

ANALISA PERUBAHAN TINGKAT BAHAYA EROSI DI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) KALI SERANG PERIODE TAHUN 2014-2016

Trevy Austin Rajagukguk^{*)}, Abdi Sukmono, Nurhadi Bashit

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
 Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
 Email : trevy25austin@gmail.com

ABSTRAK

DAS Kali Serang merupakan salah satu DAS yang cukup mendominasi di Pulau Jawa. DAS Kali Serang terletak di antara DAS Progo dan DAS Bogowonto yang tepatnya berada di Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. DAS Kali Serang juga merupakan DAS yang mengairi salah satu waduk terbesar di Jawa Tengah yaitu Waduk Kedung Ombo. Waduk Kedung Ombo menampung air dari dua sungai utama yaitu Kali Serang dan Kali Uter yang memiliki luasan area DAS seluas 57.744,04 ha yang terdiri dari empat sub DAS. Namun seiring berjalannya waktu, Waduk Kedung Ombo mengalami penurunan kualitas air dikarenakan permasalahan kondisi waduk dan permasalahan kawasan di sekitarnya yang menyebabkan terjadinya sedimentasi pada sungai dan waduk yang berasal dari erosi tanah yang berpengaruh terhadap besaran potensi erosi terutama pada daerah sabuk hijau di kawasan Waduk Kedung Ombo.

Besaran potensi erosi tersebut diketahui dengan melakukan suatu prediksi erosi dengan berbagai metode kuantitatif salah satunya dengan menggunakan metode empiris USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Hasil penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perkembangan erosi di Daerah Aliran Sungai Kali Serang yang khususnya bermuara ke Waduk Kedung Ombo.

Hasil penelitian ini menunjukkan kelas tingkat bahaya erosi di Daerah Aliran Sungai Kali Serang pada Waduk Kedung Ombo yang paling besar adalah kelas 15-60 ton/ha/tahun dengan luas pada tahun 2014 sebesar 20.368,786 ha dan 2016 sebesar 23.320,163 ha. Perubahan tingkat bahaya erosi pada DAS Kali Serang yang signifikan di area sub DAS Karangboyo dan sub DAS Laban yang berpengaruh terhadap endapan *Total Suspended Solid* (TSS) di Waduk Kedung Ombo.

Kata Kunci : Waduk Kedung Ombo, TSS, Erosi, USLE

ABSTRACT

Serang River watershed is one of the most dominant watersheds in Java. The Serang River watershed is located between the Progo watershed and Bogowonto watershed, which is precisely located in Kulon Progo Regency, Yogyakarta's Provincial Region. The Serang River watershed is also a watershed that irrigates one of the largest Dams in Central Java, the Kedung Ombo Dam. The Kedung Ombo Dam holds water from two main rivers, Serang River and Uter River, which have an area of 57,744.04 ha in the watershed, which consists of four sub-watersheds. But over time, the Kedung Ombo Dam experienced a decrease in water quality due to the problem of Dam conditions and the problems of the surrounding area which caused sedimentation in rivers and Dams that came from soil erosion which affected the amount of erosion potential especially in the green belt area in the Kedung Ombo Dam.

The magnitude of the erosion potential is known by doing an erosion prediction with various quantitative methods, one of which is by using the empirical method of USLE (Universal Soil Loss Equation). The results of this study were to determine the effect of erosion development in the Serang River watershed which specifically empties into the Kedung Ombo Dam.

The results of this study indicate that the erosion hazard class in the Serang River Watershed at the Kedung Ombo Dam is the largest class of 15-60 tons / ha / year with an area of 2014 amounting to 20,368,786 ha and 2016 of 23,320,163 ha. The changes in the level of erosion hazard in the Serang River watershed were significant in the Karangboyo watershed and Laban sub-watersheds which affected the sedimentation of Total Suspended Solid (TSS) in the Kedung Ombo Dam.

Keywords: Serang River Watershed, Kedung Ombo Dam, Erosion, USLE

^{*)} Penulis, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

DAS Kali Serang merupakan salah satu DAS yang cukup mendominasi di Pulau Jawa. DAS Kali Serang terletak di antara DAS Progo dan DAS Bogowonto yang tepatnya berada di Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi DAS Kali Serang secara geografis terletak antara 7°43'40" - 7°55'30" LS dan 110°03'49" - 110°13'50" BT. DAS Kali Serang juga melewati Kabupaten Semarang, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Grobogan, dan Kabupaten Demak. Daerah Aliran Sungai memiliki luas sebesar 601,57 km² yang terletak pada Kabupaten Semarang, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Sragen, kabupaten Grobogan, Kabupaten Blora, Kabupaten Demak, Kabupaten Kudus, dan Kabupaten Jepara. DAS Kali Serang juga merupakan DAS yang mengairi salah satu waduk terbesar di Jawa Tengah yaitu Waduk Kedung Ombo. Waduk Kedung Ombo menampung air dari dua sungai utama yaitu Kali Serang dan Kali Uter yang memiliki luasan area DAS seluas 57.744,04 ha yang terdiri dari empat sub DAS yaitu sub DAS Karangboyo dengan luas 11.941,37 ha, sub DAS Laban 11.941,37 ha, sub DAS Gading 16.880,08 ha dan sub DAS Uter 17.446,05 ha (BBWS Pemali Juana, 2013).

Namun seiring berjalannya waktu, Waduk Kedung Ombo mengalami penurunan kualitas air dikarenakan permasalahan kondisi waduk dan permasalahan kawasan di sekitarnya, seperti penurunan jumlah air yang masuk ke dalam waduk, semakin besarnya kisaran debit maksimum dan minimum, yang juga mengindikasikan semakin rusaknya Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Serang (Nugroho dkk, 2013). Salah satu permasalahan yang paling umum adalah pendangkalan yang terjadi di sekitar waduk.

Data Kementerian Lingkungan Hidup (2003) menyatakan bahwa Waduk Kedung Ombo mengalami penyusutan air hingga 42,67% dari volume air normal (723,16 juta m³). Data Departemen Pemerintahan Umum per Februari 2007 menyatakan volume ketersediaan air di Waduk Kedung Ombo hanya setengah dari yang direncanakan. Hal tersebut terjadi akibat adanya deforestasi dan konversi lahan untuk pertanian pada area Daerah Tangkapan Waduk (DTW) yang menyebabkan terjadinya sedimentasi pada sungai dan waduk yang berasal dari erosi tanah (Miardini dan Benny, 2011). Tingkat sedimentasi yang tinggi pada perairan dapat mengakibatkan degradasi kualitas air dan berpengaruh terhadap besaran potensi erosi terutama pada daerah sabuk hijau di kawasan Waduk Kedung Ombo.

Besaran potensi erosi tersebut diketahui dengan melakukan suatu prediksi erosi dengan berbagai metode kuantitatif salah satunya dengan menggunakan metode empiris USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Metode USLE digunakan untuk

memprediksi laju erosi pada permukaan lahan, metode USLE dapat dimanfaatkan untuk memprakirakan besarnya erosi untuk berbagai macam kondisi tataguna lahan dan kondisi iklim yang berbeda. Hasil penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perkembangan erosi di Daerah Aliran Sungai Kali Serang yang khususnya bermuara ke Waduk Kedung Ombo.

Berdasarkan latar belakang diatas, perlu adanya usaha adanya pemodelanpredik erosi di Sub DAS sekitar area Waduk Kedung Ombo untuk mengetahui perubahan Tingkat Bahaya Erosi dari tahun ke tahun. Penelitian ini menghasilkan peta zonasi erosi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Serang di waduk Kedung Ombo.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana perkembangan TBE di DAS Kali Serang?
2. Bagaimana pengaruh perkembangan erosi di Daerah Aliran Sungai Kali Serang yang bermuara ke Waduk Kedung Ombo?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui perkembangan TBE di DAS Kali Serang pada tahun 2014 dan 2016.
2. Mengetahui pengaruh perkembangan erosi di Daerah Aliran Sungai Kali Serang dan Kali Uter yang bermuara ke Waduk Kedung Ombo.

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik bertujuan untuk menghilangkan distorsi radiometrik yang menurunkan kualitas citra pada saat satelit merekam bumi. Koreksi radiometrik dilakukan dengan Koreksi *Bottom of Atmosphere* (BoA) yang menggunakan parameter koreksi dari hasil simulasi menggunakan *Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum-Vector* (6SV). Model 6S melibatkan data untuk perhitungan absorpsi atmosfer menggunakan nilai yang meningkat untuk gas-gas di atmosfer (Tso dan Mather, 2009 dikutip dalam Danoedoro, 2012).

II.2 Erosi

Erosi merupakan interaksi antara faktor iklim, topografi, tanah, vegetasi dan aktifitas manusia yang dinyatakan dengan formula sebagai berikut (Baver, 1972; Suprayogi dkk, 2015, dalam Santoso, 2017):

$$E = f(c, t, v, s, h) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- | | |
|---------------|--------------|
| E= Erosi | v = Vegetasi |
| f = Fungsi | s = Tanah |
| c = Iklim | h = Manusia |
| t = Topografi | |

II.3 Universal Soil Loss Equation (USLE)

Universal Soil Loss Equation merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memprediksi laju erosi. USLE memungkinkan perencanaan memprediksi laju erosi rata-rata lahan tertentu pada suatu kemiringan dengan pola hujan tertentu untuk setiap jenis tanah dan penerapan pengelolaan lahan (tindakan konservasi lahan). USLE dirancang untuk memprediksi erosi jangka panjang dari erosi lembar (*sheet erosion*) dan erosi alur di bawah kondisi tertentu (Janixon, 2014).

Bentuk erosi yang dapat diprediksi adalah erosi lembar atau alur, tetapi tidak dapat memprediksi pengendapan dan tidak memperhitungkan hasil sedimen dari erosi aliran sungai, tebing dan dasar sungai (Wschmeier dan Smith dalam Arsyad, 2000). Model prediksi erosi USLE merupakan persamaan empiris dengan model matematis sebagai berikut (Wschmeier dan Smith dalam Arsyad, 2000):

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

Dimana :

- A = Erosi Tanah Tahunan (ton/ha)
- R = Erosivitas Hujan
- K = Faktor erodibilitas tanah
- LS = Faktor kemiringan lereng
- P = Faktor pengelolaan tanaman
- C = Faktor tindakan konservasi praktis

II.4 Total Suspended Solid (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter > 1 µm) yang tertahan pada saringan *miliopore* dengan diameter pori 0,45 µm. TSS terdiri dari lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik. Penyebab utama terjadinya TSS adalah kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air (Effendi dalam Jiyah, 2017). Dalam hal ini, TSS juga bukan hanya menjadi ukuran penting pada erosi di alur sungai, akan tetapi berhubungan erat juga pada transportasi melalui sistem sungai nutrisi yang mengandung bahan-bahan kimia yang tersuspensi (Santoso, 2017).

Pemantauan tingkat kekeruhan permukaan air danau dilakukan dengan secara kualitatif dengan menggunakan model algoritma ekstraksi TSS. Estimasi nilai TSS diperoleh dengan cara menghitung perbedaan padatan terlarut total secara gravimetri menggunakan rumus:

$$TSS (mg/l) = (A-B) \times 1000 / V$$

Keterangan :

- A = berat kertas saring + residu kering (mg)
- B = berat kertas saring (mg)
- V = volume contoh (ml)

III. Metodologi Penelitian

III.1. Perangkat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi tiga, yaitu:

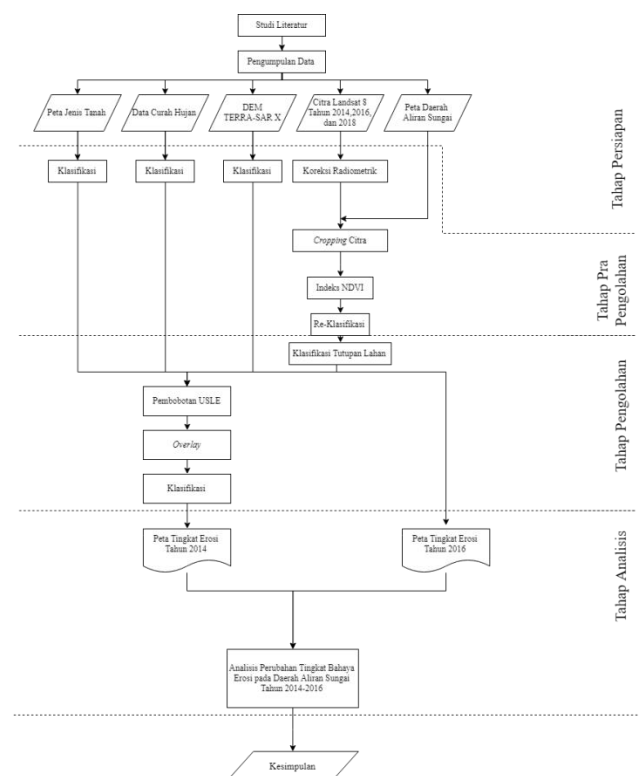
1. Perangkat Keras
 - a. Laptop
 - b. Printer
2. Perangkat Lunak
 - a. Software GIS
 - b. Software Pengolah Citra
3. Peralatan Pengukuran Lapangan
 - a. GPS Handheld
 - b. Botol tempat air sampel
 - c. Perahu motor
 - d. Kamera

III.2. Data Penelitian

Data-data penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Citra Landsat 8 tahun 2014, 2016, 2018 (Sumber : earthexplorer.usgs.gov).
2. Data DAS Kali Serang Tahun 2017 (Sumber : BPDAS Pemali-Jratun dan Balai PUSDATARU Seluna Kudus)
3. Data Curah Hujan per tahun setiap stasiun Kabupaten Grobogan, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Magelang dan Kabupaten Sragen Jawa Tengah (Sumber: Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (DINAS PSDA) Provinsi Jawa Tengah)
4. Data Jenis Tanah Kabupaten Grobogan, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Sragen, dan Kabupaten Semarang, Jawa Tengah (Sumber : Bappeda Kabupaten terkait)
5. DEM TERRA-SAR untuk Data Kelerenghan Waduk Kedung Ombo dari BIG 2014.

III.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar III-1. Diagram Alir Penelitian

III.5. Tahap Pra-Pengolahan

III.5.1. Koreksi Radiometrik

Koreksi Radiometrik dilakukan dengan melakukan koreksi *Bottom of Atmosphere* (BoA). Koreksi BoA dilakukan dengan memasukkan data yang dibutuhkan dari metadata citra yang akan diolah. Data- data yang dimasukkan terdiri atas 6 parameter yaitu *geometrical conditions, atmospheric model, target and sensor altitude, spectral conditions, ground reflectant, signal, dan results*. Data- data yang digunakan untuk konsentrasi dari *aerosol* menggunakan parameter *visibility(km)*. Tebal optis *aerosol (aerosol thickness)* pada 550 nm selanjutnya dihitung berdasarkan profil atmosferis daerah *Tropical* dan model *aerosolUrban Model*.

III.5.2. Cropping Citra

Tahapan *preprocessing* ini dilakukan dengan memotong citra sesuai dengan kebutuhan wilayah penelitian. Wilayah penelitian ini terbagi atas dua yaitu Waduk Kedung Ombo dan Daerah Aliran Sungai Kali Serang.

Pemotongan citra di area Waduk Kedung Ombo dilakukan untuk melakukan proses pengolahan untuk mendapatkan nilai TSS. Pemotongan citra pada Daerah Aliran Sungai untuk mengetahui batas subdas-subdas yang berada di sekitar waduk.

III.6. Tahap Pengolahan

III.6.1. Perhitungan Pembobotan Tingkat Bahaya

Erosi dengan USLE

Perhitungan pembobotan TBE dengan USLE dipengaruhi oleh beberapa faktor yang digunakan. Faktor-faktor tersebut merupakan parameter yang didapat pada metode USLE. Parameter USLE tersebut berupa erosititas hujan, erodibilitas tanah, kemiringan lereng, dan pengelolaan lahan.

III.6.2. Erosivitas Hujan (R)

Data curah hujan pada penelitian ini digunakan untuk menentukan nilai faktor parameter R. Nilai R didapatkan dengan menghitung nilai dari data curah hujan perbulannya kemudian didapatkan nilai R dari setiap stasiun yang berada pada daerah subdas. Data curah hujan yang diambil merupakan data curah hujan dari beberapa kabupaten yang mengenai DAS Kali Serang pada perairan Waduk Kedung Ombo. Data curah hujan tersebut terdiri dari Kabupaten Boyolali, Grobogan, Sragen, dan Magelang di 13 titik yang berada pada Daerah Aliran Sungai Kali Serang. Hasil perhitungan nilai R pada tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel III-1.

Tabel III-1. Data Hasil Perhitungan Nilai R Titik Stasiun Tahun 2016

No	Stasiun	Jumlah (mm)	Jumlah R (mm)
1	Geyer,Grobogan	2.539	1.828,235

2	Wonosegoro,Boyolali	2.826	2.030,405
3	Andong,Boyolali	2.459	1.681,929
4	Juwangi,Boyolali	1.773	1.162,679
5	Klego,Boyolali	4.364	3.785,587
6	Karanggede,Boyolali	2.514	2.361,658
7	Kemusuboyolali	4.926	4.274,683
8	Ketro,Sragen	3.046	2.238,081
9	Kedung Kancil, Sragen	2.395	1.697,762
10	Tangen,Sragen	3.374	2.565,356
11	Muntilan,Magelang	3.764	3.364,631
12	Sawangan,Magelang	4.761	4.125,866
Rataan			2.593,073

III.6.3. Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas tanah didapatkan dari data jenis tanah. Data jenis tanah yang digunakan merupakan data jenis tanah dari 4 Kabupaten yang mengelilingi area perairan Waduk Kedung Ombo. Data tersebut kemudian di deliniasi sesuai dengan sub DAS pada waduk. Hasil deliniasi yang telah menjadi batas sub DAS kemudian diklasifikasi berdasarkan persamaan jenis tanah dan nilai K pada Tabel III-2.

Tabel III-2. Nilai Erodibilitas Tanah (K) (Puslitbang Bogor, 1985)

No	Jenis Tanah	Nilai K
1	Alluvial Coklat	0,315
2	Aluvial Coklat Cokem	0,193
3	Andosol Coklat Tua	0,278
4	Asosiasi Litosol dan Grumusol	0,251
5	Grumusol Kelabu	0,176
6	Grumusol Kelabu Tua	0,187
7	Grumusol	0,187
8	Kompleks Litosol Mediteran dan Renzina	0,251
9	Kompleks Regosol Kelabu dan Grumusol Kelabu Tua	0,302
10	Latosol Coklat	0,175
11	Latosol Coklat Tua	0,058
12	Mediteran Coklat Tua	0,323
13	Regosol Grumusol	0,302

III.6.4. Kemiringan Lereng (LS)

Data DEM Terra-SAR digunakan untuk mendapatkan data kelerengan dari DAS Kali Serang. Data tersebut berupa data raster yang diubah menjadi data vektor dengan melakukan pengolahan pada *software Arc Map 10.3.1* berupa *Spatial Analyst* → *Slope*.

Hal tersebut dilakukan untuk mempermudah dalam klasifikasi kemiringan lereng dengan nilai indeks LS. Klasifikasi kemiringan lereng sesuai pada Tabel III-3. Tampilan hasil penolahan data DEM menjadi data kemiringan lereng yang sesuai dengan nilai LS.

Tabel III-3. Nilai Indeks LS (RTL-RLKT Departemen Kehutanan, 1995; dalam Wari dan Bimby,2016)

Kemiringan lereng (%)	Penilaian LS
0-8	0,4
8-15	1,4
15-25	3,1

25-40	6,8
>40	9,5

III.6.5. Pengelolaan Tanaman dan Konservasi Lahan (CP)

Indeks NDVI digunakan untuk menentukan nilai faktor pengelolaan tanaman dan konservasi tanah atau nilai CP. Indeks NDVI didapatkan dengan pengolahan citra Landsat 8 yang telah terkoreksi dan di *cropping* sesuai dengan sub DAS Kali Serang di area Waduk Kedung Ombo pada *software* Envi 5.1.

Hasil pengolahan NDVI kemudian diklasifikasi berdasarkan persamaan jenis tanah dan nilai CP yang terdapat pada Tabel III-4. Penentuan nilai CP dengan indeks NDVI dilakukan pada *software* Arc Map 10.3.1.

Tabel III-4. Perkiraan nilai CP berbagai jenis penggunaan lahan di Jawa (Suprayogi dkk, 2015 dalam Santoso, 2017)

Klasifikasi Kerapatan	Jenis Tutupan	Nilai CP
Badan Air	Danau, laut, sungai	0,010
Vegetasi Cukup Rapat	Pemukiman, Lahan Kosong	0,430
Vegetasi Jarang	Tegalan, Sawah	1,000
Vegetasi Rapat	Sawah, Semak Belukar	0,100
Vegetasi Sangat Rapat	Tumbuhan Perdu, Hutan	0,001

III.6.6. Pembobotan dan Overlay

Pembobotan pada data untuk tingkat bahaya erosi dilakukan pada *software* Arc MAP 10.3.1 yaitu dengan melakukan *overlay* pada data curah hujan, data jenis tanah, data kemiringan lereng, dan data penggunaan lahan dengan indeks NDVI. Data tersebut merupakan data yang sudah dibobotkan dengan masing-masing nilai faktor parameter pada USLE. Pembobotan nilai USLE dilakukan dengan menggunakan rumus USLE.

III.7. Tahap Analisis

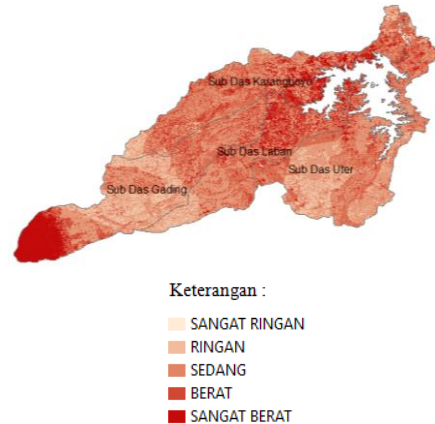
III.7.1. Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi

Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi dilakukan dengan menggunakan rumus USLE berdasarkan parameter-parameter yang telah ditentukan kemudian diklasifikasikan dalam 5 kelas pada Tabel III.4. Hasil klasifikasi kemudian disesuaikan berdasarkan sub DAS dengan cara *overlay > dissolve* data-data yang dibutuhkan pada *software* Arc MAP 10.3.1. Hasil klasifikasi dapat dilihat pada Gambar III-2.

Tabel III-5. Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi (Dephut, 1985 dalam Utomo, 1994)

No	Kelas TBE	Kehilangan Tanah (ton/ha/tahun)	Keterangan
1	I	<15	Sangat Ringan
2	II	15 – 60	Ringan
3	III	60 – 180	Sedang

4	IV	180 – 480	Berat
5	V	>480	Sangat Berat



Gambar III-2. Hasil Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi

III.7.2. Pengolahan Data In-Situ TSS

Data *in-situ* diperoleh dengan mengambil beberapa titik sampel air yang berada di area Waduk Kedung Ombo dengan koordinat yang telah ditetapkan pada tanggal yang sama dengan akuisisi perekaman citra landsat 8 yaitu pada tanggal 3 April 2018 dengan cuaca yang sangat baik pada saat pengambilan dan perekaman.

Pengambilan sampel air menggunakan GPS *Handheld* sebagai alat penunjuk dan pengambilan koordinat di area waduk. Pengambilan sampel air digunakan untuk mengetahui nilai *Total Suspended Solid* yang kemudian diuji secara gravimetri. Perhitungan estimasi nilai TSS diperoleh dengan cara menghitung perbedaan antara padatan terlarut total dan padatan total menggunakan rumus (SNI 06-6989.3-2004).

III.7.3. Pembuatan Model sebaran TSS

Pembuatan model sebaran TSS dilakukan dengan menggunakan data citra Landsat 8 secara multitemporal yaitu tahun 2014, 2016, dan 2018. Pendugaan konsentrasi TSS menggunakan nilai reflektansi dari *band* yang digunakan sesuai dengan algoritma TSS. Adiputro (1994) dalam Kusuardani (2011) mengelompokkan tingkat pencemaran berdasarkan sebaran TSS menjadi 4 kelas, yakni :

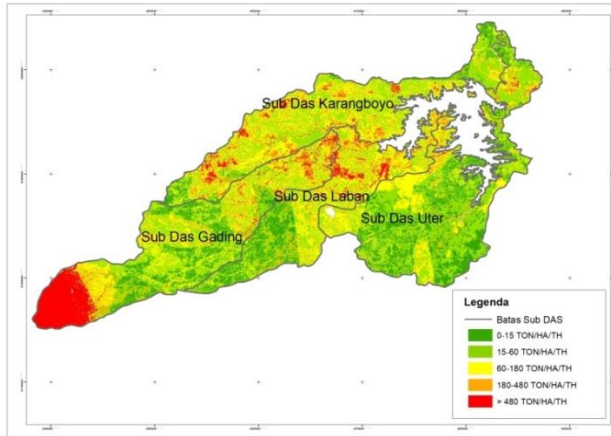
1. Kelas 1: 0-20 mg/l (belum tercemar)
2. Kelas 2: 20-50 mg/l (tercemar ringan)
3. Kelas 3: 50-100 mg/l (tercemar sedang)
4. Kelas 4: > 100 mg/l (tercemar berat)

IV. Hasil dan Pembahasan

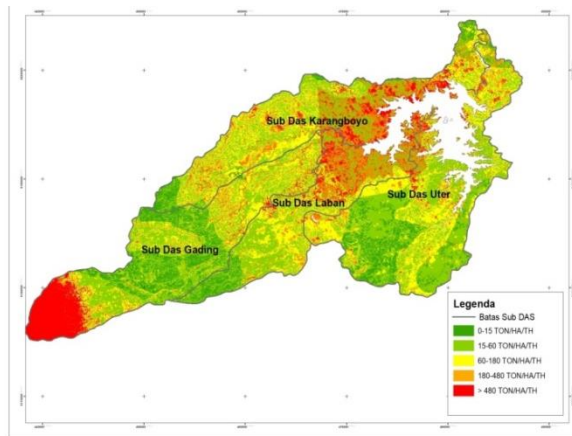
IV.1. Analisis Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Penentuan klasifikasi tingkat bahaya erosi diperoleh dari hasil *overlay* peta curah hujan, kelerengan, jenis tanah, dan tutupan lahan yang telah diklasifikasi berdasarkan nilai-nilai dari faktor parameter. Hasil *overlay* tersebut diperoleh peta sebaran tingkat bahaya erosi di DAS Kali Serang yang

mengalir pada Waduk Kedung Ombo di tahun 2014 dan 2016 dapat dilihat pada Gambar IV-1 dan Gambar IV-2.



Gambar. IV-1 Sebaran Tingkat Bahaya Erosi Tahun 2014



Gambar IV-2 Sebaran Tingkat Bahaya Erosi Tahun 2016

Tabel IV-1. Hasil luas tingkat bahaya erosi tahun 2014

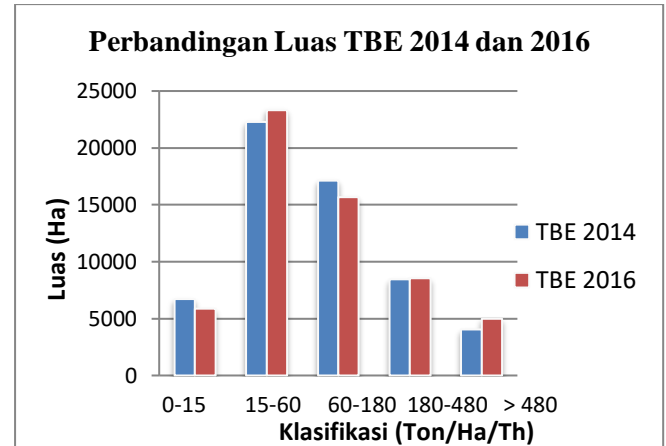
Klasifikasi (ton/ha/th)	Kelas	Luas (Ha)	Luas (%)
0-15	Sangat Ringan	5.491,988	9,407
15-60	Ringan	20.368,786	34,890
60-180	Sedang	19.008,779	32,561
180-480	Berat	8.530,263	14,612
> 480	Sangat Berat	4.980,058	8,530
Total		58.379,873	100,000

Tabel IV-2. Hasil luas tingkat bahaya erosi tahun 2016

Klasifikasi (Ton/Ha/Th)	Kelas	Luas (Ha)	Luas (%)
0-15	Sangat Ringan	5.857,237	10,030
	Ringan		
15-60	Ringan	23.320,16	39,932
	Sedang		
60-180	Sedang	15.681,70	26,853

180-480	Berat	8.559,443	14,657
>480	Sangat Berat	4.980,643	8,529
Total		58.399,19	100,000

Peta sebaran DAS Kali Serang pada perairan Waduk Kedung Ombo maka didapatkan hasil perbandingan luasan daerah tiap kelas tingkat bahaya erosi yang disajikan pada diagram Gambar dan Tabel IV.3.



Gambar IV-3 Diagram Perbandingan Luas Sebaran Tingkat Bahaya Erosi Tahun 2014 dan 2016

Tabel IV-3. Klasifikasi Perbandingan Luas Sebaran Tingkat Bahaya Erosi Tahun 2014 dan 2016

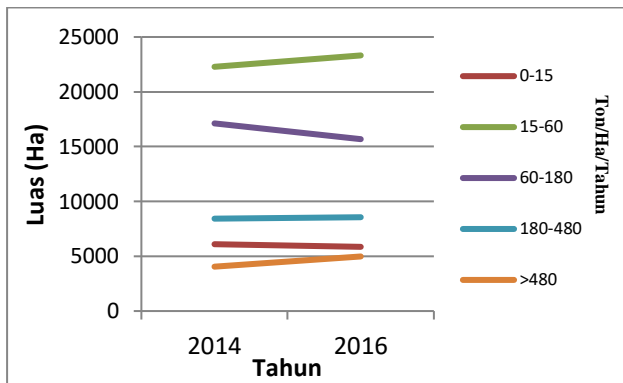
Klasifikasi (Ton/Ha/Th)	Kelas	Luas (Ha)	
		2014	2016
0-15	Sangat Ringan	6.698,763	5.857,237
	Ringan	22.281,79	23.320,16
15-60	Ringan	7	3
	Sedang	17.120,09	15.681,70
60-180	Sedang	1	6
180-480	Berat	8.429,447	8.559,443
>480	Sangat Berat	4.049,587	4.980,643

Hasil perbandingan luas TBE pada DAS Kali Serang yang mengalir ke Waduk Kedung Ombo dari tahun 2014 sampai 2016 pada kelas 0-15 ton/ha/tahun, 15-60 ton/ha/tahun, 180-480 ton/ha/tahun, dan >480 ton/ha/tahun mengalami kenaikan tetapi hanya kelas ringan (15-60 ton/ha/tahun) yang mengalami kenaikan sangat signifikan. Kelas yang mengalami penurunan berada pada kelas 60-180 ton/ha/tahun. Hal ini dapat dikatakan bahwa tingkat bahaya erosi di DAS Kali Serang yang dialirkan pada Waduk Kedung Ombo tidak terlalu mengalami peningkatan dikarenakan kelas TBE ringan (15-60 ton/ha/tahun) mengalami kenaikan luasan yang signifikan dibandingkan dengan kelas

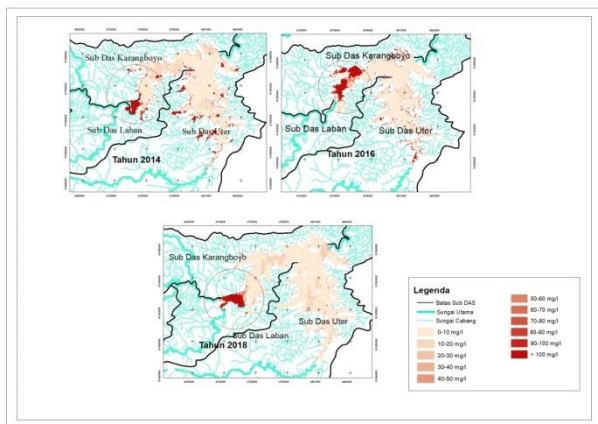
sangat berat (> 480 ton/ha/tahun) yang mengalami peningkatan sebesar 931,056 Ha dan kelas sedang (180-480 ton/ha/tahun) yang mengalami penurunan dari tahun 2014 sampai 2016 sebesar 1.468,385 Ha.

IV.2. Analisis Perubahan Tingkat Bahaya Erosi Tahun 2014-2016 Sub DAS pada Waduk Kedung Ombo

Perbandingan luasan TBE di DAS Kali Serang pada perairan Waduk Kedung Ombo tahun 2014 dan 2016 dapat dilihat pada grafik dalam Gambar IV-4.

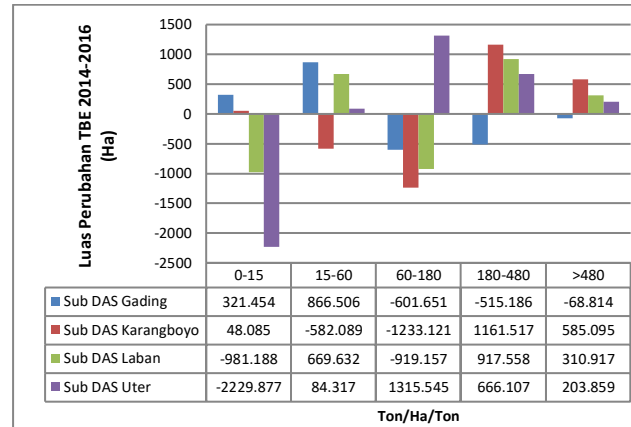


Gambar IV-4. Grafik Perbandingan Luasan TBE Tahun 2014 dan 2016



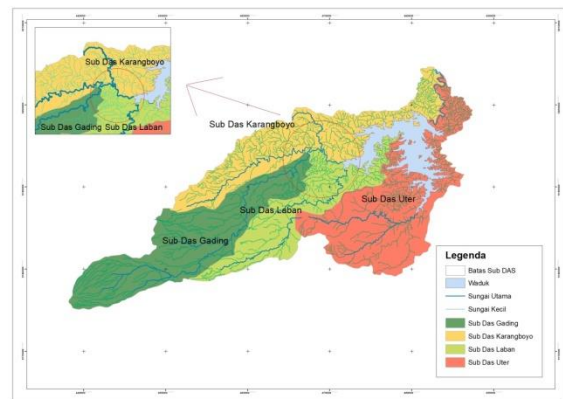
Gambar IV-5 Perbandingan Sebaran TSS Waduk Kedung Ombo

Peta sebaran endapan TSS hasil klasifikasi dilakukan analisis dengan besarnya luasan Daerah Aliran Sungai pada Kali Serang. Jika dilihat berdasarkan sub DAS, persebaran TSS dipengaruhi oleh banyak atau sedikitnya jumlah aliran yang memasuki wilayah perairan waduk.



Gambar IV-6 Hasil Perubahan Luasan Setiap Kelas Masing-Masing Sub DAS

Peta perubahan nilai luasan TBE diperaian Waduk Kedung Ombo tahun 2014-2016 menunjukkan daerah yang terjadi perubahan nilai TSS paling besar terjadi pada bagian muara sungai dari sub das Gading, Laban, dan Karangboyo. Hal ini diindikasikan pada bagian muara sungai tersebut memiliki nilai endapan TSS yang sangat pekat.



Gambar IV-7 Waduk Kedung Ombo dan DAS Serang

Sub DAS yang paling besar menyumbangkan erosi yaitu Sub DAS Laban, Sub DAS Gading, dan Sub DAS Karangboyo. Ketiga Sub DAS merupakan penyumbang aliran air yang paling besar pada Waduk Kedung Ombo. Namun, untuk sub DAS yang mengalami perubahan sebaran endapan TSS yang besar adalah Sub DAS Laban dan Sub DAS Karangboyo. Hal tersebut terjadi karena kedua sub DAS merupakan sub DAS yang muara sungainya paling dekat dengan waduk. Berbeda dengan Sub DAS Gading yang merupakan sub DAS yang mengalami perubahan luasan TBE paling besar. Perubahan luasan TBE pada sub DAS tersebut semakin membaik setiap tahunnya sehingga berpengaruh terhadap perubahan TSS yang semakin mengecil.

Sub DAS Uter mengalami kenaikan kelas sangat ringan dan ringan pada perubahan luasan TBE. Sub DAS Uter juga merupakan salah satu penyumbang aliran air pada Waduk Kedung Ombo perubahan TBE juga tidak terlalu signifikan. Hal tersebut juga bisa disebabkan oleh Sub DAS Uter yang memiliki sungai

yang paling kecil dibandingkan kedua sub DAS sehingga jumlah pemasokkan air yang masuk juga tidak terlalu besar pada Waduk Kedung Ombo.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil perbandingan luas TBE pada DAS Kali Serang yang mengalir ke Waduk Kedung Ombo dari tahun 2014 sampai 2016 pada kelas 0-15 ton/ha/tahun, 15-60 ton/ha/tahun, 180-480 ton/ha/tahun, dan >480 ton/ha/tahun mengalami kenaikan tetapi hanya kelas ringan (15-60 ton/ha/tahun) yang mengalami kenaikan sangat signifikan. Kelas yang mengalami penurunan berada pada kelas 60-180 ton/ha/tahun. Hal ini dapat dikatakan bahwa tingkat bahaya erosi di DAS Kali Serang yang dialirkan pada Waduk Kedung Ombo tidak terlalu mengalami peningkatan dikarenakan kelas TBE ringan (15-60 ton/ha/tahun) mengalami kenaikan luasan yang signifikan dibandingkan dengan kelas sangat berat (> 480 ton/ha/tahun) yang mengalami peningkatan sebesar 931,056 Ha dan kelas sedang (180-480 ton/ha/tahun) yang mengalami penurunan dari tahun 2014 sampai 2016 sebesar 1.468,385 Ha.
2. Sub DAS yang paling besar menyumbang erosi yaitu Sub DAS Laban, Sub DAS Gading, dan Sub DAS Karangboyo. Ketiga Sub DAS merupakan penyumbang aliran air yang paling besar pada Waduk Kedung Ombo. Hal tersebut terjadi karena ketiga sub DAS merupakan sub DAS yang muara sungainya paling dekat dengan waduk. Berbeda dengan Sub DAS Gading yang merupakan sub DAS yang mengalami perubahan luasan TBE paling besar. Perubahan luasan TBE pada Sub DAS tersebut semakin membaik setiap tahunnya. Hal ini menunjukkan perubahan Tingkat Bahaya Erosi pada Sub DAS di atas perairan Waduk Kedung Ombo. Sub DAS Uter mengalami kenaikan kelas sangat ringan dan ringan pada perubahan luasan TBE.

V.2. Saran

Penelitian ini masih banyak hal-hal yang perlu di perbaiki adalah sebagai berikut:

1. Perbaikan pada data parameter-parameter erosi agar menghasilkan prediksi erosi yang sesuai
2. Pemilihan citra akan lebih baik menggunakan citra dengan resolusi yang lebih tinggi
3. Hasil perubahan tingkat bahaya erosi akan lebih baik jika menggunakan metode selain USLE , seperti metode RUSLE dan MUSLE.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, Sitanala. (2000). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Asdak, Chay. (2015). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Balai Besar Pemali Juana. (2013). *Program Operasi dan Pemeliharaan Bendungan Kedung Ombo*. Semarang.

Baver, L. D., Gardner, W. H., dan Gardner, W. R. (1972). *Soil physics* (4th ed). New York: Wiley.

Danoedoro, Projo. (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta : ANDI

Handoyo,Suryo. (2006). *TataGuna Lahan Waduk Kedung Ombo*. *Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik UTP Surakarta*.

Jiyah. (2016). *Studi Distribusi Total Suspended Solid (TSS) di Perairan Pantai Kabupaten Demak Menggunakan Citra Landsat*. *Jurnal Universitas Diponegoro*, 6(1).

Kusuardini, Annisa. 2011. *Estimasi Konsentrasi Padatan Tersuspensi (TSS) dan Klorofil-A dari Citra Modis Hubungannya dengan Marak Alga di Perairan Teluk Jakarta*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Miardini, Arina dan Beny Harjadi. (2011). *Aplikasi Penginderaan Jauh dan SIG dalam Penilaian Potensi Erosi Permukaan secara Kualitatif di Daerah Tangkapan Waduk Kedung Ombo*. Solo: Balai Penelitian Kehutanan Solo.

Nugroho, Hari dan Suripin.(2013). *Penatagunaan Kawasan Sekitar Waduk dalam Upaya Menjaga Kelestariannya (Model DAM)*, *Jurnal Ilmu dan Terapan Bidang Teknik Sipil*, Semarang.

Santoso ,Aziz Anjar. (2017). *Analisis Pengaruh Tingkat Bahaya Erosi Daerah Aliran Sungai (DAS) Bengawan Solo Terhadap Total Suspended Solid (TSS) di Perairan Waduk GajahMungkur*. *Jurnal Universitas Diponegoro*, 6(4).

Utomo,Wani Hadi. (1994).*Erosi dan Konservasi Tanah -Cetakan I-*. Malang: Penerbit IKIP Malang.

Wari, Anggita Ingesdan Bimby Octavia Kurniasari. (2016). *Kajian Pengaruh Sedimentasi Pada Kinerja Pengoperasian Waduk Kedung Ombo*. *Jurnal Universitas Diponegoro*, 5(1).