

## Pengaruh Laju Sedimentasi terhadap Kapasitas Tampung Danau Sentarum, Provinsi Kalimantan Barat

### *The Effects of Sedimentation Rate on The Storage Capacity of Lake Sentarum, West Kalimantan Province*

M. Ma'ruf Akafi<sup>1)</sup>\* Albert Wicaksono<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Ciumbuleuit, Cidadap, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

\*Corresponding author: [8102301029@student.unpar.ac.id](mailto:8102301029@student.unpar.ac.id)

Diterima: 25 Desember 2024; Direvisi: 13 Februari 2025; Disetujui: 28 Oktober 2025

#### Abstract

Lake Sentarum has a unique role as flood control in the lower reaches of the Kapuas River Basin. Changes in land use and high rainfall can cause an increase in the rate of erosion and sedimentation that occurs in the Sentarum Sub-river basin, which potentially reduces the storage capacity of Lake Sentarum. The objective of this study is to determine the sedimentation rate and analyze the impact of sedimentation on the storage capacity of Lake Sentarum. The erosion rate analysis using the Universal Soil Loss Equation (USLE) method shows that in the 2015 to 2020 period, the most significant erosion rate occurred in 2016, which 2016 was the year with the highest rainfall. The erosion rate that occurred in 2016 in the Sentarum Sub-river basin and Lake Sentarum catchment area was 293,622.79 Ton/Ha/year and 160,413.01 Ton/Ha/year, respectively. The types of land cover that have the most impact on erosion rates are dryland agriculture mixed with shrubs, plantations, shrubs, and open land. The sedimentation rate was calculated using the Sediment Delivery Ratio (SDR) method, where the most significant sedimentation rate occurred in 2016 with the sedimentation rate of the Sentarum Sub-river basin was 201.842,37 Ton/Year which resulted 86.702,05 m<sup>3</sup> of sediment volume and the Lake Sentarum catchment sedimentation rate was 117.591,64 Ton/Year which resulted in 50.511,87 m<sup>3</sup> of sediment volume. With an average sediment volume in the Lake Sentarum catchment from 2015 to 2020 of 42,668.05 m<sup>3</sup>, Lake Sentarum will lose its capacity by 0.001% each year.

**Keywords:** Sentarum, erosion, sedimentation, USLE, SDR

#### Abstrak

Danau Sentarum memiliki peran unik sebagai pengendali banjir pada bagian hilir Wilayah Sungai Kapuas. Perubahan tata guna lahan serta curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan laju erosi dan sedimentasi yang terjadi pada wilayah Sub DAS Sentarum sehingga berpotensi mengurangi kapasitas tampung Danau Sentarum. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai laju sedimentasi serta menganalisis dampak sedimentasi terhadap kapasitas tampung Danau Sentarum. Analisis laju erosi menggunakan metode Universal Soil Loss Equation (USLE) menunjukkan bahwa pada periode 2015 hingga 2020, laju erosi terbesar terjadi pada tahun 2016 dimana tahun 2016 merupakan tahun dengan curah hujan tertinggi. Laju erosi yang terjadi pada tahun 2016 di wilayah Sub DAS Sentarum dan DTA Danau Sentarum masing-masing sebesar 61,20 ton/ha/tahun dan 43,86 ton/ha/tahun secara berurutan. Jenis tutupan lahan yang paling berpengaruh terhadap laju erosi adalah pertanian lahan kering campur semak, perkebunan, semak belukar, serta tanah terbuka. Laju sedimentasi dihitung menggunakan metode Sediment Delivery Ratio (SDR) dimana laju sedimentasi terbesar terjadi pada tahun 2016 dengan laju sedimentasi Sub DAS Sentarum sebesar 201.842,37 Ton/Tahun yang menghasilkan volume sedimen sebanyak 86.702,05 m<sup>3</sup> dan laju sedimentasi DTA Danau Sentarum sebesar 117.591,64 Ton/Tahun yang menghasilkan volume sedimen sebanyak 50.511,87 m<sup>3</sup>. Dengan volume sedimen rata-rata DTA Danau Sentarum dari tahun 2015 hingga 2020 sebesar 42.668,05 m<sup>3</sup> maka Danau Sentarum akan kehilangan kapasitas tampung sebesar 0,001% setiap tahunnya.

**Kata Kunci:** Sentarum, erosi, sedimentasi, USLE, SDR

## PENDAHULUAN

Taman Nasional Danau Sentarum (TNDS) merupakan lahan basah yang menjadi badan air terluas di Wilayah Sungai (WS) Kapuas, Kalimantan Barat. Lahan basah yang terletak pada dataran banjir menyediakan suatu ekosistem penting bagi masyarakat, termasuk pengendalian banjir, produksi makanan, pengolahan air, penyimpanan nutrisi, dan habitat satwa liar (Soeryamassoeka, 2020). Berdasarkan mata pencaharian, lebih dari 80% suku Melayu yang tinggal di Danau Sentarum bekerja sebagai nelayan dan sebagian besar suku Dayak menggantungkan hidup mereka dengan berladang (Anshari, 2006). Danau Sentarum termasuk salah satu danau yang ditetapkan sebagai danau prioritas oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan untuk memperkecil dampak erosi dan sedimentasi, dan juga meningkatkan kualitas air serta kesehatan lingkungan. Danau Sentarum menunjang kehidupan masyarakat yang tinggal di sekitarnya, selain kaya akan jenis ikan, Danau Sentarum juga memiliki panorama yang indah (Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem, 2017).

Selain sebagai sumber penghidupan masyarakat sekitar, Danau Sentarum juga memiliki peran unik sebagai pengendali banjir pada bagian hilir WS Kapuas, dimana sebagian air dari wilayah hulu WS Kapuas akan berbelok ke Sungai Tawang dan akan masuk ke dalam Danau Sentarum pada musim hujan, dan tertampung hingga saat musim kemarau air kembali mengalir keluar melewati Sungai Tawang karena debit air di hulu WS Kapuas berkurang (Soeryamassoeka, 2020). Selain menjadi daerah resapan air yang berasal dari luapan Sungai Kapuas, berdasarkan topografinya kawasan Danau Sentarum juga menjadi daerah resapan air yang berasal dari pegunungan di sekitarnya sehingga rentan terhadap terjadinya pendangkalan akibat sedimentasi.

Secara umum, laju sedimentasi cenderung proporsional dengan laju erosi yang terjadi di wilayah hulu. Salah satu penyebab utama terjadinya peningkatan laju erosi adalah perubahan tata guna lahan, yang seringkali terkait dengan aktivitas ekonomi dan pertumbuhan populasi penduduk. Pembukaan atau alih fungsi lahan dari hutan lahan kering primer dan sekunder menjadi wilayah pemukiman, pertanian, dan Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) yang menyebabkan meningkatnya limpasan permukaan. Limpasan yang semakin besar akan berdampak pada peningkatan laju erosi pada wilayah hulu WS Kapuas, yang akan berdampak pula terhadap peningkatan laju sedimentasi Danau Sentarum. Selain itu, Soeryamassoeka (2020) mengungkapkan

bahwa peningkatan debit Sungai Kapuas akan menyebabkan fenomena *backwater* dan aliran dari hulu WS Kapuas akan berbelok ke Danau Sentarum. Berdasarkan peristiwa tersebut, partikel tanah tererosi dari hulu WS Kapuas dapat berpotensi masuk ke Sub DAS Sentarum dan meningkatkan risiko pendangkalan. Hal ini dapat mengurangi kapasitas Danau Sentarum dalam menampung debit banjir dari Sungai Kapuas. Dengan menurunnya kapasitas tampung dari Danau Sentarum maka pada saat musim hujan debit banjir yang akan melimpas ke arah hilir WS Kapuas akan semakin besar, sehingga berpotensi menyebabkan peningkatan debit banjir pada wilayah yang berada di bagian hilir WS Kapuas.

Erosi tanah adalah salah satu bahaya alam paling drastis yang mengancam masyarakat dan lingkungan manusia dalam beberapa dekade terakhir (Bouamrane et al., 2021). Estimasi erosi dan sedimentasi yang akurat dapat membantu mencegah kerusakan lahan (Etemadi et al., 2021). Selain itu, pengetahuan tentang sedimen dan faktor-faktor pengendaliannya memberikan informasi yang berguna untuk mengembangkan model kuantitatif perubahan bentuk lahan, studi kualitas tanah, serta untuk memperkirakan intensitas erosi bersih pada suatu DAS (Rajbanshi & Bhattacharya, 2020). Penelitian tentang tingkat bahaya erosi pada kawasan Danau Sentarum telah dilakukan oleh Rizky et al. (2024) berdasarkan laju erosi yang dihitung menggunakan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa 96,27% area di wilayah Sub DAS Sentarum masuk dalam kategori tingkat bahaya erosi sangat berat. Untuk mengurangi tingkat bahaya erosi di wilayah Sub DAS Sentarum, Rizky et al. (2024) menerapkan konservasi lahan berupa teras bangku dengan konstruksi baik. Metode konservasi lahan tersebut dapat mengurangi luas area yang memiliki tingkat bahaya erosi sangat berat dari 96,27% menjadi 42,83%.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa laju erosi yang tinggi pada suatu kawasan akan berkorelasi dengan laju sedimentasi yang terjadi pada badan air (sungai, danau, waduk) yang berada di hilir kawasan tersebut, seperti yang dilakukan oleh Kolli et al. (2021) dan Kaffas et al. (2021). Kolli et al. (2021) melakukan penelitian tentang erosi dan sedimentasi pada DAS Danau Kolleru, India, menggunakan metode *Revised Universal Soil Loss Equation* (RUSLE) dan *Sediment Delivery Ratio* (SDR). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa laju erosi tahunan rata-rata yang terjadi pada DAS Kolleru sebesar 13,6 ton/Ha/tahun, dan laju sedimen tahunan rata-rata diperoleh sebesar 7,61 ton/Ha/tahun. Kemudian, penelitian yang dilakukan oleh Kaffas et al. (2021) membahas

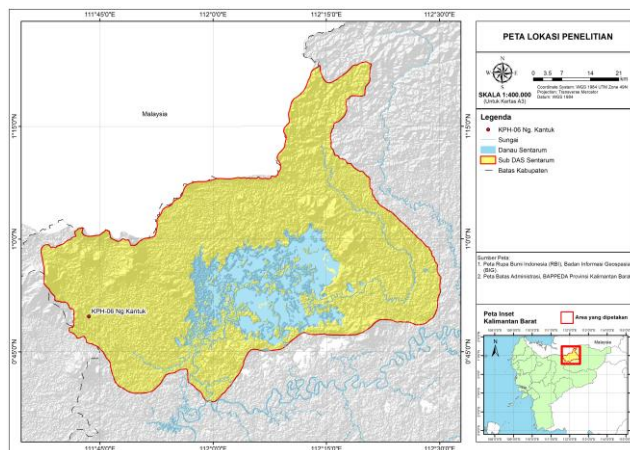
tentang laju erosi dan sedimentasi DAS Alpine, yang berpengaruh terhadap kapasitas tampung Bendungan Hidropower Pusteria, Italia. Laju erosi dan sedimentasi dihitung menggunakan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) dan *Sediment Delivery Ratio* (SDR). Analisis dilakukan dengan dua perhitungan erosivitas yang berbeda, yaitu dengan nilai erosivitas hujan rata-rata tahunan dan nilai erosivitas hujan per tahun selama periode 2014-2019. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa laju sedimentasi hasil analisis pertama adalah 87.855,84 ton/tahun dengan total sedimen sebesar 439.279,2 ton selama lima tahun, sedangkan analisis kedua menghasilkan laju sedimentasi dengan rentang 97.752,7-130.460,6 ton/tahun dengan total sedimen sebesar 589.520,5 ton selama lima tahun.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rizky et al. (2024) pada kawasan Danau Sentarum terbatas pada analisis laju erosi dan tingkat bahaya erosi saja dan belum membahas tentang laju sedimentasi. Mengingat pentingnya peran Danau Sentarum dalam pengendalian banjir di wilayah WS Kapuas dan belum adanya studi tentang sedimentasi di Danau Sentarum, maka perlu dilakukan penelitian tentang laju sedimentasi di wilayah Danau Sentarum. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai laju sedimentasi pada Danau Sentarum berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi laju erosi serta menganalisis dampak sedimentasi terhadap kapasitas tampung Danau Sentarum.

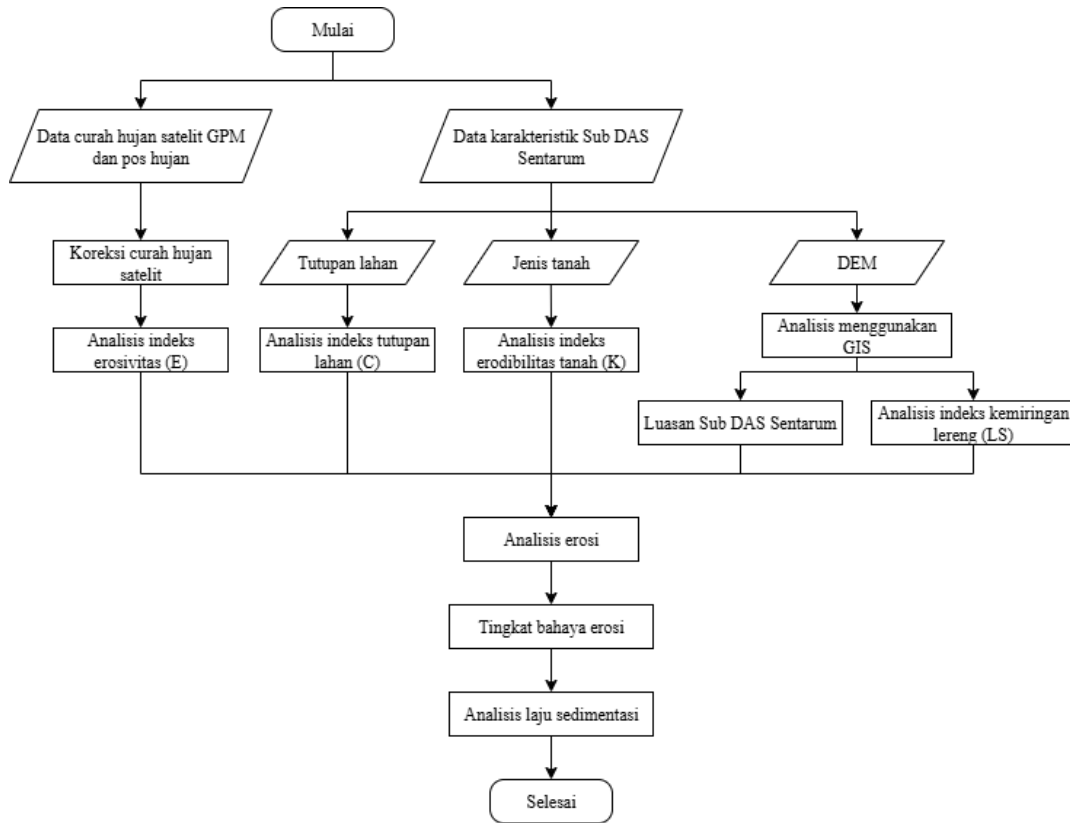
**METODOLOGI**

Penelitian dilakukan di Sub DAS Sentarum yang berada pada wilayah Taman Nasional Danau Sentarum yang terletak di Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat, dan berada pada bagian hulu WS Kapuas, dengan koordinat 00°38'25,8"-01°23'41,38" LU dan 111°37'8,38"-112°30'14,48" BT. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.

Penelitian dimulai dengan mengumpulkan dan mempelajari literatur yang berkaitan. Selanjutnya mengumpulkan data sekunder seperti data curah hujan satelit GPM untuk mendapatkan nilai erosivitas hujan, data curah hujan stasiun sebagai data kalibrasi terhadap curah hujan satelit, peta DEM untuk mendapatkan luasan Sub DAS Sentarum serta kemiringan lereng, peta jenis tanah untuk mendapatkan nilai erodibilitas tanah, peta tutupan lahan untuk mendapatkan nilai koefisien tutupan lahan, dan data berat jenis sedimen untuk menghitung volume sedimen. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan analisis laju erosi menggunakan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Metode USLE telah banyak diterapkan untuk memprediksi laju erosi di lahan yang berpengaruh terhadap laju sedimentasi danau karena telah menggunakan parameter yang mencerminkan kondisi lahan yang sebenarnya (Raco et al., 2022; Paraya et al., 2025). Secara khusus, Paraya et al. (2025) melakukan penelitian yang membahas tentang perbandingan analisis laju erosi dan Tingkat Bahaya Erosi (TBE) menggunakan metode USLE dan RUSLE pada wilayah Sub DAS Kapuas Hulu di wilayah WS Kapuas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada wilayah Sub DAS Kapuas Hulu metode USLE lebih baik dalam menunjukkan hubungan antara laju erosi dan TBE dibandingkan metode RUSLE. Sub DAS Sentarum dan Sub DAS Kapuas Hulu berada pada wilayah sungai yang sama sehingga analisis laju erosi pada Sub DAS Sentarum dapat menggunakan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Setelah itu dilakukan analisis laju sedimentasi menggunakan metode *Sediment Delivery Ratio* (SDR) serta menghitung volume sedimen tahunan rata-rata untuk mengetahui pengaruh sedimentasi terhadap pengurangan kapasitas tampung Danau Sentarum. Tahapan penelitian secara lengkap disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1 Lokasi penelitian



Gambar 2 Diagram alir penelitian

**Pengumpulan Data**

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai instansi terkait. Proses pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak berbasis *spreadsheet* dan pengolah data sistem informasi geografis (GIS). Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data sekunder

No.	Jenis Data Sekunder	Sumber
1	Data curah hujan Stasiun KPH-06 Ng. Kantik tahun 2001-2012	BWS Kalimantan 1
2	Data curah hujan satelit GPM 3IMERGM v07 final run tahun 2001-2020	Giovanni, NASA
3	Peta <i>Digital Elevation Model</i> (DEM) dan Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI)	Badan Informasi Geospasial (BIG)
4	Peta jenis tanah Provinsi Kalimantan Barat	BBSDLP
5	Peta jenis tutupan lahan Provinsi Kalimantan Barat	Dinas KLHK Provinsi Kalimantan Barat
6	Data uji lab berat jenis sedimen	Lab. Mekanika Tanah Fakultas Teknik UNTAN

Ketersediaan data hujan pada Stasiun KPH-06 Ng. Kantik cukup terbatas sehingga data curah hujan ini hanya akan digunakan sebagai data referensi untuk mengkoreksi curah hujan satelit. Sementara, perhitungan curah hujan lebih lanjut akan menggunakan curah hujan satelit terkoreksi. Peta DEM, peta jenis tanah, dan peta jenis tutupan lahan akan digunakan dalam perhitungan laju erosi lahan di wilayah studi. Data uji berat jenis sedimen digunakan untuk menentukan volume sedimen berdasarkan laju sedimentasi yang mungkin terjadi.

**Koreksi Data Curah Hujan Satelit**

Pembagian grid satelit GPM dan letak stasiun penakar hujan KPH-06 Ng. Kantik pada Sub DAS Sentarum digambarkan pada Gambar 3. Sebagaimana terlihat pada Gambar 3, kotak bernomor mencerminkan grid hujan satelit GPM yang memiliki ketelitian 0.1° x 0.1°. Pada gambar tersebut terlihat bahwa Sub DAS Sentarum terwakili oleh 49 grid satelit GPM, dan hanya 1 pos hujan yang berada pada sisi barat (grid 30).

Untuk mengoreksi data curah hujan satelit digunakan kurva distribusi probabilitas (CDF) dimana pada kurva CDF data hujan disusun berdasarkan probabilitas dari curah hujan yang terbesar hingga terkecil. Distribusi probabilitas curah hujan dapat dihitung menggunakan

persamaan Weibull sebagaimana tertulis pada persamaan (1) (Montes-pajuelo et al., 2024).

$$P = \frac{m}{n+1} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- P : Probabilitas
- m : Peringkat data
- n : Jumlah data

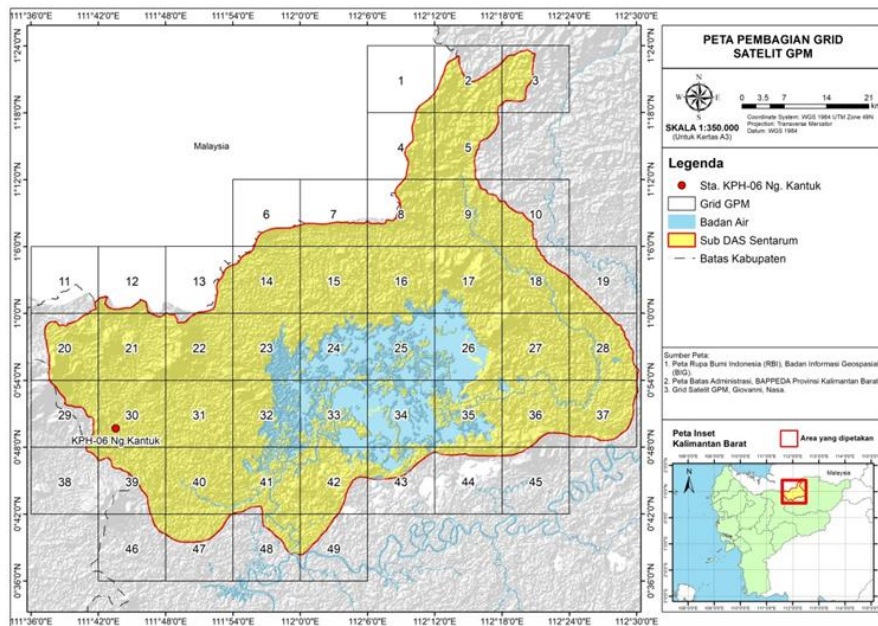
Koreksi dilakukan dengan menentukan interval hujan yang akan digunakan. Setelah itu dilakukan pengujian berbagai nilai faktor koreksi (F) hingga diperoleh nilai curah hujan satelit yang mendekati curah hujan pada stasiun referensi. Nilai curah hujan koreksi ditentukan berdasarkan persamaan (2) berikut.

$$P_{koreksi} = F \times P_{satelit} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

- $P_{koreksi}$  : Curah hujan satelit terkoreksi
- $P_{satelit}$  : Curah hujan satelit
- F : Faktor koreksi

Untuk validasi, data hujan satelit harus dibandingkan dengan data stasiun curah hujan dan menunjukkan korelasi yang baik (Othman et al., 2023). Data curah hujan satelit terkoreksi akan diuji menggunakan fungsi objektif untuk mengukur nilai korelasi dan *error* dari data hujan satelit terhadap data stasiun penakar hujan. Untuk analisis nilai korelasi digunakan koefisien korelasi Pearson (r) sedangkan analisis *error* menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) r dan *Mean Actual Error* (MAE).



Gambar 3 Pembagian grid satelit GPM yang masuk ke dalam wilayah Sub DAS Sentarum

Koefisien korelasi Pearson dapat dihitung berdasarkan persamaan (3) berikut.

$$r = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \sum(Y_i - \bar{Y})^2}} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

- r : Koefisien korelasi Pearson
- $\bar{X}$  : Hujan bulanan pos hujan rata-rata
- $X_i$  : Hujan bulanan pos hujan bulan ke-i
- $\bar{Y}$  : Hujan bulanan satelit rata-rata
- $Y_i$  : Hujan bulanan satelit bulan ke-i

Untuk menganalisis *error* antara data hujan satelit dan data hujan pos hujan digunakan RMSE dan MAE, dimana jika hasil semakin mendekati nol

maka *error* semakin kecil atau semakin baik. Analisis *error* menggunakan RMSE dan MAE dapat dihitung berdasarkan persamaan (4) dan (5) berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2}{n}} \dots\dots\dots (4)$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - Y_i|}{n} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

- $X_i$  : Hujan bulanan pos hujan bulan ke-i
- $Y_i$  : Hujan bulanan satelit bulan ke-i
- n : Jumlah data

**Analisis Laju Erosi**

Untuk menganalisis laju erosi di wilayah Sub DAS Sentarum digunakan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE). USLE adalah model empiris yang digunakan untuk memprediksi kehilangan tanah rata-rata tahunan pada suatu area tertentu di bawah kondisi pengelolaan tertentu (Selmy et al., 2021). Perhitungan laju erosi dengan persamaan USLE dapat dihitung menggunakan persamaan (6) berikut (Maghribie et al., 2023).

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

Dimana:

- A : Jumlah tanah yang tererosi (Ton/Ha/tahun)
- R : Indeks erosivitas curah hujan tahunan
- K : Indeks erodibilitas tanah
- LS : Indeks panjang dan kemiringan lereng
- C : Indeks tutupan lahan
- P : Indeks konservasi lahan

**Erosivitas Hujan (R)**

Erosivitas hujan merepresentasikan kapasitas tanah yang terkikis dan terbawa ke hilir akibat dari intensitas curah hujan (Pradipta et al., 2023). Nilai indeks erosivitas hujan dapat dihitung dengan persamaan yang dikembangkan oleh Lenvian seperti ditunjukkan persamaan (7) dan (8) (Faisol et al., 2023).

$$R = \sum_1^{12} R_m \dots\dots\dots(7)$$

$$R_m = 2,21 (P)^{1,36} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana:

- R : Indeks erosivitas hujan tahunan
- Rm : Indeks erosivitas hujan bulanan
- P : Curah hujan bulanan (cm)

**Erodibilitas Tanah (K)**

Erodibilitas tanah merupakan tingkat kepekaan tanah terhadap erosi. Tekstur tanah memiliki peranan yang sangat penting terhadap nilai erodibilitas tanah (Arini et al., 2019). Nilai koefisien K erodibilitas tanah tersaji pada Tabel 2 sebagai berikut (Febrianti et al., 2024).

**Tabel 2** Jenis dan nilai erodibilitas tanah (K)

No	Jenis Tanah	K
1	Entisol	0,301
2	Histosol	0,321
3	Inceptisol	0,271
4	Oxisol	0,166
5	Spodosol	1,245
6	Ultisol	0,240

Sumber: Febrianti et al., 2024

**Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)**

Sebagai faktor gabungan dari panjang lereng (L) dan kecuraman lereng (S), LS adalah ukuran bagaimana topografi dan hidrologi mempengaruhi erosi tanah (De Crop et al., 2023). Panjang lereng diukur dari lokasi di mana aliran air mulai mengalir di atas permukaan tanah hingga lokasi di mana pengendapan terjadi. Kemiringan lereng adalah perbandingan antara jarak vertikal (ketinggian) dan jarak mendatar (Arini et al., 2019). Nilai koefisien LS tersaji pada Tabel 3.

**Tabel 3** Nilai panjang dan kemiringan lereng (LS)

Kelas Lereng	Kemiringan Lereng (%)	LS
I	0 – 8	0,4
II	8 – 15	1,4
III	15 – 25	3,1
IV	25 – 40	6,8
V	> 40	9,5

Sumber: Arini et al., 2019

**Tutupan Lahan (C)**

Tutupan lahan merupakan pelindung tanah dari benturan air hujan yang jatuh serta dapat mengurangi laju aliran permukaan yang dapat menyebabkan erosi pada tanah (Aisyah et al., 2022). Nilai Koefisien C tersaji pada Tabel 4.

**Tabel 4** Nilai indeks tutupan lahan (C)

No	Jenis Tutupan Lahan	C	Sumber
1	Hutan lahan kering primer	0,001	Raco et al. (2022)
2	Hutan lahan kering sekunder	0,005	Raco et al. (2022)
3	Hutan rawa sekunder	0,01	Samsidar et al. (2022)
4	Pemukiman	1	Krisnayanti et al. (2018)
5	Perkebunan	0,2	Aisyah et al. (2022)
6	Pertanian lahan kering	0,19	Raco et al., (2022)
7	Pertanian lahan kering campur semak	0,28	Raco et al. (2022)
8	Rawa	0,01	Febrianti et al. (2024)
9	Semak belukar	0,30	Aisyah et al. (2022)
10	Semak belukar rawa	0,01	Febrianti et al. (2024)
11	Tambang	1	
12	Tanah terbuka	1	Raco et al. (2022)
13	Badan air	0,01	Raco et al. (2022)

**Konservasi Lahan (P)**

Nilai indeks konservasi lahan rasio kehilangan tanah dengan praktik konservasi spesifik seperti pembuatan kontur, penanaman tumpang sari, atau terasering terhadap kehilangan tanah yang sesuai dengan pertanian dengan barisan lurus ke atas dan ke bawah lereng (Wondrade, 2023). Indeks konservasi lahan ditentukan berdasarkan tindakan konservasi dari suatu tata guna lahan. Nilai P memiliki rentang 0–1, semakin mendekati 0 maka tindakan konservasi semakin baik. (Wondrade, 2023). Nilai koefisien P tersaji pada Tabel 5.

**Tabel 5** Nilai indeks konservasi lahan (P)

No	Tindakan Konservasi Tanah	P
1	Teras Bangku	
	Konstruksi Baik	0,04
	Konstruksi Sedang	0,15
	Konstruksi Kurang Baik	0,35
	Teras Tradisional	0,40
2	Strip Tanaman Rumput Bahua	0,40
3	Pengolahan Tanah dan Penanaman Menurut Garis Kontur	
	Kemiringan 0 – 8 %	0,50
	Kemiringan 9 – 20 %	0,75
	Kemiringan Lebih dari 20%	0,90
4	Tanpa Tindakan Konservasi	1

Sumber: Raco et al., 2022

**Tingkat Bahaya Erosi**

Berdasarkan standar yang ditetapkan oleh *United States Department of Agriculture (USDA)* yang diadopsi pada Pedoman Tata Cara Penyusunan RtkRHL-DAS tahun 2009, tingkat bahaya erosi diklasifikasikan menjadi 5 kelas (Raco et al., 2022). Nilai klasifikasi tingkat bahaya erosi tersaji pada Tabel 6.

**Tabel 6** Klasifikasi tingkat bahaya erosi

Kelas	Laju 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

Sumber: Raco et al., 2022

**Analisis Laju Sedimentasi**

Untuk menganalisis laju sedimentasi yang terjadi pada wilayah Sub DAS Sentarum, digunakan metode *Sediment Delivery Ratio (SDR)*. SDR

merupakan penghubung antara erosi dan hasil sedimen. Metode USLE digunakan secara luas untuk mengevaluasi erosi, tetapi tidak dapat digunakan secara langsung untuk memprediksi hasil sedimen. SDR dapat digunakan untuk memprediksi hasil sedimen karena SDR mempertimbangkan pengendapan di sepanjang jalur transportasi sedimen dari lahan miring ke sistem aliran yang kontinu (Wu et al., 2018).

Nilai SDR dipengaruhi oleh luas DAS. Apabila nilainya semakin mendekati satu, maka semakin banyak tanah yang tererosi akan masuk ke dalam sungai. Nilai SDR dapat dihitung menggunakan persamaan yang dikembangkan Boyce pada tahun 1975 (Sujatmoko et al., 2022).

$$SDR = 0,41 \times A^{-0,3} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana:

SDR : Sediment delivery ratio

A : Luas DAS (Ha)

Setelah mengetahui nilai SDR, laju sedimentasi dapat diperkirakan berdasarkan persamaan berikut (Rahmawati et al., 2018).

$$Y = E \times SDR \times A \dots\dots\dots (10)$$

Dimana:

Y : Laju sedimentasi (ton/tahun)

E : Jumlah tanah yang tererosi (ton/ha/tahun)

SDR : Sediment delivery ratio

A : Luas DAS (ha)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Curah Hujan Bulanan**

Koreksi data curah hujan satelit dilakukan di setiap grid, dimana terdapat 49 grid satelit GPM yang mencakup keseluruhan wilayah Sub DAS Sentarum. Setiap interval dari masing-masing grid memiliki nilai faktor koreksi yang berbeda-beda. Rentang nilai faktor koreksi curah hujan satelit setiap interval dari seluruh grid disajikan pada Tabel 7 berikut.

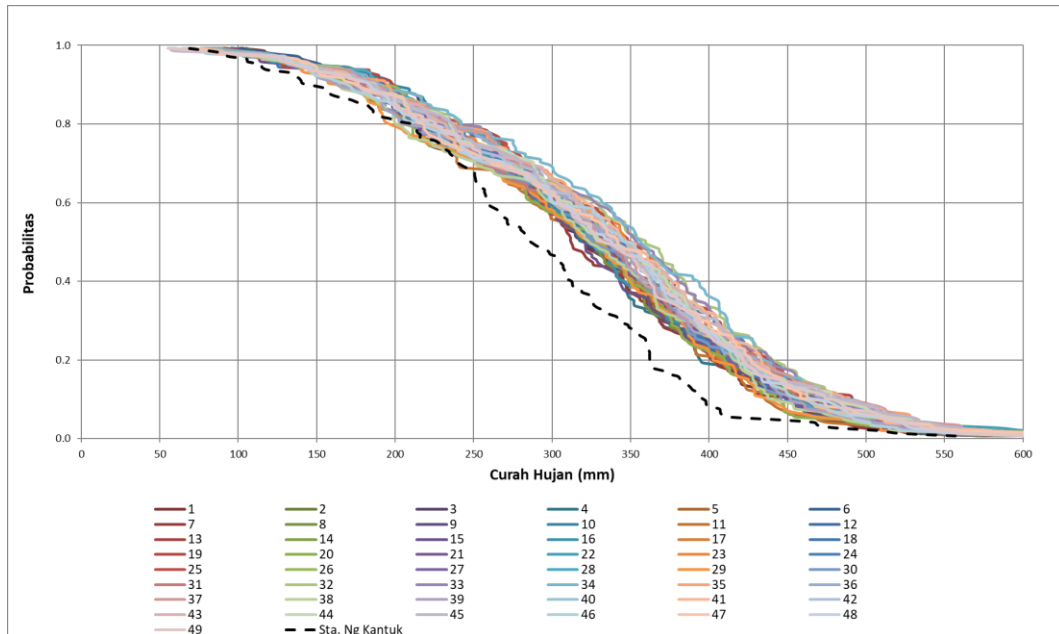
**Tabel 7** Faktor koreksi curah hujan satelit

Interval (mm)	Faktor Koreksi
≤100	0,721-0,860
100-200	0,721-0,899
200-300	0,827-0,922
300-400	0,830-0,928
400-500	0,850-0,943
500-550	0,865-0,973
≥550	0,880-1,016

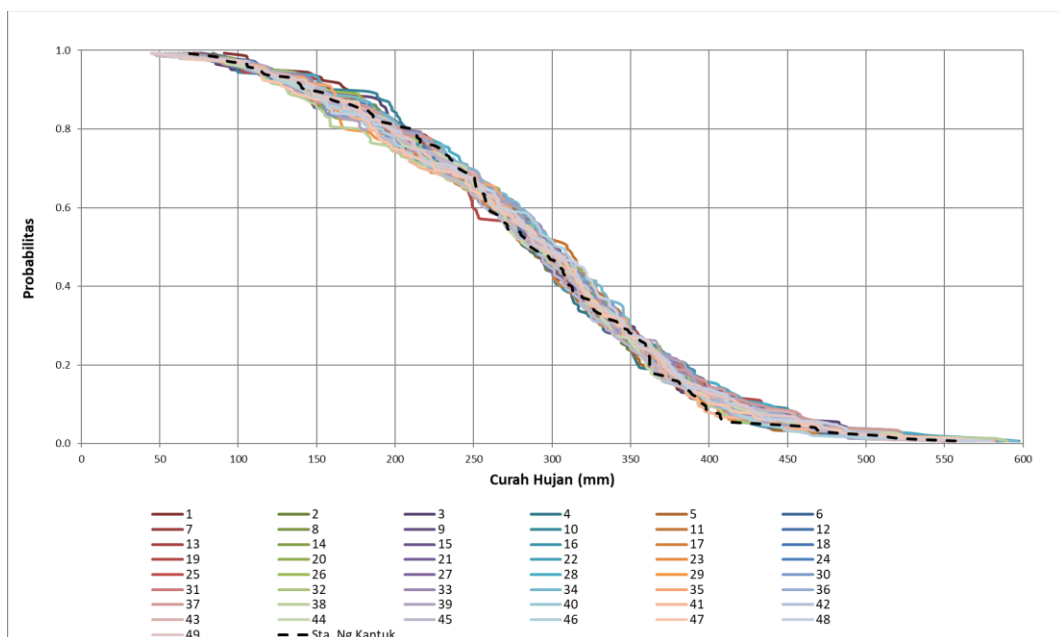
Berdasarkan hasil kalibrasi, diperoleh faktor koreksi terbaik untuk masing-masing interval curah hujan pada setiap grid. Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap fungsi objektif dari setiap grid untuk melihat nilai korelasi dan *error* terhadap hasil koreksi yang telah dilakukan. Hasil koreksi data curah hujan disajikan pada Tabel 8 serta Gambar 4 dan 5.

**Tabel 8** Fungsi objektif rata-rata seluruh grid sebelum dan sesudah koreksi

Fungsi Objektif	Sebelum Koreksi	Sesudah Koreksi
r	0,993	0,995
RMSE	45,861	11,864
MAE	42,472	3,418



**Gambar 4** Curah hujan satelit GPM sebelum koreksi

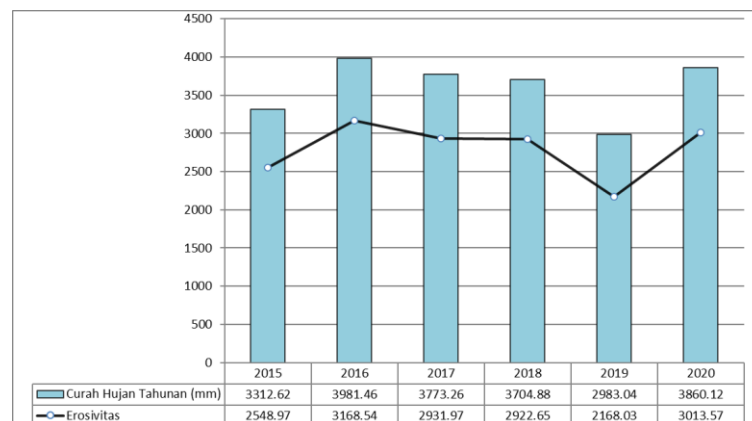


**Gambar 5** Curah hujan satelit GPM sesudah koreksi

Dapat dilihat bahwa data hujan satelit sebelum dikoreksi sudah memiliki nilai korelasi rata-rata yang cukup tinggi terhadap data stasiun penakar hujan yaitu 0,993, namun nilai *error*nya masih relatif tinggi dengan nilai RMSE rata-rata sebesar 45,861 dan MAE rata-rata sebesar 42,472. Setelah dilakukan koreksi, nilai korelasi meningkat menjadi 0,995 dan nilai *error* menurun, dimana nilai RMSE rata-rata menjadi 11,864 dan MAE menjadi 3,418. Hasil fungsi objektif menunjukkan bahwa data curah hujan satelit yang sudah dikoreksi semakin menggambarkan kejadian hujan yang terjadi sesungguhnya, sehingga analisis menggunakan data curah hujan satelit terkoreksi dapat menghasilkan estimasi laju erosi dan sedimentasi yang lebih akurat.

### Erosivitas Hujan (R)

Curah hujan tahunan tertinggi terjadi pada tahun 2016 dimana rata-rata curah hujan tahunan dari semua grid menghasilkan nilai curah hujan sebesar 3981.46 mm/tahun yang mengakibatkan terjadinya erosivitas hujan (R) sebesar 3168.54 MJ.cm/ha.jam/tahun. Curah hujan dan indeks erosivitas memiliki korelasi dimana semakin besar nilai curah hujan maka nilai erosivitas juga akan semakin meningkat karena semakin banyak partikel tanah yang terlepas akibat energi kinetik hujan yang semakin tinggi. Hubungan indeks erosivitas dan curah hujan disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6 Hubungan indeks erosivitas dan curah hujan pada Sub DAS Sentarum

### Erodibilitas Tanah (K)

Berdasarkan data peta jenis tanah yang diperoleh dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP), sebaran jenis tanah berdasarkan orde tanah dan nilai erodibilitas tanah pada wilayah Sub DAS Sentarum disajikan pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9 Luas dan indeks erodibilitas tanah

Jenis Tanah	Luas		K
	Ha	%	
Inceptisol	143.256,913	37,75	0,271
Oxisol	3.700,812	0,98	0,166
Ultisol	232.573,837	61,28	0,24
<b>Jumlah</b>	<b>379.531,562</b>	<b>100</b>	

Berdasarkan data sebaran jenis tanah yang ada, wilayah Sub DAS Sentarum didominasi oleh jenis tanah dari orde Ultisol seluas 61,28% dan Inceptisol seluas 37,75% serta sebagian kecil Oxisol seluas 0,98% dari total keseluruhan luas Sub DAS Sentarum.

### Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Peta kemiringan lereng pada wilayah Sub DAS Sentarum diperoleh dari hasil analisis data DEM (*Digital Elevation Model*). Hasil analisis kemiringan lereng pada wilayah Sub DAS Sentarum disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10 Luas dan Kemiringan Lereng (LS)

Kemiringan		Luas		LS
%	Keterangan	Ha	%	
0% - 8%	Datar	320.575,473	84,47	0,4
8% - 15%	Landai	37.628,165	9,91	1,4
15% - 25%	Agak Curam	19.072,894	5,03	3,1
25% - 40%	Curam	2.131,989	0,56	6,8
>40%	Sangat Curam	123,04	0,03	9,5
<b>Jumlah</b>		<b>379.531,562</b>	<b>100</b>	

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, wilayah Sub DAS Sentarum didominasi oleh kemiringan yang datar sebanyak 84,47% dari total luas Sub DAS Sentarum, akan tetapi terdapat beberapa wilayah yang masuk kategori agak curam hingga sangat curam yang dapat meningkatkan laju erosi seperti pada bagian utara dan sebagian kecil wilayah barat Sub DAS Sentarum.

### Tutupan Lahan (C) dan Konservasi Lahan (P)

Berdasarkan data tutupan lahan yang diperoleh dari Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), jenis dan luas tutupan lahan pada wilayah Sub DAS Sentarum disajikan pada Tabel 11.

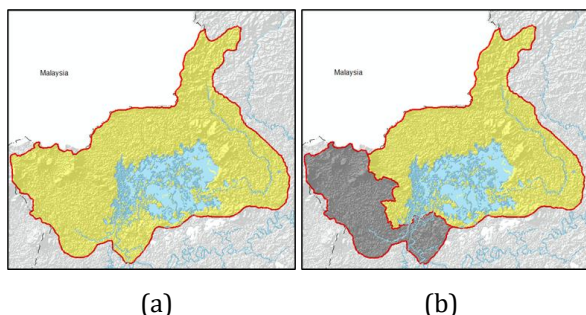
**Tabel 11** Jenis dan luas tutupan lahan pada Sub DAS Sentarum

Jenis Tutupan Lahan	Luas											
	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Hutan lahan kering primer	21.267,66	5,60	21.267,65	5,60	21.267,51	5,60	21.259,05	5,60	21.256,08	5,60	21.323,33	5,62
Hutan lahan kering sekunder	36.736,36	9,68	35.890,62	9,46	35.663,97	9,40	35.077,11	9,24	35.029,42	9,23	34.511,09	9,09
Hutan rawa sekunder	115.066,80	30,32	113.462,40	29,90	113.167,57	29,82	112.059,65	29,53	111.102,31	29,27	110.480,76	29,11
Pemukiman	134,79	0,04	101,56	0,03	101,56	0,03	101,56	0,03	101,56	0,03	159,34	0,04
Perkebunan	19.562,96	5,15	24.774,97	6,53	26.182,75	6,90	26.792,48	7,06	26.763,03	7,05	38.408,30	10,12
Pertanian lahan kering	133,97	0,04	127,17	0,03	127,17	0,03	127,17	0,03	127,17	0,03	127,16	0,03
Pertanian lahan kering campur semak	74.996,65	19,76	75.326,12	19,85	75.067,16	19,78	75.433,48	19,88	73.551,53	19,38	76.891,54	20,26
Rawa	54.140,24	14,27	54.137,94	14,26	55.017,57	14,50	43.624,29	11,49	43.623,98	11,49	47.537,16	12,53
Semak belukar	12.746,07	3,36	13.152,93	3,47	13.119,02	3,46	13.329,54	3,51	13.373,32	3,52	4.721,55	1,24
Semak belukar rawa	19.734,88	5,20	19.615,12	5,17	19.298,30	5,08	19.399,76	5,11	19.376,72	5,11	20.634,30	5,44
Tambang	136,87	0,04	11,19	0,003	11,19	0,003	24,41	0,01	24,41	0,01	45,91	0,01
Tanah terbuka	15.280,32	4,03	11.730,40	3,09	10.591,74	2,79	10.729,65	2,83	13.628,61	3,59	3.107,37	0,82
Badan air	9.593,99	2,53	9.933,49	2,62	9.916,06	2,61	21.573,43	5,68	21.573,43	5,68	21.583,73	5,69
<b>Jumlah</b>	<b>379.531,562</b>	<b>100</b>	<b>379.531,562</b>	<b>100</b>	<b>379.531,562</b>	<b>100</b>	<b>379.531,562</b>	<b>100</b>	<b>379.531,562</b>	<b>100</b>	<b>379.531,562</b>	<b>100</b>

Nilai indeks tutupan lahan (C) ditetapkan berdasarkan jenis tutupan lahan yang ada pada Sub DAS Sentarum sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4, sedangkan nilai indeks konservasi lahan (P) diasumsikan bahwa Sub DAS Sentarum berada pada kondisi tanpa tindakan konservasi.

### Analisis Laju Erosi dan Tingkat Bahaya Erosi

Analisis laju erosi dan sedimentasi dilakukan pada dua kondisi, yaitu pada keseluruhan Sub DAS Sentarum dan DTA Danau Sentarum. Luas Sub DAS Sentarum dan DTA Danau Sentarum disajikan pada Gambar 7 (a) dan (b) serta Tabel 12.



**Gambar 7** (a) Sub DAS Sentarum dan (b) DTA Danau Sentarum

**Tabel 12** Luas Sub DAS Sentarum dan DTA Danau Sentarum

	Sub DAS Sentarum	DTA Danau Sentarum
Luas (Ha)	379.531,56	282.288,84

Sub DAS Sentarum memiliki luas sebesar 379.531,56 Ha, sedangkan wilayah DTA Danau Sentarum memiliki luas sebesar 282.288,84 Ha atau

memiliki luas 74,38% dari keseluruhan luas Sub DAS Sentarum.

Dalam melakukan proses analisis, nilai indeks dari setiap parameter dianalisis menggunakan perangkat lunak berbasis *spreadsheet* dan pengolahan data GIS sehingga diperoleh laju erosi serta klasifikasi tingkat bahaya erosi pada rentang tahun 2015-2020. Laju erosi dan klasifikasi tingkat bahaya erosi disajikan pada tabel 13-15.

**Tabel 13** Laju erosi Sub DAS Sentarum dan DTA Danau Sentarum

Tahun	Laju Erosi (ton/ha/tahun)	
	Sub DAS Sentarum	DTA Danau Sentarum
2015	53,92	39,61
2016	61,20	43,86
2017	54,99	40,56
2018	54,90	40,24
2019	40,86	28,23
2020	43,13	29,81

**Tabel 14** Tingkat bahaya erosi Sub DAS Sentarum

Kelas	Tingkat Bahaya Erosi	Laju Erosi (Ton/Ha/Tahun)	Luas (Ha)					
			2015	2016	2017	2018	2019	2020
I	Sangat Ringan	<15	255.635,45	253.261,54	253.296,51	251.959,77	251.058,62	254.952,20
II	Ringan	15-60	20.798,45	5.248,20	22.329,23	22.669,69	77.903,26	18.810,21
III	Sedang	60-180	71.532,80	91.910,86	75.697,09	76.506,99	21.322,09	83.916,45
IV	Berat	180-480	26.712,17	24.323,82	23.652,83	23.807,82	26.947,67	18.113,76
V	Sangat Berat	>480	4.852,70	4.787,15	4.555,90	4.587,29	2.299,93	3.738,95
Jumlah			379.531,56	379.531,56	379.531,56	379.531,56	379.531,56	379.531,56

**Tabel 15** Tingkat bahaya erosi DTA Danau Sentarum

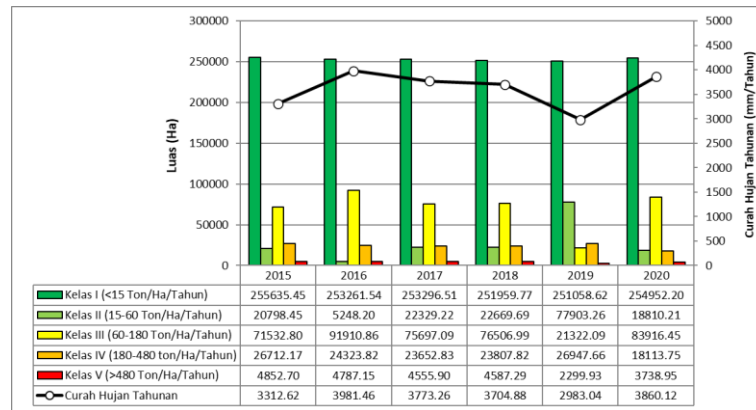
Kelas	Tingkat Bahaya Erosi	Laju Erosi (Ton/Ha/Tahun)	Luas (Ha)					
			2015	2016	2017	2018	2019	2020
I	Sangat Ringan	<15	216.629,88	215.922,46	216.212,15	215.809,86	215.830,95	219.491,73
II	Ringan	15-60	12.511,60	4.949,80	11.856,841	11.933,41	41.304,05	11.389,30
III	Sedang	60-180	35.782,87	44.435,49	38.030,74	38.255,32	9.330,90	39.543,03
IV	Berat	180-480	14.952,66	14.550,98	13.803,69	13.899,18	14.990,08	9.528,96
V	Sangat Berat	>480	2.411,82	2.430,11	2.385,42	2.391,06	832,85	2.335,82
Jumlah			282.288,84	282.288,84	282.288,84	282.288,84	282.288,84	282.288,84

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, hingga tahun 2020 wilayah Sub DAS Sentarum masih didominasi oleh tingkat bahaya erosi (TBE) kelas I atau kategori sangat ringan. Akan tetapi, wilayah barat hingga ke utara dan sebagian kecil wilayah timur Sub DAS Sentarum berpotensi menjadi penyumbang erosi terbesar karena

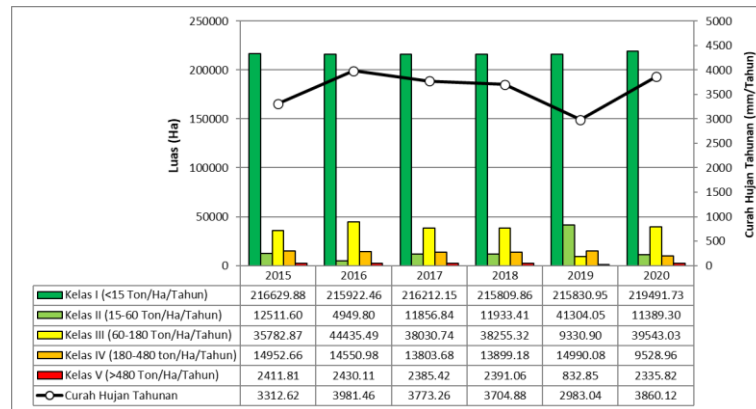
memiliki TBE kelas III-V atau kategori sedang hingga sangat berat. Wilayah Sub DAS Sentarum yang memiliki TBE kelas III-V memiliki tutupan lahan yang didominasi oleh pertanian lahan kering campur semak, perkebunan, dan semak belukar serta tanah terbuka.

Laju erosi pada wilayah Sub DAS Sentarum dalam periode waktu 2015-2020 sangat dipengaruhi oleh curah hujan tahunan. Curah hujan yang tinggi akan menyebabkan meningkatnya indeks erosivitas curah hujan. Laju erosi terbesar terjadi pada tahun 2016 dengan nilai 61,20 ton/ha/tahun karena jumlah curah hujan tahunan pada tahun 2016 merupakan yang tertinggi dalam

periode waktu tersebut. Sedangkan laju erosi terkecil terjadi pada tahun 2019 dengan nilai 40,86 ton/ha/tahun karena tahun 2019 merupakan tahun dengan jumlah curah hujan terendah sebagaimana tersaji pada Tabel 13. Hubungan antara curah hujan tahunan dan tingkat bahaya erosi disajikan pada Gambar 8 dan 9.



Gambar 8 Korelasi Curah Hujan dan Tingkat Bahaya Erosi Pada Sub DAS Sentarum



Gambar 9 Korelasi Curah Hujan dan Tingkat Bahaya Erosi Pada DTA Danau Sentarum

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa terjadi peningkatan luasan kelas TBE seiring dengan meningkatnya jumlah curah hujan tahunan. Pada tahun 2015 dengan curah hujan sebesar 3.312,62 mm/tahun, luas area Sub DAS Sentarum yang masuk kedalam kategori TBE kelas II atau ringan mencapai 20.798,45 Ha dan luas TBE kelas III atau sedang mencapai 71.532,80 Ha. Akan tetapi pada tahun 2016 dimana terjadi peningkatan curah hujan tahunan menjadi 3.981,46 mm/tahun, luas TBE kelas II pada Sub DAS Sentarum mengalami penurunan menjadi 5.248,20 Ha sedangkan luas TBE kelas III meningkat hingga 91.910,86 Ha. Oleh karena itu, terjadi peningkatan laju erosi dari tahun 2015 ke tahun 2016 sebesar 7,28 ton/ha/tahun. Tahun 2019 menjadi tahun yang memiliki curah

hujan tahunan terkecil, oleh karena itu terjadi penurunan luas area TBE kelas III yang berkurang sebesar 55.184,91 Ha serta terjadi peningkatan luas area TBE kelas II yang signifikan dibandingkan tahun sebelumnya sebesar 55.233,57 Ha. Hal yang sama juga berlaku pada analisis laju erosi pada wilayah DTA Sentarum.

Namun, luas perkebunan dan pertanian lahan kering campur semak sebagai penyumbang utama laju erosi pada wilayah Sub DAS Sentarum terus meningkat setiap tahunnya. Hal ini berpotensi meningkatkan laju erosi dan memperparah tingkat bahaya erosi (TBE) pada wilayah Sub DAS Sentarum dan DTA Danau Sentarum.

**Analisis Laju Sedimentasi**

Nilai SDR Sub DAS Sentarum dan DTA Danau Sentarum dapat dihitung seperti dijelaskan pada persamaan (9). Hasil analisis nilai SDR disajikan pada Tabel 16.

**Tabel 16** Nilai SDR Sub DAS Sentarum dan DTA Danau Sentarum

	Luas (Ha)	SDR
Sub DAS Sentarum	379.531,56	0,00869
DTA Danau Sentarum	282.288,84	0,00950

Laju sedimentasi dihitung menggunakan metode *Sediment Delivery Ratio* (SDR) seperti dijelaskan pada persamaan (10). Laju sedimentasi disajikan pada Tabel 17 dan 18.

**Tabel 17** Laju sedimentasi pada Sub DAS Sentarum

Tahun	Laju Erosi (ton/ha/tahun)	SDR	Laju Sedimentasi (ton /tahun)
2015	53,92	0,00869	177.827,89
2016	61,20		201.842,37
2017	54,99		181.357,83
2018	54,90		181.051,97
2019	40,86		134.769,60
2020	43,13		142.244,27

**Tabel 18** Laju sedimentasi pada DTA Danau Sentarum

Tahun	Laju Erosi (ton/ha/tahun)	SDR	Laju Sedimentasi (ton /tahun)
2015	39,61	0,00950	106.181,17
2016	43,86		117.591,64
2017	40,56		108.744,30
2018	40,24		107.886,94
2019	28,23		75.680,18
2020	29,81		79.903,13

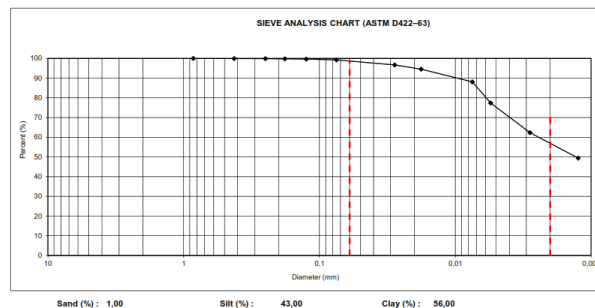
**Tabel 19** Volume sedimen

Tahun	Sub DAS Sentarum		DTA Danau Sentarum	
	Laju Sedimentasi (ton/tahun)	Volume Sedimen (m <sup>3</sup> /tahun)	Laju Sedimentasi (ton/tahun)	Volume Sedimen (m <sup>3</sup> /tahun)
2015	177.827,89	76.386,55	106.181,17	45.610,47
2016	201.842,37	86.702,05	117.591,64	50.511,87
2017	181.357,83	77.902,85	108.744,30	46.711,47
2018	181.051,97	77.771,47	107.886,94	46.343,19
2019	134.769,60	57.890,72	75.680,18	32.508,67
2020	142.244,27	61.101,49	79.903,13	34.322,65
<b>Rata-rata</b>	<b>169.848,99</b>	<b>72.959,19</b>	<b>99.331,23</b>	<b>42.668,05</b>

Untuk mengetahui volume sedimen diperlukan berat jenis sedimen yang diperoleh dari hasil uji lab. Hasil uji sedimen diperoleh dari laporan Strategi Pengelolaan Banjir Terpadu Kabupaten Kapuas Hulu. Hasil uji sedimen disusun oleh Tim Lab. Mekanika Tanah Teknik UNTAN pada bulan November, 2023. Sampel sedimen diambil pada outlet DTA Sentarum yaitu pada bagian hulu Sungai Tawang. Hasil uji lab sedimen disajikan pada Gambar 10 dan 11 berikut.

Sample Number	TW-01		
Location	Sungai Tawang, Suhaid		
Pycnometer Number	4	5	
Pycnometer	W1 gram	49,40	55,62
Pycnometer + dry soil	W2 gram	69,40	75,62
Pycnometer + dry soil + water	W3 gram	162,47	167,49
Pycnometer + water	W4 gram	151,05	156,09
Temperature °C	28,00	28,00	
A = W2 - W1	20,00	20,00	
B = W3 - W4	11,42	11,40	
C = A - B	8,58	8,60	
Specific Gravity, Gs = A / C	2,331	2,325	
Average Gs	2,328		
G for 27.5 °C = G1 (Gs water t °) / (Gs water 27.5°)			

**Gambar 10** Hasil uji lab berat jenis sedimen



**Gambar 11** Hasil uji gradasi sedimen menggunakan saringan

Diketahui bahwa sedimen memiliki berat jenis sedimen sebesar 2,328, dengan komposisi 56% lempung, 43% lanau, dan 1% pasir. Untuk memperoleh volume sedimen dilakukan dengan membagi laju sedimentasi terhadap berat jenis sedimen seperti disajikan pada tabel 19.

**Tabel 20** Persentase volume sedimen pada DTA Danau Sentarum terhadap volume sedimen pada Sub DAS Sentarum

Tahun	Persentase
2015	59,71%
2016	58,26%
2017	59,96%
2018	59,59%
2019	56,16%
2020	56,17%
<b>Rata-Rata</b>	<b>58,31%</b>

Berdasarkan hasil analisis, rata-rata persentase sedimentasi yang terjadi pada wilayah DTA Danau Sentarum selama 2015-2020 adalah 58,31% dari total keseluruhan sedimentasi yang terjadi di Sub DAS Sentarum. Sebagian besar sedimentasi terjadi pada DTA Danau Sentarum yang merupakan bagian hulu dari wilayah Sub DAS Sentarum. Hal tersebut menjelaskan bahwa sebagian besar sedimen yang berada pada Sub DAS Sentarum akan masuk dan tertampung ke dalam Danau Sentarum dan berpotensi mengurangi kemampuan Danau Sentarum untuk menampung debit banjir limpasan dari Sungai Kapuas ketika musim hujan.

Laju sedimentasi memiliki korelasi terhadap laju erosi. Apabila laju erosi meningkat maka laju sedimentasi juga meningkat serta volume sedimen akibat erosi juga akan bertambah. Hingga tahun 2020, wilayah Sub DAS Sentarum masih didominasi oleh TBE kelas I. Akan tetapi, wilayah barat hingga ke utara dan sebagian kecil wilayah timur Sub DAS Sentarum berpotensi menjadi penyumbang erosi terbesar karena memiliki TBE kelas III-V atau kategori sedang hingga sangat berat. Wilayah Sub DAS Sentarum yang memiliki TBE kelas III-V memiliki tutupan lahan yang didominasi oleh pertanian lahan kering campur semak, perkebunan, dan semak belukar serta tanah terbuka. Walaupun tidak terjadi perubahan tata guna lahan yang signifikan dalam periode tahun 2015-2020, akan tetapi dengan tutupan lahan seperti pertanian lahan kering campur semak, perkebunan, semak belukar, dan tanah terbuka sebagai penyumbang laju erosi terbesar, diperlukan suatu upaya konservasi dan penanganan untuk mengendalikan laju erosi agar dapat menekan jumlah volume sedimen yang dihasilkan setiap tahunnya sebagai upaya untuk menjaga kapasitas tampung dari Danau Sentarum.

Penelitian yang dilakukan oleh Banun et al. (2022) pada Sub DAS Sibau yang berada dalam WS Kapuas menunjukkan bahwa tingkat bahaya erosi (TBE) di wilayah tersebut didominasi oleh kategori sangat ringan. Kondisi ini sejalan dengan hasil

perhitungan pada Sub DAS Sentarum, yang juga didominasi oleh TBE sangat ringan. Kesamaan tersebut dapat dikaitkan dengan karakteristik biofisik yang relatif serupa di kedua Sub DAS, terutama pada aspek kemiringan lereng, jenis tanah, serta pola penggunaan lahan yang cenderung stabil dan masih didominasi oleh tutupan vegetasi. Faktor-faktor tersebut menyebabkan klasifikasi TBE pada kedua Sub DAS masih didominasi oleh TBE sangat ringan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo et al. (2018) pada Sub DAS Silat yang berada dalam Wilayah Sungai (WS) Kapuas, laju erosi yang tercatat mencapai 70 Ton/Ha/Tahun. Nilai ini hampir sama dengan laju erosi Sub DAS Sentarum yang berada dalam kisaran 43,13–61,20 Ton/Ha/Tahun. Kemiripan besaran laju erosi pada kedua Sub DAS tersebut dapat terjadi karena keduanya berada pada WS yang sama, sehingga memiliki karakteristik biofisik dan hidrologis yang relatif serupa. Faktor-faktor seperti curah hujan tahunan yang tinggi, bentuk dan kemiringan lereng, karakteristik tanah, serta pola penggunaan lahan yang tidak jauh berbeda menghasilkan laju erosi yang relatif mendekati satu sama lain antara kedua Sub DAS tersebut.

Berdasarkan penelitian oleh Soeryamassoeka (2020), diketahui selama periode 1998-2016 tampungan air rata-rata Danau Sentarum sebesar 7.022,90 juta m<sup>3</sup>. Apabila kapasitas tampung maksimum Danau Sentarum diasumsikan sebesar tampungan air rata-rata Danau Sentarum, dengan volume sedimen rata-rata DTA Danau Sentarum dari tahun 2015-2020 sebesar 42.668,05 m<sup>3</sup> maka Danau Sentarum akan kehilangan kapasitas tampung sebesar 0.001% setiap tahunnya.

## KESIMPULAN

Jenis tutupan lahan yang berpengaruh besar terhadap laju erosi pada wilayah Sub DAS Sentarum adalah lahan kering campur semak, perkebunan, semak belukar, dan tanah terbuka. Selama periode 2015-2020, terjadi penambahan luas perkebunan sebesar 18.845,34 Ha dan pertanian lahan kering campur semak sebesar 1.894,89 Ha. Semak belukar dan tanah terbuka mengalami penurunan luasan dimana luas semak belukar berkurang sebesar 8.024,52 Ha dan luasan tanah terbuka berkurang sebesar 12.172,95 Ha. Laju erosi terbesar terjadi pada tahun 2016 dimana laju erosi yang terjadi pada Sub DAS Sentarum sebesar 61,20 Ton/Ha/Tahun sedangkan laju erosi yang terjadi pada DTA Danau Sentarum sebesar 43,85 Ton/Ha/Tahun. Hal ini dikarenakan pada periode 2015-2020, tahun 2016 memiliki curah hujan tahunan terbesar yang meningkatkan indeks erosivitas sehingga

menyebabkan semakin banyak partikel tanah yang terlepas akibat membesarnya energi kinetik hujan. Berdasarkan sebaran tingkat bahaya erosi (TBE), wilayah Sub DAS Sentarum masih didominasi oleh TBE kelas I atau ringan.

Laju sedimentasi berkorelasi terhadap laju erosi. Oleh karena itu laju sedimentasi tertinggi juga terjadi pada tahun 2016 sebesar 201.842,37 Ton/Tahun pada wilayah Sub DAS Sentarum dan 117.591,64 Ton/Tahun pada DTA Danau Sentarum. Volume sedimen Sub DAS Sentarum pada tahun 2016 sebesar 86.702,05 m<sup>3</sup>/Tahun dan pada DTA Danau Sentarum sebesar 50.511,87 m<sup>3</sup>/Tahun. Dengan volume sedimen rata-rata DTA Danau Sentarum dari tahun 2015-2020 sebesar 42.668,05 m<sup>3</sup>/Tahun, Danau Sentarum akan kehilangan kapasitas tampung sebesar 0,001% setiap tahunnya.

Dengan dilakukannya penelitian tentang analisis laju sedimen secara empiris dan pengaruhnya terhadap kapasitas tampung Danau Sentarum diharapkan dapat digunakan sebagai acuan awal untuk mitigasi pengendalian sedimen pada wilayah Sub DAS Sentarum.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak BWS Kalimantan I, BBSDLP, KLHK, serta Lab. Mekanika Tanah Fakultas Teknik UNTAN yang telah menyediakan data pada penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang memberikan dukungan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar dan terselesaikan dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, B. N., Baskoro, D. P. T., & Murti Laksono, K. (2022). Pendugaan Erosi Tanah dan Perencanaan Tutupan Lahan Hulu DAS Jeneberang, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(2), 302–310. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.2.302>
- Anshari, G. Z. (2006). *Dapatkah Pengelolaan Kolaboratif Menyelamatkan Taman Nasional Danau Sentarum?* (Issue 7). Center for International Forestry Research (CIFOR).
- Arini, S., Yulaikhah, Y., & Cahyono, B. K. (2019). Calculation Of Sedimentation Rate at Sempor Reservoirs in 2018 Using Modified Universal Soil Loss Equation Method (MUSLE). *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 2(2), 212–219. <https://doi.org/10.22146/jgise.51156>
- Banun, E. M., Pramulya, M., & Jumiati. (2022).

Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Potensi Erosi Tanah Di Das Sibau Kabupaten Kapuas Hulu. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 10(2), 229–238. <https://doi.org/doi.org/10.26418/jtlb.v10i2.56394>

- Bouamrane, A., Bouamrane, A., & Abida, H. (2021). Water erosion hazard distribution under a Semi-arid climate Condition: Case of Mellah Watershed, North-eastern Algeria. *Geoderma*, 403(August), 115381. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115381>
- De Crop, W., Verschuren, D., Ryken, N., Basooma, R., Okuonzia, J. T., & Verdoodt, A. (2023). Accelerated Soil Erosion and Sedimentation Associated with Agricultural Activity in Crater-Lake Catchments of Western Uganda. *Land*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/land12050976>
- Etemadi, H., Nikoo, S., & Hashemi, S. A. A. (2021). Introducing an Appropriate Empirical Method for Estimating Sediment Delivery Ratio (SDR) via Sedimentometry of Check-Dams In Small Catchments in Arid Regions (Semnan Province, Iran). *Arabian Journal of Geosciences*, 14(12), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-07322-w>
- Faisal, A., Paga, B. O., Mashudi, & Bachri, S. (2023). Komparasi Beberapa Metode Estimasi Erosivitas Curah Hujan Menggunakan Data Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Stations. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 4(1), 594–603. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v4i1.683>
- Febrianti, A. V., Nurhayati, & Umar. (2024). Perkiraan Erosi Pada Bagian Hulu DAS Sekadau Menggunakan Metode USLE (Universal Soil Loss Equation). *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, Dan Tambang*, 11(1), 1–7. <https://doi.org/10.26418/jelast.v11i1.76727>
- Kaffas, K., Pinaras, V., Al Sayah, M. J., Santopietro, S., & Righetti, M. (2021). A USLE-Based Model With Modified LS-Factor Combined With Sediment Delivery Module for Alpine Basins. *Catena*, 207(August), 105655. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105655>
- Kolli, M. K., Opp, C., & Groll, M. (2021). Estimation of Soil Erosion and Sediment Yield Concentration Across the Kolleru Lake Catchment Using GIS. *Environmental Earth Sciences*, 80(4). <https://doi.org/10.1007/s12665-021-09443-7>
- Krisnayanti, D. S., Udiana, I. M., & Muskanan, M. J. (2018). Pendugaan Erosi dan Sedimentasi Menggunakan Metode Usle dan Musle pada DAS

- Noel-Puames. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 143–154. <https://doi.org/10.35508/jts.7.2.143-154>
- Maghribie, A. F., Yuwono, S. B., Kusumastuti, D. I., Amin, M., Banuwa, I. S., & Wahono, E. P. (2023). Analisis Spasial Indeks Erosi DAS Bulok, Lampung, Indonesia. *Jurnal Hutan Tropis*, 11(3), 273–284. <https://doi.org/10.20527/jht.v11i3.17621>
- Montes-pajuelo, R., Rodríguez-pérez, Á. M., & López, R. (2024). *Analysis of Probability Distributions for Modelling Extreme Rainfall Events and Detecting Climate Change: Insights from Mathematical and Statistical Methods*. 1–24. <https://doi.org/10.3390/math12071093>
- Othman, A. A., Ali, S. S., Salar, S. G., Obaid, A. K., Al-Kakey, O., & Liesenberg, V. (2023). Insights for Estimating and Predicting Reservoir Sedimentation Using the RUSLE-SDR Approach: A Case of Darbandikhan Lake Basin, Iraq–Iran. *Remote Sensing*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/rs15030697>
- Paraya, M. I., Soeryamasoeka, S. B., & Yulianto, E. (2025). Perbandingan Hasil Analisis Tingkat Bahaya Erosi Antara Metode Usle dan Rusle Di Sub DAS Kapuas Hulu. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 13(2), 314–335. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v13i2.90927>
- Pradipta, A. G., Loc, H. H., Park, E., Prihanantya, A. S., Nurhady, S., Setyawan, C., Mohanasundaram, S., Viridis, S. G. P., & Shrestha, S. (2023). Mapping the Vulnerability of Irrigation Sand Traps in A Tropical Volcanic Basin, Indonesia. *Scientific Reports*, 13(1), 1–17. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-45036-z>
- Prasetyo, H., Fajri, A., Purwanti, A., & Farfian, R. (2018). ANALISIS PERUBAHAN ELEVASI DASAR SUNGAI SILAT KABUPATEN KAPUAS HULU. *Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air Dengan Tema “Pengelolaan Sumber Daya Air Untuk Pembangunan*, 211–223.
- Raco, B., Wicaksono, A., & Triweko, R. W. (2022). Tingkat Bahaya Erosi Akibat Perubahan Tutupan Lahan Pada Daerah Tangkapan Air Danau Tondano. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 63–76.
- Rahmawati, F., Winarno, D. J., & Kusumastuti, D. I. (2018). Analisis Sedimen Pada Daerah Aliran Sungai PLTA Way Besai Dengan Metode USLE (United Soil Loss Equation). *Jrsdd*, 6(4), 457–470.
- Rajbanshi, J., & Bhattacharya, S. (2020). Assessment of Soil Erosion, Sediment Yield and Basin Specific Controlling Factors Using RUSLE-SDR and PLSR Approach in Konar River Basin, India. *Journal of Hydrology*, 587(April), 124935. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124935>
- Rizky, F., Soeryamasoeka, S., & Kartini, K. (2024). Erosion Hazard Level Prediction in Lake of Sentarum Area. *Jurnal Teknik Sipil*, 24(2), 904–923. <https://doi.org/10.26418/jts.v24i2.78718>
- Samsidar, Illahi, F., & Farid, F. (2022). Analisis Laju Erosi Menggunakan Metode Usle (Universal Soil Loss Equation) di Sekitar Sub Daerah Aliran Sungai (Das) Batang Limun Provinsi Jambi. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (JUPITER)*, 4(1), 29. <https://doi.org/10.31851/jupiter.v4i1.8872>
- Selmy, S. A. H., Al-Aziz, S. H. A., Jiménez-Ballesta, R., García-Navarro, F. J., & Fadl, M. E. (2021). Modeling and Assessing Potential Soil Erosion Hazards Using Usle and Wind Erosion Models in integration with Gis Techniques: Dakhla Oasis, Egypt. *Agriculture (Switzerland)*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/agriculture11111124>
- Soeryamasoeka, S. B. (2020). *Interaksi Aliran Antara Taman Nasional Danau Sentarum dan Sungai Kapuas*. Universitas Katolik Parahyangan.
- Sujatmoko, B., Hirvan, Z., & Fauzi, M. (2022). Analisis Laju Erosi dan Sedimentasi Lahan pada DAS Batang Kuranji Kota Padang. *Jurnal Teknik*, 16(1), 1–8. <https://doi.org/10.31849/teknik.v16i1.8952>
- Wondrade, N. (2023). Integrated Use of GIS, RS and USLE Model for LULC Change Analysis and Soil Erosion Risk Mapping in the Lake Hawassa Watershed, Southern Ethiopia. *Geocarto International*, 38(1), 2210106. <https://doi.org/10.1080/10106049.2023.2210106>
- Wu, L., Liu, X., & Ma, X. yi. (2018). Research Progress on the Watershed Sediment Delivery Ratio. *International Journal of Environmental Studies*, 75(4), 565–579. <https://doi.org/10.1080/00207233.2017.1392771>