

## Analisis Pemanfaatan *Bio Sediment Trap* Untuk Penanganan Erosi di DAS Citanduy Hulu dalam Lingkup Bendungan Leuwikeris

Syifa Octaviani Putri<sup>\*1</sup>, Pengki Irawan<sup>2</sup>, Novia Komala Sari<sup>3</sup>, Hendra<sup>4</sup>, Empung<sup>5</sup>, Fitriana Sarifah<sup>6</sup>, Mohammad Syarif Al Huseiny<sup>7</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya, Indonesia

<sup>\*</sup>Corresponding authors: syifaoctavianiputri@gmail.com

Diserahkan: 5 Juli 2024, Direvisi: 13 Juli 2024, Diterima: 24 Juli 2024

**ABSTRAK:** DAS (daerah aliran sungai) Citanduy sebagai salah satu DAS di provinsi Jawa Barat dengan kondisi kritis memiliki 5 (lima) sub-DAS, yaitu Cikawung, Ciseel, Citanduy Hulu, Cijolang, dan Cimuntur. DAS Citanduy Hulu memiliki luas sebesar 71,443.30 ha dengan panjang rata-rata sungai utama sekitar 7.4 km. Erosi pada lahan menyebabkan produktivitas lahan pertanian berkurang dan sedimentasi berlebihan pada sungai atau waduk. Erosi dan sedimentasi berlebihan dapat mengancam fungsi dan umur dari layanan Bendungan Leuwikeris yang berada dalam lingkup DAS Citanduy Hulu. Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) digunakan untuk menganalisis nilai laju erosi. Nilai rerata erosi pada DAS Citanduy Hulu sebesar 136.34 t/ha/th. Metode yang digunakan dalam upaya penanganan erosi dan sedimentasi di DAS Citanduy Hulu, yaitu metode pemanfaatan jebakan sedimen pada alur erosi atau teknologi *bio sediment trap*. Pemanfaatan *bio sediment trap* menggunakan bahan dasar bambu Ampel, diterapkan untuk penanganan erosi yang terjadi pada lahan curam serta dimodelkan secara 2D dan 3D. Hasil penelitian sebelum menggunakan *bio sediment trap* menunjukkan total volume erosi di DAS Citanduy Hulu sebesar 3,186,053.8 m<sup>3</sup>/ha. Setelah menggunakan *bio sediment trap* dengan efektivitas penurunan erosi 40% dan asumsi umur rencana 2 tahun dapat menurunkan volume erosi menjadi 1,274,421.5 m<sup>3</sup>/ha. Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dikeluarkan untuk membuat 1 (satu) buah *bio sediment trap*, yaitu sebesar Rp 400,445.82 dan untuk total harga pembuatan *bio sediment trap* dengan luas total DAS Citanduy Hulu 71,443.30 ha, yaitu sebesar Rp 141,761,424,292.38.

**KATA KUNCI:** *Bio sediment trap*; DAS Citanduy Hulu; erosi; rencana anggaran biaya (RAB); USLE.

**ABSTRACT:** Citanduy watershed as one of the watersheds in West Java province with critical conditions has 5 (five) sub-watersheds, namely Cikawung, Ciseel, Citanduy Hulu, Cijolang, and Cimuntur. The Upper Citanduy watershed has an area of 71,443.30 ha with an average length of the main river of about 7.4 km. Erosion on land causes reduced productivity of agricultural land and excessive sedimentation in rivers or reservoirs. Erosion and excessive sedimentation can threaten the function and service life of the Leuwikeris Dam which is within the scope of the Upper Citanduy Watershed. The USLE (*Universal Soil Loss Equation*) method was used to analyze erosion rate values. The average value of erosion in the Upper Citanduy watershed is 136.34 t/ha/year. The method used in efforts to deal with erosion and sedimentation in the Upper Citanduy Watershed, namely the method of utilizing sediment traps in erosion grooves or *bio sediment trap* technology. The use of *bio sediment traps* using Ampel bamboo as the basic material, applied to handle erosion that occurs on steep land and modelled in 2D and 3D. The results of the study before using *bio sediment traps* showed that the total erosion volume in the Upper Citanduy Watershed was 3,186,053.8 m<sup>3</sup>/ha. After using *bio sediment traps* with 40% erosion reduction effectiveness and assuming a 2-year plan life can reduce the erosion volume to 1,274,421.5 m<sup>3</sup>/ha. The Budget Plan Cost (RAB) spent to make 1 (one) *bio sediment trap*, which is IDR 400,445.82 and for the total price of making *bio sediment traps* with a total area of 71,443.30 ha of Upper Citanduy Watershed, which is IDR 141,761,424,292.38.

**KEYWORDS:** *Bio sediment trap*; budget estimate plan (BEP); erosion; upper citanduy watershed; USLE.

### 1 PENDAHULUAN

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan satu kesatuan antara suatu wilayah daratan dengan sungai dan anak-anak sungainya, serta memiliki fungsi untuk menampung, menyimpan, dan mengalirkan air hujan ke laut atau danau (Kadir, Badaruddin and Indrayatie, 2020). Salah satu DAS terbesar di Pulau Jawa yang kondisinya kritis, yaitu DAS Citanduy dengan sungai utamanya adalah Sungai Citanduy (Hidayat *et al.*, 2021). DAS Citanduy dengan luas 352.080 ha memiliki 5 (lima) sub-DAS yaitu Cikawung, Ciseel, Citanduy Hulu, Cijolang, dan Cimuntur (Irawan, Ikhsan, *et al.*, 2020). DAS Citanduy Hulu memiliki luasan sekitar 71.443,30 ha dengan panjang sungai utama sekitar 7,4 km dan curah hujan rata-rata 3000 mm/th (Fadjarajani *et al.*, 2022). Penelitian sebelumnya menunjukkan nilai laju erosi yang tinggi di DAS Citanduy Hulu dan dianalisis dengan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Oleh karena itu, diperlukan penanganan untuk mengurangi laju erosi akibat perubahan tata guna lahan yang tidak disertai dengan tindakan pencegahan, yaitu dengan penerapan teknologi *bio sediment trap* (Kadir, Badaruddin and Indrayatie, 2020). Erosi lahan tidak hanya mengurangi produktivitas lahan tetapi juga menyebabkan sedimentasi pada sungai

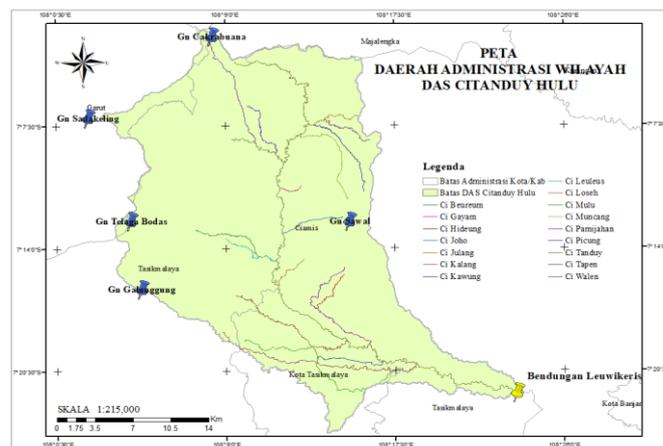
atau waduk (Soewandita and Sudiana, 2018), serta dapat mengancam fungsi dan umur Bendungan Leuwikeris.

Jebakan sedimen pada alur erosi lahan (*sediment trap*) dapat mengurangi laju erosi di DAS Citanduy Hulu yang memiliki topografi lereng curam dan berbukit dengan menggunakan sumber daya lokal, seperti batang pohon kecil atau bambu dan disebut juga dengan teknologi *bio sediment trap* karena memanfaatkan vegetasi dan struktur utama biologis untuk menjebak sedimen sebelum masuk ke dalam aliran sungai utama atau waduk (Soewandita and Sudiana, 2018). Penggunaan *bio sediment trap* dalam penelitian ini memperhitungkan efektivitasnya sebesar 40% dalam menahan jumlah volume sedimen dengan umur rencana yang diasumsikan. Harapan dari hasil penelitian ini yaitu dapat berkontribusi dalam mengurangi erosi lahan dan sedimentasi sungai, serta memberikan solusi ramah lingkungan untuk pengelolaan yang efektif dan berkelanjutan di DAS Citanduy Hulu melalui analisis pemanfaatan *bio sediment trap* untuk penanganan erosi di DAS Citanduy Hulu dalam lingkup Bendungan Leuwikeris.

## 2 METODE

### 2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di DAS Citanduy Hulu yang secara geografis terletak pada 7°12'48,53" LS dan 108°11'38,86" BT. DAS Citanduy Hulu berada di wilayah administrasi Kabupaten Tasikmalaya, Ciamis, Majalengka, Garut, dan Kota Tasikmalaya dengan luas DAS sebesar 71.443,30 ha. Berikut merupakan lokasi daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

### 2.2 Teknik Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini hanya berupa data sekunder. Data sekunder didapat dari beberapa instansi terkait dan data-data digital yang diperoleh dari hasil pengolahan data menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG).

Tabel 1. Data dan Sumber Data Penelitian

No	Data yang Diperlukan	Sumber Data
1	Peta digital batas administratif, jenis tanah, dan tutupan lahan	Badan Informasi Geospasial, Sistem Informasi Sumber Daya Lahan Pertanian, KLHK
2	Data Curah Hujan DAS Citanduy Hulu	BBWS Citanduy Hulu
3	Data DEM	Badan Informasi Geospasial

### 2.3 Analisis Data

#### 2.3.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

DAS merupakan wilayah daratan yang berbatasan dengan punggung bukit atau pegunungan, dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju ke sungai utama pada suatu titik atau stasiun yang ditinjau (Bagas Destyawan, 2018). Alur sungai

pada DAS dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian hulu, tengah, dan hilir dengan karakteristik dan fungsi yang berbeda-beda (Fauzi, 2022). Selain itu, bentuk atau corak DAS juga dibagi menjadi tiga, yaitu bulu burung, radial, dan paralel yang mempengaruhi pola aliran dan banjir di wilayah tersebut (Universitas Brawijaya, 2002).

### 2.3.2 Analisis Hidrologi

Metode estimasi data curah hujan hilang penelitian ini, yaitu metode *inversed square distance* dengan memperhitungkan variabel antara jarak PCH terdekat dengan PCH yang data curah hujannya tidak lengkap (Prawaka, Zakaria and Tugiono, 2016). Rumus persamaan sebagai berikut:

$$P_x = \frac{\frac{1}{(dXa)^2} Pa + \dots + \frac{1}{(dXn)^2} Pn}{\frac{1}{(dXa)^2} + \dots + \frac{1}{(dXn)^2}} \quad (1)$$

Dimana  $P_x$  merupakan tinggi hujan yang akan dicari,  $P_a, \dots, P_n$  merupakan tinggi hujan pada stasiun di sekitarnya, dan  $dX_a, \dots, dX_n$  merupakan jarak stasiun  $x$  terhadap masing-masing stasiun  $a, b, c, n$ . Uji konsistensi data curah hujan untuk mengetahui kebenaran data yang ada di lapangan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kurva massa ganda (Triatmodjo, 2008). Persamaan korelasi sebagai berikut.

$$R = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\left(n \sum X^2 - (\sum X)^2\right) \left(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\right)}} \quad (2)$$

Dimana  $Y$  merupakan data kumulatif stasiun rerata,  $X$  merupakan data kumulatif stasiun  $X$ , dan  $n$  merupakan banyaknya sampel. Selanjutnya analisis curah hujan hilang pada DAS dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, yaitu rerata aritmatika, poligon thiessen, dan isohyet (Irawan, Sari, *et al.*, 2020). Salah satu metode yang digunakan pada analisis rerata curah hujan tahunan menggunakan metode poligon thiessen (Triatmodjo, 2008). Rumus persamaan sebagai berikut.

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \quad (3)$$

Dimana  $P$  merupakan hujan rerata kawasan (mm),  $P_1, P_2, \dots, P_n$  merupakan hujan pada stasiun 1, 2, ...,  $n$ , dan  $A_1, A_2, \dots, A_n$  merupakan luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, ...,  $n$ .

### 2.3.3 Analisis Erosi

Erosi merupakan proses hilangnya partikel atau lapisan tanah dari satu tempat ke tempat lainnya yang mengakibatkan berkurangnya lapisan tanah subur serta kemampuan dari tanah dalam menyerap dan menahan air. Proses erosi terbagi menjadi tiga tahap, yaitu tahap pelepasan (*Detachment*), tahap pengangkutan (*Transportation*), dan tahap pengendapan (*deposition*) (Arsyad, 2010). Faktor penyebab erosi meliputi curah hujan, kesuburan dan struktur tanah, topografi, vegetasi, serta aktivitas manusia (Kadir, Badaruddin and Indrayatie, 2020). Erosi dapat berupa pencikan, lembar, alur, parit, tebing sungai, internal, dan tanah longsor yang dapat menurunkan produktivitas tanah dan menyebabkan sedimentasi pada badan air (Candra and Pratiwi, 2010).

### 2.3.4 Analisis Metode USLE

Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) merupakan salah satu metode prediksi erosi yang masih digunakan hingga saat ini. Metode USLE memungkinkan untuk melakukan pendugaan laju rata-rata erosi pada suatu bidang tanah tertentu di suatu kemiringan lereng dengan pola hujan tertentu pada setiap macam penanaman dan tindakan pengelolaan yang mungkin dilakukan atau yang sedang dilakukan (Azri, 2012). Persamaan USLE dapat dilihat sebagai berikut.

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad (4)$$

Dimana  $A$  merupakan banyaknya tanah yang tererosi (t/ha/hari),  $R$  merupakan faktor hujan dan aliran permukaan (t.ha/th),  $K$  merupakan faktor erodibilitas tanah per satuan luas,  $LS$  merupakan faktor panjang dan kemiringan lereng,  $C$  merupakan faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman, dan  $P$  merupakan faktor tindakan konservasi tanah. Kemudian nilai tersebut dikelompokkan berdasarkan 5 kriteria klasifikasi bahaya erosi dapat dilihat sebagai berikut (Oktasandi, Hisyam and Gunawan, 2019).

Tabel 2. Klasifikasi Kelas Bahaya Erosi

Kelas	Besaran Erosi (ton/ha/tahun)	Keterangan
I	<15	Sangat Ringan
II	15 – 60	Ringan
III	60 – 180	Sedang
IV	180 – 480	Berat
V	>480	Sangat Berat

Faktor-faktor yang mempengaruhi erosi terdiri dari faktor erosivitas hujan (R), erodibilitas tanah (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), tutupan lahan (C) dan tindakan konservasi (P). Perhitungan faktor erosivitas hujan dilakukan dengan menggunakan rumus Lenvain (Peraturan Menteri Kehutanan RI, 2009) sebagai berikut.

$$R_m = 2,21 (Rain)_m^{1,36} \quad (5)$$

$R_m$  merupakan erosivitas hujan bulanan dan  $(Rain)_m$  merupakan curah hujan bulanan (cm). Kemudian untuk mendapatkan nilai R, maka digunakan persamaan sebagai berikut.

$$R = \sum_{m=1}^{12} (R_m) \quad (6)$$

R merupakan jumlah  $R_m$  selama 12 bulan. Erodibilitas tanah merupakan tingkat kepekaan (indeks kuantitatif) jenis tanah terhadap erosi air. Terdapat beberapa sistem klasifikasi tanah yang digunakan dalam penelitian, tinggi rendahnya tingkat erodibilitas tanah diklasifikasikan berdasarkan *United States Department of Agriculture (USDA)* yang terbagi menjadi enam kelas sebagai berikut (Dariah *et al.*, 2002).

Tabel 3. Kelas Erodibilitas Tanah Menurut USDA-SCS

Kelas USDA-SCS	Nilai K (ton/KJ)	Uraian Kelas
1	0 – 0,1	Sangat Rendah
2	0,11 – 0,2	Rendah
3	0,21 – 0,32	Sedang
4	0,33 – 0,43	Agak Tinggi
5	0,44 – 0,55	Tinggi
6	0,56 – 0,64	Sangat Tinggi

Komponen panjang dan kemiringan lereng (L dan S) umumnya diintegrasikan menjadi faktor LS. Nilai LS dapat ditentukan berdasarkan kemiringan lerengnya sebagai berikut (Isma and Neneng, 2016).

Tabel 4. Klasifikasi Sebaran Lereng

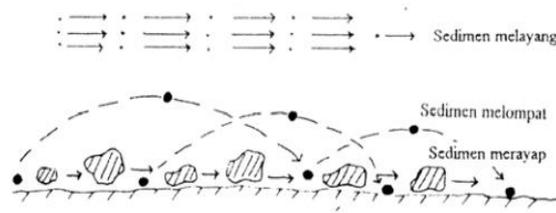
No	Kemiringan Rata-rata	Nilai LS	Kondisi
1	0 - 8%	0,4	Datar
2	>8% - 11%	1,4	Landai
3	>15% - 25%	3,1	Agak Curam
4	>25% - 45%	6,8	Curam
5	>45%	9,5	Sangat Curam

Faktor tutupan lahan dan tindakan konservasi diperoleh dari data penggunaan lahan dan tindakan konservasi yang dilakukan. Faktor C merupakan angka perbandingan dengan tanah hilang tahunan pada areal yang bervegetasi dengan areal yang sama. Jika arealnya kosong dan ditanami secara teratur maka nilai faktor C berkisar antara 0,001 pada hutan tak terganggu hingga 1,0 pada tanah kosong tidak ditanami. Faktor P merupakan tindakan pengawetan yang meliputi usaha-usaha untuk mengurangi erosi tanah secara mekanis maupun biologis/vegetasi. Nilai P ditentukan berdasarkan tabel dari indeks konservasi tanah yang dilakukan. Nilai P sama dengan 1 (= 1) dan kurang dari 1 (< 1) terjadi pada kondisi tidak adanya usaha dalam pengendalian erosi untuk penggunaan lahan dengan penanganan secara mekanis (Isma and Neneng, 2016).

### 2.3.5 Analisis Sedimentasi

Sedimentasi merupakan suatu proses pengendapan dari bahan partikel yang terangkut atau terbawa air akibat erosi dan berdampak pada sungai, saluran, waduk, dan bendungan (Sulistyo, 2011). Angkutan sedimen terdiri dari *wash load*, *suspended*

load, dan bed load. Sedimen terbesar berasal dari erosi permukaan, sungai, dan letusan gunung berapi. Faktor-faktor yang mempengaruhi sedimentasi meliputi intensitas curah hujan, formasi geologi dan jenis tanah, tata guna lahan, erosi di bagian hulu, dan topografi (Asdak, 2014).



Gambar 2. Macam-macam Pengangkutan Sedimen

2.3.6 Analisis Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan bagian serangkaian dari kegiatan dalam memperoleh gambaran dan informasi tentang ruang muka bumi, meliputi pengumpulan, penataan, pengolahan, analisis, dan penyajian data geografis atau spatial. SIG berfungsi sebagai basis data yang menangani data keruangan (spasial) dan operasi kerja terkait, dibagi menjadi 2 (dua), yaitu manual (analog) dan otomatis (digital komputer). Keistimewaan dari analisis SIG, terdiri dari analisis *proximity* dan analisis *overlay* (Sugandi D., Somantri L., 2009).

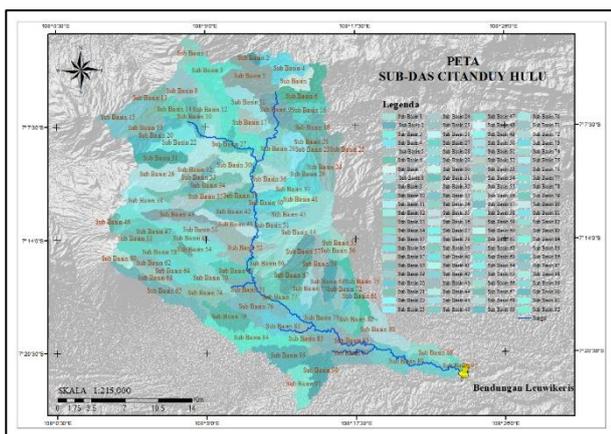
2.3.7 Analisis Sediment Trap

Teknologi hijau (*Green technology*) adalah ilmu dan teknologi yang mendukung pembangunan berkelanjutan dengan memenuhi kebutuhan manusia tanpa metusak sumber daya alam, sehingga kebutuhan generasi mendatang tidak terganggu (Green Technology, 2018). Salah satu penerapannya adalah penggunaan *bio sediment trap* untuk mengendalikan erosi dengan menahan aliran permukaan dan menangkap sedimen pada lahan tererosi atau lahan miring. Teknologi ini menggunakan sumber daya lokal, seperti batang pohon kecil atau bambu yang dapat mengendalikan kualitas fisik air sungai dan sedimentasi (Soewandita and Sudiana, 2018).

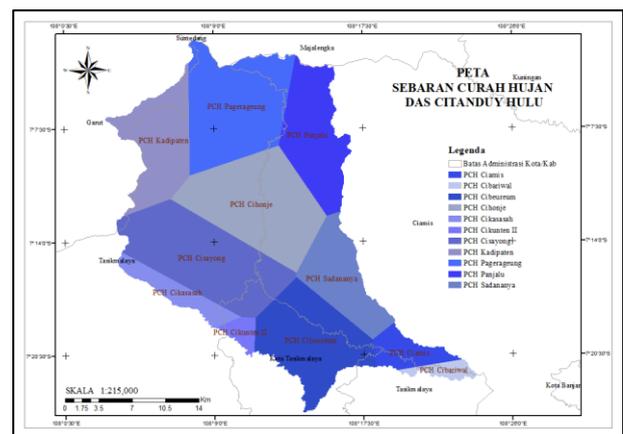
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Erosivitas Hujan (R)

DAS Citanduy Hulu merupakan area yang terletak di bagian hulu dari sistem Sungai Citanduy, ditandai dengan kontur tanah yang curam dan vegetasi yang lebat. Selanjutnya dilakukan pemetaan sub-DAS dengan pengelolaan SIG dan dianalisis dengan luasan minimum 150 ha. Hasil dari pemetaan sub-DAS tersebut didapatkan 92 sub-DAS dan terdapat 11 titik Pos Curah Hujan (PCH) yang tersebar di wilayah DAS Citanduy Hulu yang terdapat pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1a dan Gambar 1b berikut.

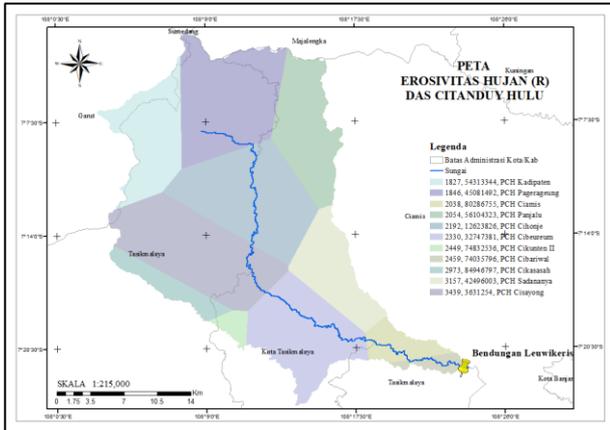


Gambar 1a. Sub-DAS Citanduy Hulu

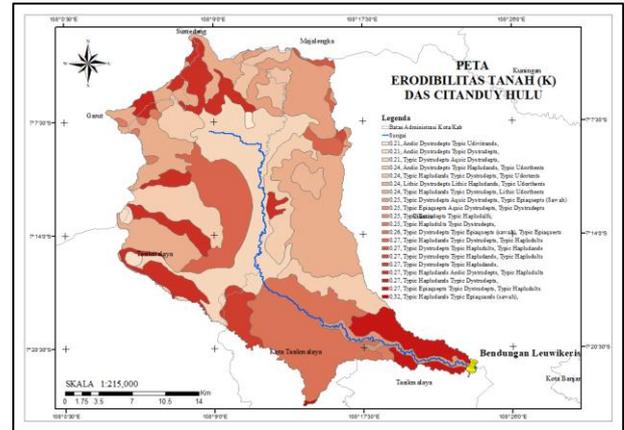


Gambar 1b. Peta Poligon Thiessen DAS Citanduy Hulu

Selanjutnya dilakukan perhitungan curah hujan hitung bulanan dan tahunan dengan menggunakan metode poligon thienessen. Setelah itu, dihitung nilai erosivitas hujan (R) tiap PCH yang dipetakan dengan menggunakan metode poligon thienessen pada perangkat SIG ArcMap 10.4.1 dapat dilihat pada Gambar 2a berikut.



Gambar 2a. Peta Erosivitas Hujan (R)



Gambar 2b. Peta Erodibilitas Tanah (K)

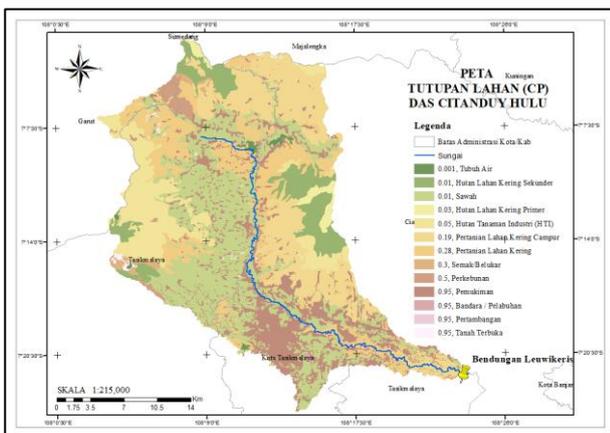
Berdasarkan hasil perhitungan, PCH Cisayong memiliki luas terbesar, yaitu 12114,86 ha (16,957%) dengan nilai erosititas hujan 2449 cm/thn, sedangkan PCH Cibariwal memiliki nilai erosititas hujan tertinggi, yaitu 3439 cm/thn dengan luas 978,80 ha menunjukkan potensi erosi besar akibat curah hujan tinggi di wilayah tersebut.

3.2 Erodibilitas Tanah (K)

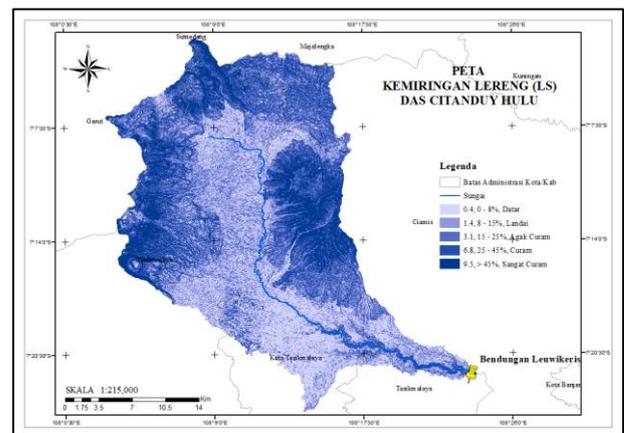
Menurut hasil pengolahan data jenis tanah di DAS Citanduy Hulu menunjukkan ada variasi nilai erodibilitas pada 20 jenis tanah yang berbeda-beda. Hasil pemetaan erodibilitas tanah dapat dilihat pada Gambar 2b di atas. Berdasarkan hasil perhitungan erodibilitas tanah (K), jenis tanah Typic Hapludands, Typic Dystrudepts, dan Lithic Udorthents memiliki luas terbesar, yaitu 15141,68 ha (21.194%) dengan nilai erodibilitas 0,24. Nilai erodibilitas tanah tertinggi sebesar 0,32 dengan luas 63,75 ha terdapat pada jenis tanah Typic Hapludands dan Typic Epiaquands (Sawah) menunjukkan bahwa rendahnya ketahanan tanah terhadap erosi.

3.3 Faktor Tutupan Lahan (CP)

Satuan lahan dibagi berdasarkan Sub-DAS Citanduy Hulu. DAS Citanduy memiliki berbagai jenis tutupan lahan yang dikelompokkan ke dalam 13 kategori yang tersebar di setiap Sub-DAS. Berikut merupakan peta sebaran tutupan lahan DAS Citanduy Hulu dapat dilihat pada Gambar 3a berikut.



Gambar 3a. Peta Tutupan Lahan (CP)



Gambar 3b. Peta Kemiringan Lereng (LS)

Luas tutupan lahan terbesar terdapat pada jenis tutupan lahan sawah dengan total 20203,02 ha (28,278%) dari keseluruhan lahan, sementara daerah dengan indeks tutupan lahan terbesar terletak pada lahan tanah terbuka, bandara/pelabuhan, pertambangan, dan pemukiman sebesar 0,950. Selain itu, jenis tutupan lahan seperti sawah, hutan lahan kering sekunder, hutan lahan kering primer, dan hutan tanaman industri memiliki indeks antara 0.01 – 0.05.

3.4 Teknik Konservasi Tanah

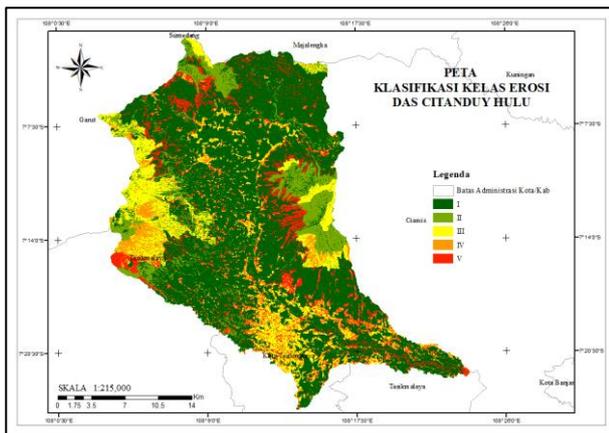
Upaya mengurangi erosi, penelitian ini mengasumsikan bahwa sudah banyak dilakukan sistem konservasi di daerah-daerah pertanian dan perkebunan. Sistem ini melibatkan teknik mekanik untuk membuat teras bangku ataupun gulud yang sesuai dengan kemiringan lereng karena kondisi lahan tersebut rentan terhadap erosi.

### 3.5 Kemiringan Lereng (LS)

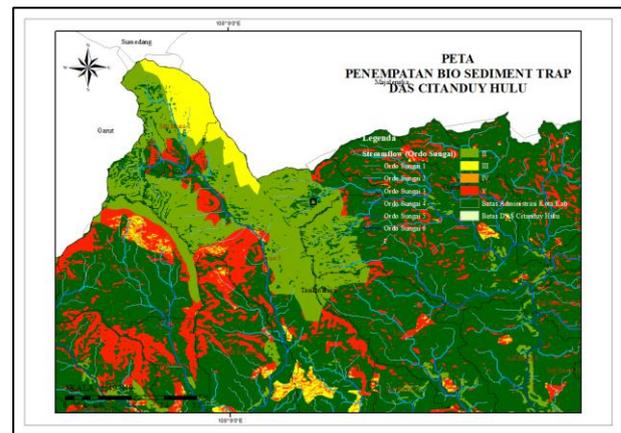
Pemetaan dengan SIG didapat 5 (lima) kelas kategori lereng dengan luasan masing-masing yang tertera pada Gambar 3b di atas. Hasil perhitungan menunjukkan klasifikasi lereng datar memiliki luas wilayah terbesar, yaitu 16556,53 ha (23,174%) dari total luas lahan. Kemiringan lereng rata-rata di DAS Citanduy Hulu masuk dalam kategori agak curam dan dikelilingi oleh lima gunung dengan kerapatan kontur tinggi.

### 3.6 Analisis Laju Erosi

Hasil perhitungan tersebut kemudian dikelompokkan menjadi 5 (lima) kelas, berdasarkan jumlah erosi yang terjadi setiap tahunnya. Berikut merupakan hasil dari perhitungan nilai erosi rerata pada DAS Citanduy Hulu, terdapat pada Gambar 4a di bawah ini.



Gambar 4a. Peta Klasifikasi Kelas Bahaya Erosi



Gambar 4b. Peta Penempatan *Bio Sediment Trap* di DAS Citanduy Hulu

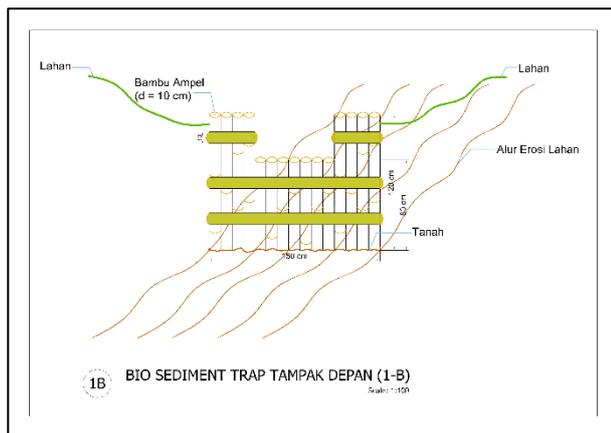
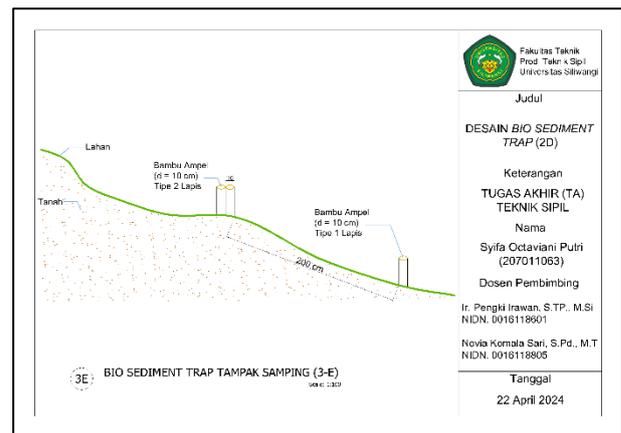
Nilai rerata erosi di daerah penelitian DAS Citanduy Hulu mencapai 136.34 t/ha/th dengan kategori erosi sedang (Kelas III) yang mencakup luas DAS keseluruhan sebesar 71443.30 ha.

### 3.7 Penanganan Erosi Mikro DTA

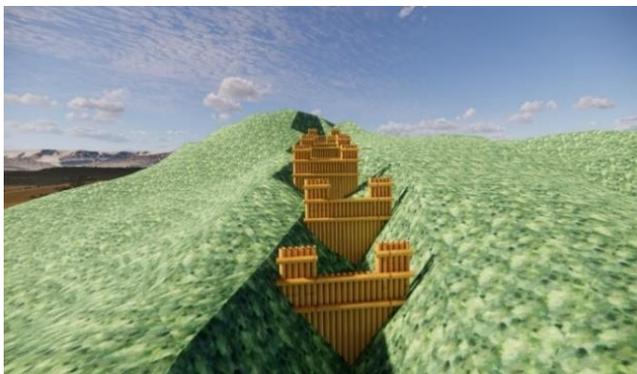
Daerah Tangkapan Air (DTA) adalah area kecil dalam DAS yang memerlukan pendekatan khusus untuk mengatasi erosi. Penanganan erosi mikro DTA di DAS Citanduy Hulu menggunakan bio sediment trap dilakukan dengan memetakan lokasi berdasarkan klasifikasi ordo sungai dan karakteristik streamflow. Sungai dengan ordo rendah, yang memiliki aliran kecil dan lambat, memerlukan trap sepanjang aliran dan parit kecil, sementara sungai dengan ordo tinggi, yang memiliki aliran besar dan deras, membutuhkan trap di titik strategis untuk menangkap sedimen dalam jumlah besar. Hasil overlay antara nilai kelas bahaya erosi dan streamflow menunjukkan bahwa rata-rata kelas bahaya erosi dari kelas I hingga V terletak pada ordo sungai 1, dengan panjang sungai 1165,39 meter. Ini menunjukkan wilayah ordo sungai 1 sangat rentan terhadap erosi, sehingga perlu penanganan khusus untuk mengurangi degradasi lahan dan kerusakan lingkungan. Berikut merupakan gambar hasil *overlay* ditunjukkan pada Gambar 4b di atas.

### 3.8 Aplikasi *Bio Sediment Trap*

Bahan konstruksi jebakan sedimen (*Bio Sediment Trap*) adalah Bambu Ampel (*Bambusa Vulgaris Schard*) karena kekuatan dan kemampuannya untuk mengurangi erosi tanah. Usia bambu yang dipilih merupakan bambu tua dengan diameter 10-15 cm dan tinggi 10-20 m. bambu memiliki akar kuat yang dapat mengikat tanah dan mencegah erosi. Desain jebakan sedimen memanfaatkan batang bambu untuk menangkap sedimen dari aliran air. Tipe jebakan sedimen dibedakan menjadi 2 (dua) tipe, yaitu tipe satu lapis untuk KBE I-III dan tipe dua lapis untuk KBE III-V. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan *software* AutoCAD 2020 untuk penggambaran 2D dapat dilihat pada Gambar 5a dan Gambar 5b berikut.

Gambar 5a. Desain *Bio Sediment Trap* 2D Tampak DepanGambar 5b. Desain *Bio Sediment Trap* 2D Tampak Samping

Aplikasi penerapan *bio sediment trap* secara 3D dilakukan dengan menggunakan *software* SketchUp 2019 dengan hasil dapat dilihat pada Gambar 6a dan Gambar 6b di bawah ini.

Gambar 6a. Desain *Bio Sediment Trap* 3D Tampak DepanGambar 6b. Desain *Bio Sediment Trap* 3D Tampak Samping

Batang bambu ditancapkan ke tanah sedalam 40 cm untuk memastikan kestabilan dan pertumbuhan akar. Peletakan bambu disesuaikan dengan lebar alur erosi, pada tipe 2 (dua lapis) maka dilakukan penambahan tanah diantara lapisan bambu dan pada bagian hilir diberi batu kali untuk menahan terjunan air yang telah melewati jebakan sedimen sehingga tidak merusak konstruksi.

### 3.9 Efektivitas *Bio Sediment Trap*

Evaluasi efektivitas *bio sediment trap* mempertimbangkan 2 (dua) aspek, yaitu kemampuan *trap* dalam menangkap dan menahan sedimen secara efektif di area erosi, serta sifat bahan “*bio*” yang memungkinkan *trap* dapat tumbuh seiring dengan berjalannya waktu. *Bio sediment trap* di DAS Citanduy Hulu menunjukkan penurunan laju erosi sebesar 40% dan menurunkan erosi hingga 3 juta t/ha dengan total volume erosi 1.274.421,5 m<sup>3</sup>/ha. Diperlukan 63 jebakan sedimen per hektar dengan total jebakan sedimen 354.009 buah jebakan untuk keseluruhan luas DAS 71.443.30 ha

### 3.10 Rencana Anggaran Biaya (RAB) *Bio Sediment Trap*

Perhitungan RAB untuk pemasangan *bio sediment trap* di DAS Citanduy Hulu mengacu pada Permen PU No. 1 tahun 2022 dan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (ASHP) Kota Tasikmalaya 2022. Pemasangan satu jebakan sedimen melibatkan biaya tenaga kerja dan bahan untuk satu *bio sediment trap* dengan harga Rp 400,445.82. Rekapitulasi RAB menunjukkan total harga untuk pembuatan *bio sediment trap* di DAS Citanduy Hulu mencapai Rp 141,761,424,292.38 seluas 71.443,30 ha dengan jumlah *bio sediment trap* sebanyak 354.009 buah, termasuk PPN 11%. Jumlah ini mencakup semua biaya dari persiapan hingga *finishing*.

## 4 KESIMPULAN

### 4.1 Kesimpulan

Nilai besaran erosi dari hasil pengolahan data menggunakan perangkat SIG di DAS Citanduy Hulu didapatkan hasil rerata erosi DAS Citanduy Hulu masuk ke dalam kategori III (erosi sedang) sebesar 136.345 t/ha/th dengan volume erosi sebesar 3,186,053.8 m<sup>3</sup>/ha dan luas total 71,443.30 ha. Penanganan erosi mikro DTA dengan jumlah 92 sub-DAS ditangani berdasarkan *streamflow* (arah aliran air) yang menunjukkan rata-rata KBE berada pada ordo sungai 1 dengan tingkat kerentanan tinggi terhadap erosi. Aplikasi *bio sediment trap* menggunakan bahan yang ramah lingkungan dan mudah didapat, yaitu bambu Ampel (*Bambusa*

*Vulgaris Schard*) dengan diameter antara 10 – 15 cm serta dimodelkan secara 2D dan 3D. Evaluasi efektivitas *bio sediment trap* dengan nilai efektivitas penurunan erosi 40% menghasilkan nilai penurunan sedimen sebesar 3 juta ton/ha dengan asumsi tampungan selama 2 tahun dan total *bio sediment trap* yang dipasang berjumlah 354,009 buah. Rencana anggaran biaya (RAB) yang dihasilkan pada pembuatan 1 (satu) *bio sediment trap*, yaitu sebesar Rp 400,445.82 dengan total jumlah harga rencana anggaran biaya (RAB) keseluruhan DAS Citanduy Hulu mencapai Rp 141,761,424,292.38 dan nilai PPN 11%.

#### 4.2 Saran

Hasil analisis *bio sediment trap* sebaiknya diuji validitasnya dengan melakukan perbandingan langsung menggunakan data di lapangan. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui efektivitas tampungan akibat erosi dan sedimentasi yang terdapat pada lahan ataupun sungai. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mencari alternatif bahan atau model yang berbeda, sehingga dapat dilakukan perbandingan dengan data ini.

#### REFERENSI

- Arsyad (2010) *Konservasi Tanah dan Air (Edisi Kedua)*. Kedua. Edited by S. Arsyad. Bogor: IPB Press. Available at: <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/42667> (Accessed: 23 May 2023).
- Asdak, C. (2014) *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Pertama. Edited by C. Asdak. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Azri, Z. (2012) ‘Prediksi Erosi Menggunakan Metode Usle di Gunung Sanggabuana Jawa Barat’, *Jurnal Teknik Sipil* [Preprint].
- Bagas Destyawan, 2018 (2018) ‘Analisa Penggunaan Debit Banjir Q50 Sebagai Parameter Dalam Menentukan Garis Sempadan Sungai’, *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), pp. 1689–1699. Available at: <https://e-journal.uajy.ac.id/16986/1/TS155710.pdf>.
- Candra, B.A. and Pratiwi, K. (2010) ‘Penanganan Erosi dan Sedimentasi di Sub DAS Cacahan dengan Bangunan Check Dam’, *Jurnal Teknik Sipil* [Preprint].
- Dariah, A. *et al.* (2002) ‘Kepekaan Tanah Terhadap Erosi’, *Jurnal Teknik Sipil*, pp. 7–30.
- Fadjarajani, S. *et al.* (2022) ‘Konservasi Lahan Hulu Sungai Citanduy untuk Mewujudkan Ketahanan Pangan Mandiri Masyarakat di Kabupaten Tasikmalaya’, *Dikmas: Jurnal Pendidikan Masyarakat dan Pengabdian*, 2(1), p. 1. Available at: <https://doi.org/10.37905/dikmas.2.1.1-12.2022>.
- Fauzi, A.M. (2022) ‘Analisis Laju dan Pemetaan Erosi Lahan DAS Citanduy Hulu’, *Jurnal Teknik Sipil* [Preprint].
- Green Technology (2018) ‘Definisi Tujuan’.
- Hidayat, A.K. *et al.* (2021) ‘Analisis dan Pemetaan Limpasan Permukaan di DAS Citanduy Hulu dengan Metode SCSN’, *Rona Teknik Pertanian Jurnal Ilmiah dan Penerapan Keteknikan Pertanian*, 14(1), pp. 73–86. Available at: <https://doi.org/10.17969/rtp.v14i1.17699>.
- Irawan, P., Ikhsan, J., *et al.* (2020) ‘Analisis dan Pemetaan Isohyet Curah Hujan Berbagai Periode Ulang Tahun (PUH) DAS Citanduy Hulu’, *Akselerasi Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2(1). Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.37058/aks.v2i1.2043>.
- Irawan, P., Sari, N.K., *et al.* (2020) ‘Bandangan HSS Snyder-Alexeyev, Nakayasu, dan Gamma 1 Pada Analisis Banjir Sub DAS Ciliung Untuk Perencanaan Bangunan Air’, *Jurnal Seri Sains dan Teknologi*, 21(1), pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.37058/jssainstek.v6i1.1794>.
- Isma, F. and Neneng, I.M. (2016) ‘Analisa Potensi Erosi Pada Das Deli Sumatera Utara Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG)’, *Jurnal Ilmiah JURUTERA*, 4(1), pp. 25–36.
- Kadir, S., Badaruddin and Indrayatie, E.R. (2020) *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Pertama. Edited by S. Kadir, Badaruddin, and E.R. Indrayatie. Malang: IRDH (International Research and Development for Human Beings).
- Oktasandi, B., Hisyam, E.S. and Gunawan, I. (2019) ‘Analisis Erosi Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Pompong Kabupaten Bangka’, *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*, 7(2), pp. 70–84. Available at: <https://doi.org/10.33019/fropil.v7i2.1625>.
- Peraturan Menteri Kehutanan RI (2009) ‘Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.32/Menhut-II/2009’, pp. 1–23.

Prawaka, F., Zakaria, A. and Tugiono, S. (2016) 'Analisis Data Curah Hujan yang Hilang dengan Menggunakan Metode Normal Ratio, Inversed Square Distance, dan Rata-Rata Aljabar (Studi Kasus Curah Hujan Beberapa Stasiun Hujan Daerah Bandar Lampung)', *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 4(3), pp. 2303–2314.

Soewandita, H. and Sudiana, N. (2018) 'Aplikasi Teknologi Bioengineering Jebakan Sedimen Di Sub Das Citanduy Hulu', *Jurnal Air Indonesia*, 5(1). Available at: <https://doi.org/10.29122/jai.v5i1.2432>.

Sugandi D., Somantri L., S.T.N. (2009) 'Sistem Informasi Geografi ( Sig )', *Hand Out Sistem Informasi Geografis (SIG)*, p. 52.

Sulistyo, B. (2011) *Pengaruh Erosivitas Hujan Yang Diperoleh Dari Rumus Yang Berbeda Terhadap Pemodelan Erosi Berbasis Raster (Studi Kasus di DAS Merawu, Banjarnegara, Jawa Tengah)*, AGRITECH.

Triatmodjo, B. (2008) *Hidrologi Terapan*. Edisi Pert, *Beta Offset*. Edisi Pert. Edited by B. Triatmodjo. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.

Universitas Brawijaya (2002) 'Landasan Teori DAS', *Jurnal Teknik Sipil*, pp. 7–48.