

ANALISA LAHAN KRITIS PADA SUB DAS AMBAWANG DENGAN SOFTWARE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM STUDI KASUS : TELUK BAKUNG, SUNGAI AMBAWANG, KUBU RAYA

Alexsander Viron¹⁾, Hari Wibowo²⁾, Mochammad Meddy Danial³⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak

^{2,3)}Dosen Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura Pontianak

Email : Alexsanderviron@student.untan.ac.id

ABSTRAK

Sub DAS Ambawang di Desa Teluk Bakung merupakan salah satu DAS Ambawang Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat. Bencana banjir di beberapa tahun terakhir menunjukkan peningkatan, hal ini mengindikasikan telah terjadi gangguan siklus hidrologi di daerah aliran sungai. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa penanganan yang serius untuk menentukan tingkat kekritisian lahan pada Sub DAS Ambawang yang nantinya dapat digunakan sebagai dasar perencanaan dalam upaya memulihkan dan meningkatkan fungsi Sub DAS sebagai ekosistem alam yang berperan dalam pengaturan siklus hidrologi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat kekritisian lahan pada Sub DAS Ambawang dan mengaplikasikan GIS dalam menganalisa lahan kritis pada Sub DAS Ambawang. Parameter yang digunakan untuk menentukan lahan kritis antara lain penutupan lahan, kemiringan lereng, jenis tanah dan manajemen lahan. Metode yang digunakan adalah skoring, pembobotan dan overlay. Tingkat kekritisian lahan Sub DAS Ambawang terbagi menjadi 5 kelas, yaitu sangat kritis seluas 161,503 Ha, kritis seluas 3.080,109 Ha, agak kritis seluas 12.772,596 Ha, potensial kritis seluas 5.591,801 Ha, dan tidak kritis seluas 9.503,290 Ha. Pengaplikasian GIS dalam menganalisa lahan kritis pada Sub DAS Ambawang menghasilkan informasi yang dapat membantu dalam penanganan tata guna lahan untuk meningkatkan fungsi Sub DAS sebagai ekosistem alam yang berperan dalam pengaturan siklus hidrologi.

Kata kunci: GIS, lahan kritis, overlay, Sub DAS Ambawang

ABSTRACT

The Ambawang sub watershed in Teluk Bakung Village is one of the Ambawang watershed areas of Kubu Raya Regency, West Borneo. Flood disasters in recent years have shown an increase, this indicates that there has been a disruption in the hydrological cycle in the watershed. Therefore it is necessary to carry out a serious handling analysis to determine the level of criticality of the land in the Ambawang sub watershed which can later be used as a basis for planning in an effort to restore and improve the function of the sub watershed as a natural ecosystem that plays a role in regulating the hydrological cycle. This study aims to determine the level of criticality of land in the Ambawang sub watershed and to apply GIS in analyzing critical land in the Ambawang sub watershed. Parameters used to determine critical land include land cover, slope, soil type and land management. The methods used are scoring, weighting and overlay. The level of criticality of the Ambawang sub watershed area is divided into 5 classes, namely very critical with an area of 161,503 Ha, critical area of 3.080,109 Ha, rather critical covering an area of 12.772,596 Ha, potential critical area of 5.591,801 Ha, and non-critical covering an area of 9.503,290 Ha. The application of GIS in analyzing critical land in the Ambawang sub watershed produces information that can help in handling land use to improve the function of the sub watershed as a natural ecosystem that plays a role in regulating the hydrological cycle.

Keywords: Ambawang sub watershed, critical land, GIS, overlay

I. PENDAHULUAN

Keberadaan lahan merupakan aspek penting dalam kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya, akan tetapi persoalan kerusakan hutan dan lahan terus terjadi dan mengalami peningkatan sehingga mengakibatkan lahan menjadi kritis. Dalam Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 52/Kpts-II/2001 tentang pedoman penyelenggaraan pengelolaan daerah aliran sungai dijelaskan bahwa

lahan kritis merupakan lahan yang telah mengalami kerusakan sehingga lahan tersebut tidak dapat berfungsi secara baik sesuai dengan peruntukannya sebagai media produksi maupun sebagai media tata air.

Lahan kritis terjadi akibat perubahan penggunaan lahan di Indonesia dari kawasan lahan pertanian maupun lahan hutan menjadi lahan non pertanian atau lahan terbangun sehingga kawasan

yang berfungsi sebagai serapan air semakin berkurang yang dapat menyebabkan degradasi lahan, kekeringan atau kekurangan air bersih pada musim kemarau, bencana tanah longsor dan bencana banjir pada musim penghujan. Hal ini lah yang menyebabkan Daerah Aliran Sungai (DAS) tidak berfungsi sebagaimana mestinya.

DAS merupakan suatu wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama (Asdak, 2002). Sub DAS Ambawang di Desa Teluk Bakung merupakan salah satu DAS Ambawang Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat. Fenomena banjir, tanah longsor serta kekeringan beberapa tahun terakhir menunjukkan peningkatan, terutama banjir hal ini mengindikasikan telah terjadi gangguan siklus hidrologi di daerah aliran sungai. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa penanganan yang serius untuk menentukan tingkat kekritisan lahan pada Sub DAS Ambawang yang nantinya dapat digunakan sebagai dasar perencanaan dalam upaya memulihkan dan meningkatkan fungsi Sub DAS sebagai ekosistem alam yang berperan dalam pengaturan siklus hidrologi.

Untuk mengetahui lahan kritis pada Sub DAS Ambawang dapat dilakukan dengan menggunakan *Geographic Information System* (GIS) serta bantuan penginderaan jauh. *Geographic Information System* (GIS) adalah suatu sistem informasi berbasis komputer untuk menyimpan, mengelola dan menganalisis, serta memanggil data bereferensi geografis yang berkembang pesat pada lima tahun terakhir ini. Manfaat dari GIS dengan penginderaan jauh adalah memberikan kemudahan kepada para pengguna atau para pengambil keputusan serta memungkinkan orang dapat mengumpulkan data tanpa terjun langsung ke lapangan guna menghemat waktu untuk menentukan keputusan yang akan diambil, khususnya yang berkaitan dengan aspek keruangan (*spacial*). Dengan adanya teknologi ini maka akan memudahkan dalam hal pemetaan lahan, salah satunya lahan pada Sub DAS Ambawang. Sesuai dengan ilmu geodesi, proses identifikasi dan pemetaan lahan kritis dapat memanfaatkan *geographic information system* dan penginderaan jauh dengan menggunakan *software ArcGIS* serta menggunakan metode skoring dan tumpang susun (*overlay*). Selain itu, GIS juga dapat menggabungkan data, mengatur data dan melakukan analisis data yang akhirnya akan menghasilkan keluaran yang dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan pada masalah yang berhubungan dengan geografi.

Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, terdapat beberapa permasalahan yang ditinjau dalam kegiatan ini adalah :

1. Bagaimana kondisi tingkat kekritisan lahan pada Sub DAS Ambawang ?
2. Bagaimana pengaplikasian GIS dalam menganalisa lahan kritis ?

Tujuan Penelitian

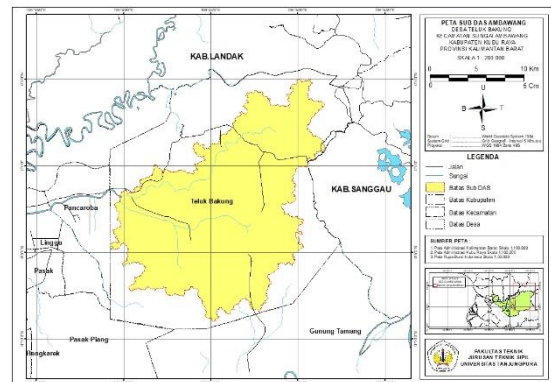
Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Menentukan tingkat kekritisan lahan pada Sub DAS Ambawang.
2. Mengaplikasian GIS dalam menganalisa lahan kritis pada Sub DAS Ambawang.

II. METODOLOGI

Lokasi Penelitian

Penelitian berlokasi di wilayah Sub DAS Ambawang, tepatnya di Desa Teluk Bakung, Kecamatan Sungai Ambawang, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Desa Teluk Bakung merupakan desa paling luas di Kecamatan Sungai Ambawang dengan luas 54.864,11 Ha dengan batas utara Kabupaten Landak, batas timur Kabupaten Sanggau, batas selatan Desa Gunung Tamang dan batas barat Desa Pancaroba. Sub DAS Ambawang pada penelitian ini mempunyai luas sebesar 31.228 Ha. Peta wilayah Sub DAS Ambawang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Peta Sub DAS Ambawang

Peralatan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat keras (*hardware*) yang terdiri dari PC komputer dan printer, perangkat lunak (*software*) yang terdiri dari *ArcGIS 10.6*, *Google Earth Pro*, dan *Microsoft Office Word 2013*. Selain itu, juga digunakan kamera digital untuk dokumentasi serta alat tulis.

Data Penelitian

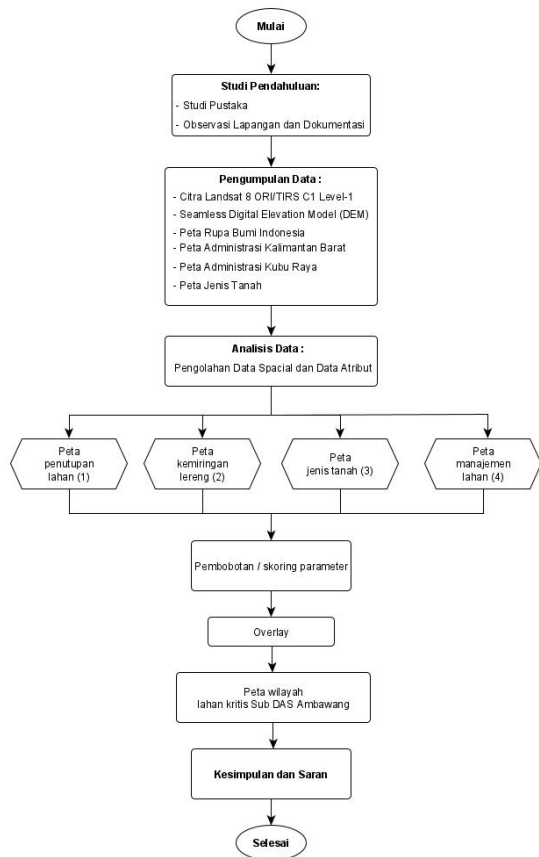
Jenis data yang digunakan meliputi data spasial dan data atribut. Data spasial adalah data grafis yang mengidentifikasi kenampakan lokasi geografi berupa titik, garis, dan poligon yang disimpan dalam bentuk digital yang digambarkan dalam bentuk peta, sedangkan data atribut merupakan data yang berupa

informasi dari setiap fenomena yang terdapat di permukaan bumi. Data atribut dapat berupa tulisan ataupun angka-angka dan disajikan dalam bentuk tabel atau berupa laporan. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

1. Citra Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1 *path/row*: 121/60
2. *Seamless Digital Elevation Model* (DEM)
3. Peta Rupa Bumi Indonesia
4. Peta Administrasi Kalimantan Barat
5. Peta Administrasi Kubu Raya
6. Peta Jenis Tanah

Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat dalam diagram alir dibawah ini.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penutupan Lahan

Peta penutupan lahan diperoleh dari hasil interpretasi Citra Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1 dengan tanggal akuisisi 4 september 2019 dengan menggunakan *software ArcGIS 10.6* dengan metode klasifikasi terbimbing (*supervised classification*). Penafsiran citra mengacu pada klasifikasi kelas penutupan oleh Badan Planologi Kehutanan yang

dilakukan secara manual dengan cara interpretasi citra berdasarkan penampakan warna objek.

Berdasarkan hasil interpretasi Citra Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1 dengan tanggal akuisisi 4 september 2019 pada kombinasi *band* 543 diperoleh lima (5) kelas penutupan lahan yaitu hutan, badan air, lahan terbuka, semak/belukar dan perkebunan. Luasan untuk masing-masing kelas tutupan lahan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Jenis Tutupan Lahan Beserta Luasannya

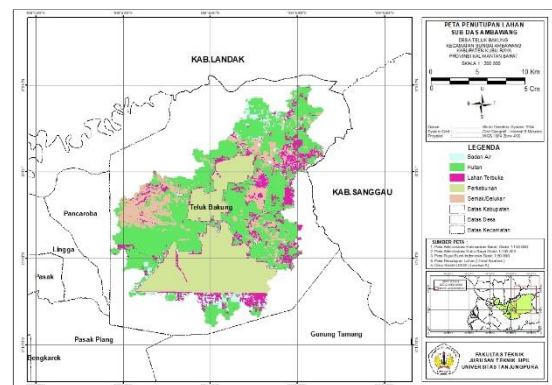
No	Jenis Tutupan Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Perkebunan	8.315,573	26,633
2	Hutan	13.952,436	44,686
3	Semak/Belukar	4.000,450	12,812
4	Badan Air	1.555,631	4,982
5	Lahan Terbuka	3.398,986	10,886
Total		31.223,077	100,000

Informasi penutupan lahan tersebut kemudian dinilai berdasarkan kelas penutupan tajuk pohon yang diklasifikasikan ke dalam lima kelas, yaitu sangat baik, baik, sedang, buruk, dan sangat buruk. Secara rinci luasan penutupan lahan berdasarkan kelas penutupan tajuk dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Kelas Penutupan Lahan Berdasarkan Penutupan Tajuk

No	Kelas Penutupan Tajuk	Jenis Tutupan Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Sangat Baik	Hutan	13.952,436	44,686
2	Baik	Badan Air	1.555,631	4,982
3	Sedang	Semak/Belukar	4.000,450	12,812
4	Buruk	Perkebunan	8.315,573	26,633
5	Sangat Buruk	Lahan Terbuka	3.398,986	10,886
Total			31.223,077	100,000

Sebaran spasial penutupan lahan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Peta penutupan lahan Sub DAS Ambawang

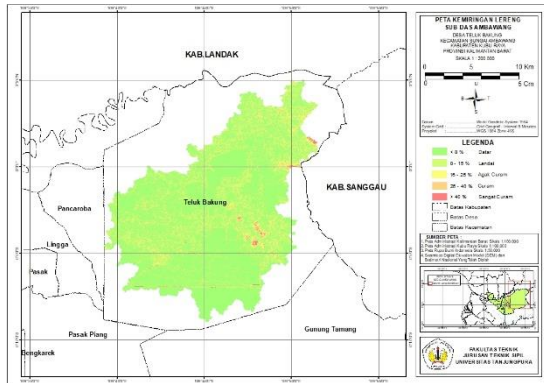
Kemiringan Lereng

Peta kemiringan lereng diperoleh dari pengolahan citra *Seamless Digital Elevation Model* (DEM) dan Batimetri Nasional untuk kawasan Sub DAS Ambawang. Dari hasil analisis citra tersebut diperoleh lima (5) kelas kemiringan lereng, yaitu datar, landai, agak curam, curam, dan sangat curam. Luasan kemiringan lereng secara rinci dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Kelas dan Luas Kemiringan Lereng Sub DAS Ambawang

No	Kemiringan	Klasifikas	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	< 8 %	Datar	21.042,368	67,617
2	8 - 15 %	Landai	7.184,959	23,088
3	16 - 25 %	Agak Curam	2.262,428	7,270
4	26 - 40 %	Curam	519,396	1,669
5	> 40 %	Sangat Curam	110,970	0,357
Total			31.120,122	100,000

Peta kemiringan lereng Sub DAS Ambawang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. Peta kemiringan lereng Sub DAS Ambawang

Manajemen Lahan

Menurut Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Sungai dan Perhutanan Sosial Nomor : P.4/V-SET/2013 manajemen lahan merupakan salah satu kriteria yang dipergunakan untuk menilai lahan kritis, yang dinilai berdasarkan kelengkapan aspek pengelolaan yang meliputi keberadaan tata batas kawasan, pengamanan dan pengawasan serta dilaksanakan atau tidaknya penyuluhan. Sesuai dengan karakternya, data tersebut merupakan data atribut. Manajemen lahan pada prinsipnya merupakan data atribut yang berisi informasi mengenai aspek manajemen.

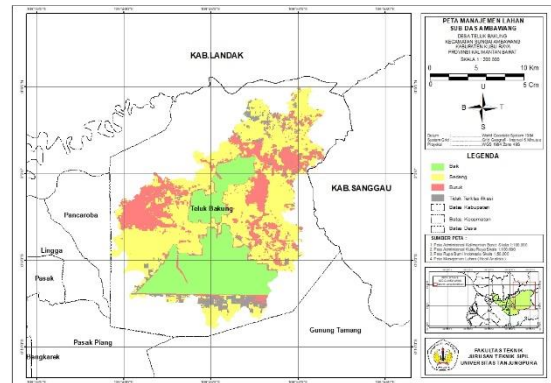
Tingkat manajemen lahan Sub DAS Ambawang dibedakan menjadi 3 kelas, yaitu baik, sedang, dan buruk, sedangkan untuk badan air dikategorikan tidak terklasifikasi. Kondisi lahan di Sub DAS Ambawang sebagian besar dikelola dengan tingkat sedang dengan luas sebesar 14.671,549 Ha atau 46,988 % dari total luas Sub DAS Ambawang. Manajemen lahan secara rinci dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Kelas dan Luas Manajemen Lahan Sub DAS Ambawang

No	Tingkat Manajemen Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Baik	8.314,468	26,628
2	Sedang	14.671,549	46,988
3	Buruk	6.390,820	20,468
4	Tidak Diklasifikasi	1.847,337	5,916
Total		31.224,174	100,000

Kawasan yang tingkat manajemennya termasuk dalam kategori baik adalah penutupan

lahan berupa perkebunan, kawasan yang memiliki tingkat manajemen sedang terdapat pada penutupan lahan hutan, dan kawasan yang memiliki tingkat manajemen buruk ditunjukkan oleh tidak adanya tindakan pengelolaan lahan. Penutupan lahan berupa semak/belukar dan lahan terbuka termasuk kategori manajemen lahan yang buruk. Peta manajemen lahan Sub DAS Ambawang dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 5. Peta manajemen lahan Sub DAS Ambawang

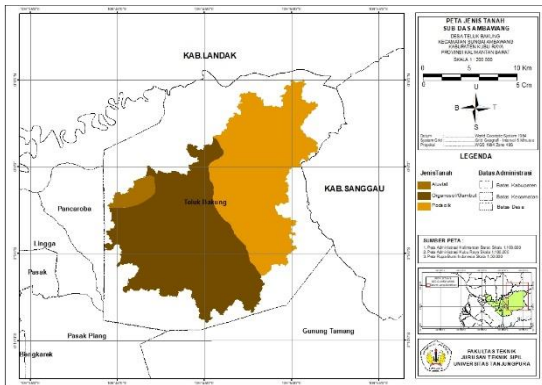
Jenis Tanah

Pengolahan data jenis tanah adalah dengan pendekatan terhadap kepekaan jenis tanah tertentu terhadap tingkat laju erosi. Apabila semakin kuat jenis tanah menahan laju aliran permukaan maka kepekaannya semakin rendah, sebaliknya semakin rendah jenis tanah akan tingkat laju erosi maka kepekaannya semakin tinggi. Pada kawasan Sub DAS Ambawang ini jenis tanah di domisili oleh jenis tanah organosol/gambut dengan luas 16.551,848 Ha atau 53,002 % dari luas total Sub DAS Ambawang kemudian diikuti jenis tanah podsolik dan aluvial. Luasan untuk masing-masing jenis tanah yang tersebar di kawasan Sub DAS Ambawang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. Jenis Tanah Berdasarkan Kepekaan Terhadap Tingkat Laju Erosi dan Luasan di Sub DAS Ambawang

No	Jenis Tanah	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Podsolik	13.732,304	43,973
2	Organosol/Gambut	16.551,848	53,002
3	Aluvial	944,745	3,025
Total		31.228,898	100,000

Peta jenis tanah Sub DAS Ambawang dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 6. Peta jenis tanah Sub DAS Ambawang

Analisa Lahan Kritis

Analisis spasial dilakukan dengan menumpang-susunkan (*overlay*) beberapa data spasial (parameter penentu lahan kritis) untuk menghasilkan unit pemetaan baru yang akan digunakan sebagai unit analisis. Pada setiap unit analisis tersebut dilakukan analisis terhadap data atributnya. Hasil analisis tersebut selanjutnya dikaitkan dengan data spasialnya untuk menghasilkan data spasial lahan kritis.

Untuk penghitungan data spasial lahan kritis yang awalnya menggunakan koordinat geografis, selanjutnya dilakukan konversi ke koordinat *Universal Transverse Mercator* (UTM). Hal ini dilakukan untuk mengurangi tingkat kesalahan dalam perhitungan luas data lahan kritis. Sistem koordinat dari UTM adalah meter sehingga memungkinkan analisa yang membutuhkan informasi dimensi-dimensi linier seperti jarak dan luas. Sistem proyeksi tersebut digunakan dalam pemetaan topografi sehingga sesuai juga digunakan dalam pemetaan tematik seperti halnya pemetaan lahan kritis.

Metode yang digunakan dalam analisis tabular adalah metode skoring. Setiap parameter penentu lahan kritis diberi skor tertentu. Pada penelitian kali ini digunakan 4 parameter yaitu penutupan lahan, kemiringan lereng, manajemen lahan dan jenis tanah. Pada unit analisis hasil tumpang-susun data spasial, skor tersebut kemudian dijumlahkan.

Hasil penjumlahan skor selanjutnya diklasifikasikan untuk menentukan tingkat lahan kritis. Kemudian formula yang digunakan untuk menganalisis tingkat kekritisn lahan pada kawasan Sub DAS Ambawang adalah sebagai berikut.

$$\text{SKOR TOTAL} = 50 \text{ FKP} + 20 \text{ FKL} + 10 \text{ FKM} + 20 \text{ FKJ}$$

Keterangan :

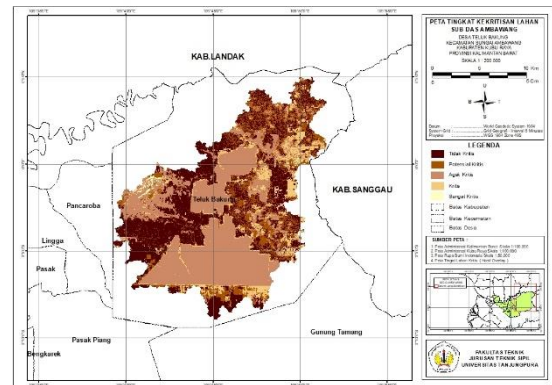
- FKP = Faktor kelas penutupan lahan
- FKL = Faktor kelas kemiringan lereng
- FKM = Faktor kelas manajemen lahan
- FKJ = Faktor kelas jenis tanah
- 50;20;10;20; = Bobot penilaian lahan kritis di kawasan Sub DAS Ambawang

Bobot penilaian setiap kelas parameter skor masing-masing dikalikan kemudian dijumlahkan, sehingga diperoleh skor akhir penilaian lahan kritis. Skor akhir tersebut kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi tingkat kekritisn lahan pada kawasan Sub DAS Ambawang. Dari hasil perhitungan diperoleh 5 kelas tingkat kekritisn lahan. Luasan tiap tingkat kekritisn lahan tersebut secara rinci dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Tingkat Kekritisn Lahan Kawasan Sub DAS Ambawang

No	Tingkat Kekritisn Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Sangat Kritis	161,503	0,519
2	Kritis	3.080,109	9,901
3	Agak Kritis	12.772,596	41,057
4	Potensial Kritis	5.591,801	17,974
5	Tidak Kritis	9.503,290	30,548
	Total	31.109,299	100,00

Secara keseluruhan sebaran spasial tingkat kekritisn lahan Sub DAS Ambawang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 7. Peta tingkat kekritisn lahan Sub DAS Ambawang

Tingkat kekritisn lahan di kawasan Sub DAS Ambawang didominasi oleh tingkat agak kritis seluas 12.772,596 Ha atau 41,057 % dari total luas kawasan Sub DAS Ambawang, sedangkan tingkat kekritisn lahan dengan luasan terkecil adalah sangat kritis seluas 161,503 Ha atau 0,519 % dari luas total kawasan Sub DAS Ambawang. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi lahan di kawasan Sub DAS Ambawang masih tergolong baik disebabkan oleh adanya kerapatan penutupan tajuk di kawasan yang sangat baik dengan penutupan lahan berupa hutan. Ini berarti semakin rapat penutupan tajuk pohon maka semakin memperkecil terjadinya lahan kritis. Namun, kawasan Sub DAS Ambawang ini dapat berubah menjadi kritis jika tidak dilakukan tindakan konservasi dalam pemanfaatan dan manajemen lahan karena dapat dilihat dari tingkat agak kritis yang tinggi seluas 12.772,596 Ha atau 41,057 % dari luas total Sub DAS Ambawang.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa lahan kritis pada Sub DAS Ambawang dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Tingkat kekritisan lahan Sub DAS Ambawang terbagi menjadi lima (5) kelas, yaitu sangat kritis seluas 161,503 Ha atau 0,519 % dari luas total Sub DAS Ambawang, kritis seluas 3.080,109 Ha atau 9,901 % dari luas total Sub DAS Ambawang, agak kritis seluas 12.772,596 Ha atau 41,057 % dari luas total Sub DAS Ambawang, potensial kritis seluas 5.591,801 Ha atau 17,974 % dari luas total Sub DAS Ambawang, dan tidak kritis seluas 9.503,290 Ha atau 30,548% dari luas total Sub DAS Ambawang.
2. Pengaplikasian GIS dalam menganalisa lahan kritis pada Sub DAS Ambawang menghasilkan informasi yang dapat membantu dalam penanganan tata guna lahan untuk meningkatkan fungsi Sub DAS sebagai ekosistem alam yang berperan dalam pengaturan siklus hidrologi.

Saran

Setelah melakukan kegiatan penelitian ini maka hal-hal yang dapat disarankan adalah sebagai berikut.

1. Perlu dilakukannya konservasi untuk kawasan Sub DAS Ambawang, mengingat tingkat agak kritis yang cukup tinggi dan dapat berubah menjadi kritis jika tidak dilakukan tindakan konservasi dalam pemanfaatan dan manajemen lahan.
2. Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan analisa lahan kritis adalah pembuatan klasifikasi penggunaan lahan disarankan menggunakan citra dengan resolusi yang lebih tinggi agar mudah dilakukan interpretasi dan hasilnya lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arini, Diah Irawati Dwi, dan Lilik Budi Prasetyo. 2007. *Aplikasi sistem informasi geografis (SIG) dan penginderaan jauh untuk Model Hidrologi Answers dalam memperdeksi erosi dan sedimentasi (studi kasus: DTA Cipopokol Sub Das Cisadane Hulu Kabupaten Bogor)*. Media Konservasi 12.1.
- Asdak dan Chay. 2002. *Hidrologi dan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta.
- Kehutanan, D. (1998). Perkebunan (Dephutbun). 1998. *Pengetahuan Dasar Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*.
- Keputusan Menteri Kehutanan Nomor: 52/Kpts-II/2001 Tentang Pedoman Penyelenggaraan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.
- Kurnia, U., Sutrisno, N. dan Sungkawa, I. 2010. Perkembangan lahan kritis. *In (Ed) Membalik Kecenderungan Degradasi Sumberdaya Lahan dan Air*.
- Lillesand, T.M. dan Kiefer, R.W. 1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra (Di Indonesia-kan oleh Dulbahri, P. Suharsono, Hartono, Dkk.)*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Sungai dan Perhutanan Sosial Nomor : P.4/V-SET/2013 Tentang Tata Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis.
- Peraturan Direktur Jenderal Planologi Kehutanan Nomor : P.3/VIII-IPSDH/2014 Tentang Petunjuk Teknis Penggambaran dan Penyajian Peta Kehutanan.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 38 Tahun 2011 Tentang Sungai.
- Pradityo dan Teguh. 2011. *Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahand Aktivitas Manusia terhadap Kualitas Air Sub DAS Saluran Tarum Barat*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rachmah, Z., Rengkung, M. M., dan Lahamendu, V. 2018. *Kesesuaian Lahan Permukiman di Kawasan Kaki Gunung Dua Sudara*. SPASIAL, 5(1), 118–129.
- Reboisasi, D. 1998. *Keputusan Ditjen RRL tentang Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Daerah Aliran Sungai*. Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Savitri, Endang, dan Irfan Budi Pramono. 2017. Reklasifikasi Peta Penutupan Lahan untuk Meningkatkan Akurasi Kerentanan Lahan. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan* 5, no.2: 83-94.
- Sugito, N. T., dan SI, M. 2009. *Urgensi Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Mendukung Data Geospasial*. Jurusan Pendidikan Geografi UPI. Bandung.
- Wibowo, K. M. W. M., Kanedi, I., dan Jumadi, J. 2015. Sistem informasi geografis (sig) menentukan lokasi pertambangan batu bara di provinsi bengkulu berbasis website. *Jurnal Media Infotama* 11, no.1.
- Winarno, Gunadi Djoko. 2010. *Buku Ajar Hidrologi Hutan*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.