Berbagai komoditas sayur yang ditanam meliputi bawang merah, kol, tomat dan cabai. Petani sayur sekitar danau batur menyedot air secara langsung dari danau. Wilayah barat Danau Batur yang termasuk lahan kritis tidak menyurutkan semangat petani untuk melakukan aktivitas perkebunan sayur khususnya bawang merah. Dengan menggunakan pipa atau selang air yang panjangnya hingga beberapa kilometer mereka menyedot air danau batur untuk menyirami kebun mereka yang berada di kaki Gunung Batur. Hal ini secara tidak langsung mengakibatkan volume air danau dapat berkurang secara signifikan. Danau Batur merupakan salah satu wilayah perairan yang dimanfaatkan masyarakat selain oleh nelayan perikanan tangkap juga sebagai pusat kegiatan budidaya perikanan. Alat tangkap yang dominan digunakan di Danau Batur yaitu jaring insang (gill net). Pada tahun 2011 sesuai dengan kebijakan yang dikeluarkan dari menteri Kelautan dan Perikanan yang menetapkan danau Batur sebagai area minapolitan membuat para nelayan perikanan tangkap beralih menjadi pembudidaya (Anonimous1, 2011). Sistem budidaya yang digunakan adalah Karamba Jaring Apung. Banyaknya keramba ikan di danau Batur membuat masyarakat sekitar memberikan pakan ikan yang sangat berlebihan sehingga membuat kualitas air di danau batur menjadi tercemar karena pakan ikan tersebut Gambar 7.



Gambar 7. Keramba Jaring Apung

Kegiatan pertambangan yang terdapat di kawasan sekitar Danau Batur adalah pertambangan bahan galian golongan C jenis pasir. Lokasi penambangan pasir terdapat di Desa Songan A. Di satu sisi kegiatan

ini akan dapat menambah penghasilan masyarakat tetapi dari segi lingkungan sangat merusak bentang alam, apalagi sistem pertambangan yang tidak direncanakan/diatur dengan baik, sehingga mudah menimbulkan longsor atau memunculkan areal-areal genangan baru. Tingkat erosinya tergolong ringan sampai berat. Dengan demikian untuk lokasi-lokasi yang tergolong mengalami erosi berat akan mempercepat terjadinya pendangkalan danau yang pada akhirnya mengurangi kapasitas danau untuk menampung air. Lokasi sekitar pantai Songan A dan B kemudian sekitar Desa Kedisan hingga Desa Buahon pada umumnya mempunyai zona litoral yang lebar dengan tipe dasar perairan yang dominan berupa pasir berlumpur. Lokasi-lokasi ini mengalami tingkat sedimentasi yang relatif tinggi. Faktor penggunaan dan pengelolaan lahan di sekitar danau berpengaruh besar pada tingkat sedimentasi di Danau. Penggunaan lahan untuk pertanian hortikultura dengan pemakaian pupuk organik yang tinggi volume dan intensitasnya menyebabkan laju sedimentasi sangat tinggi yang dibawa oleh aliran permukaan (surface runoff) pada saat musim hujan Gambar 8.



Gambar 8. Galian C di Utara Danau Batur

Tabel 2. Kondisi Eksisting Danau Batur

No	Uraian	Keterangan
1	Lokasi	Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli
2	Letak Geografis	115 ⁰ 22'42" – 115 ⁰ 25'33 BT 8 ⁰ 17'14" - 8 ⁰ 13'19 LS
3	Curah Hujan Tahunan	1.809 mm
4	Evaluasi Muka Air Danau	1.032 m dpl
5	Type Danau	Danau Kaldera
6	Type Perairan	Danau Alam
7	Kedalaman (maks.)	80 m
8	Luas Permukaan Danau	16.213 Km ²
9	Volume Danau	773,33 m ³
10	Inlet (inflow)	Hanya dari DTA
11	Outlet (outflow)	Tidak ada

Sumber: Balai Wilayah Sungai Bali – Penida

Tabel 3. Penggunaan Lahan di Kawasan Danau Batur

No	Uraian	1999 (Ha)	2009 (Ha)	2015 (Ha)
1	Ladang	1634,07	536,67	636,67
2	Hutan alam dengan kerapatan tinggi	608,65	228,56	228,56
3	Hutan alam dengan kerapatan sedang	260,85	533,32	433,32
4	Permukiman	1435,20	2217,00	2342,00
5	Perkebunan	144,89	529,22	529,22
6	Semak belukar	312,34	383,23	258,23
7	Giopark	1066,00	1034,00	1034,00

Sumber: Balai Wilayah Sungai Bali-Penida

Tabel 4. Sedimentasi Danau Batur

No	Morfometri Danau	Tahun 2013	Tahun 2015
1	Luas air (km ²)	14,71	16,55
2	Luas air (ha)	1471	1655
3	Volume air (juta m ³)	820,54	773,33
4	Kedalaman air maksimum (m)	88	80
5	Sedimentasi (m ³)		5.980,47
6	Periode (tahun)		3
7	Tingkat sedimentasi (m ³ /tahun)		1.993,49

Sumber: Balai Wilayah Sungai Bali-Penida

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Luas Danau

No	Uraian	Luas (Ha)		
		1999	2009	2015
1	Danau Batur	1661	1630,4	1621,3
2	Danau Beratan	394,41	386	376,4
3	Danau Buyan	439	413,15	476,6
4	Dnau Tamblingan	146,6	143,50	146,1

Sumber: Balai Wilayah Sungai Bali-Penida

4. Simpulan

Sepanjang tepian Danau Batur dipergunakan untuk lahan pertanian, perairannya dipergunakan untuk rekreasi dan budidaya ikan. Saat musim hujan di kawasan danau terjadi anyutan material akibat aktivitas pertanian dan galian c. Semua muka air danau menjadi naik yang menggenangi lahan pertanian sehingga pupuk yang dipergukan memupuki tanaman ikut dibawa ke danau, sehingga danau menjadi tercemar dan sedimentasi terus meningkat pertahun. Untuk mengurangi erosi dan sedimentasi di danau dipergunakan model penataan lahan terasering mekar berbasis masyarakat yang berkolaborasi dengan tumbuhan rumput gajah dan vetiveria.

Ucapan terimakasih

Terimakasih kami sampaikan kepada semua pihak baik perorangan dan lembaga yang telah membantu kami didalam melaksanakan penelitian di lokasi kawasan Danau Batur. Penelitian ini tidak bisa dilaksanakan tanpa biaya maka dari itu khusus kepada Universitas Mahasaraswati Denpasar, CV. Barmana yang telah membiayai penelitian ini kami ucapkan terimakasih sehingga semua luaran penelitian ini terwujud sesuai harapan peneliti.

Daftar Pustaka

- Adnyana, I W. S. (2001). Prediksi Erosi dan Perencanaan Konservasi Tanah dan Air di Kawasan Danau Beratan, Buyan dan Tamblingan. *AGRITROP. Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*, **20**(1), 36-41.
- Arsyad, S. (1989). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor, Indonesia: Penerbit IPB Press.
- Asdak, C. (2002). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran*. Yogyakarta, Indonesia: Gadjah Mada University Press
- Foster, G. R., McCool, D. K., Renard, K. G., & Moldenhauer, W. C. (1981). Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. *Journal of Soil and Water Conservation*, **36**(6), 355-359.
- Jeffries, M., & Mills, D. (1996). *Freshwater Ecology, Principles, and Application*. Chichester, UK: John Wiley and Sons.
- Kirkby, M. J., Le Bissonais, Y., Coulthard, T. J., Daroussin, J., & McMahon, M. D. (2000). The development of land quality indicators for soil degradation by water erosion. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **81**(2), 125-135.
- Kurnia, U., T. Budhyastoro dan N. Suharta. 1987. Penelitian Metode Pemetaan erosi Potensial dan Aktual di Kabupaten solok, Sumatera barat. Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Bali – LIPI. Bedugul.
- Kurnia, U. T., Budhyastorodan, N., & Suharta. (1987). *Penelitian Metode Pemetaan Erose Potensial dan Aktual di Kabupaten Solok, Sumatra Barat*. Dalam Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Tanah. Cipayung, Indonesia, 18 - 20 Maret 1985.
- Miller, G. T. (1979). *Living in the environment 2nd Edition*. Wadsworth, USA: Wadsworth Pub. Co.
- Odum, E.P. (1971). *Fundamental of Ecology*. California: USA, Saunders.
- Pangestu, H., & Hakki, H. (2013). Analisis Angkutan Sedimen Total pada sungai Dawas Kabupaten Musi Banyuasin. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, **1**(1), 103-109.
- Prasetyo, A., & Afilani, N. E. (2007). Penggunaan Check Dam Dalam Usaha Menanggulangi Erosi Alur. Disertasi. Semarang, Indonesia: Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Sembiring, A. E., Mananoma, T., Halim, F., & Wuisan, E. M. (2014). Analisis Sedimentasi di Muara Sungai Panasen. *Jurnal Sipil Statik*, **2**(3), 148-154.
- Sukartaatmadja, S. (2004). *Perencanaan dan Pelaksanaan Teknis Bangunan Pencegah Erosi*. Bogor, Indonesia: IPB Press.