
PENGARUH TINGKAT BAHAYA EROSI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) KALI SERANG TERHADAP DINAMIKA TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) DI WADUK KEDUNG OMBO

Abdi Sukmono¹, Trevy Austin Rajagukguk²

^{1,2}Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik - Universitas Diponegoro
Jl Prof Sudarto, SH. Tembalang, Semarang Telp. (024)76480785, 76480788
e-mail: ¹sukmono35@gmail.com, ²trevi25austin@gmail.com

Abstrak

Waduk Kedung Ombo adalah waduk yang terletak di perbatasan tiga kabupaten yaitu Kabupaten Grobongan, Kabupaten Boyolali, dan Kabupaten Sragen tepatnya di Kecamatan Geyer, Kabupaten Grobogan, Jawa tengah. Waduk Kedung Ombo mempunyai peran penting sebagai sumber perairan untuk berbagai keperluan. Seiring berjalannya waktu, Waduk Kedung Ombo mengalami penurunan kualitas dikarenakan permasalahan kondisi waduk serta permasalahan kawasan di sekitarnya.. Tingkat sedimentasi yang tinggi pada perairan dapat mengakibatkan degradasi kualitas air dan berpengaruh terhadap besaran potensi erosi yang dapat ditunjukkan dari tingginya nilai *Total Suspended Solid* (TSS) yang merupakan material padatan yang tersuspensi di daerah perairannya.

Besarnya nilai TSS didapatkan dari hasil pengolahan menggunakan algoritma TSS pada citra Landsat 8 tahun 2014, 2016, dan 2018 yang dibandingkan dengan nilai hasil validasi sampel air yang telah di uji secara gravimetri. Konsentrasi TSS yang didapatkan kemudian dikaitkan dengan besaran potensi erosi dengan melakukan suatu prediksi erosi menggunakan metode empiris USLE (*Universal Soil Loss Equation*) pada Daerah Aliran Sungai Kali Serang di 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. Algoritma yang paling baik untuk pengolahan TSS dengan nilai koefisien determinasi mendekati 1 adalah Algoritma Parwati dengan nilai determinasi mencapai 0,6404 atau 64,04%. Penurunan terhadap sebaran Total Suspended Solid pada konsentrasi 100 mg/l dan kenaikan terhadap konsentrasi 0-20 mg/l sebanding dengan perubahan luasan Tingkat Bahaya Erosi pada Daerah Aliran Sungai Kali Serang di Waduk Kedung Ombo. Perubahan *Total Suspended Solid* sangat signifikan di area sub DAS Karangboyo dan sub DAS Laban.

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

Abstract

Kedung Ombo Dam is a reservoir located on the border of three districts of Grobongan Regency, Boyolali Regency and Sragen Regency precisely in Geyer Subdistrict, Grobogan Regency, Central Java. Kedung Ombo Reservoir has an important role as a source of water for various purposes. Overtime, Kedung Ombo Dam has decreased quality due to problems of reservoir conditions and surrounding area problems. High sedimentation rate in the waters can lead to degradation of water quality and affect the potential erosion that can be shown from the high value of Total Suspended Solid (TSS) which is a suspended solid material in its waters.

Monitoring the stress level of rice plants can be done using remote sensing methods based on satellite imagery. One of The value of TSS is obtained from the processing using TSS algorithm in Landsat 8 imageries 2014, 2016, and 2018 which compared with the value of water sample validation that has been tested gravimetrically. Obtained TSS concentration then associated with the amount of potential erosion by performing an erosion prediction using empirical methods USLE (Universal Soil Loss Equation) on Watershed Kali Serang in Kedung Ombo.

The results of this study show that the class of erosion hazard level on Watershed Kali Serang in Kedung Ombo Dam is the largest of 15-60 ton / ha / year with the area in 2014 is 20,368,786 ha and 2016 is 23,320,163 ha. The best algorithm for TSS processing with coefficient of determination value approaching 1 is Parwati Algorithm with determination value reaching 0.6404 or 64.04%. Decrease on Total Suspended Solid distribution at concentration of 100 mg / l and increase to 0-20 mg / l concentration is proportional to the change of extent Erosion Hazard rate in Watershed Kali Serang at Kedung Ombo Dam. The change in the value of Total Suspended Solid is very significant in the area of Karangboyo Sub Watershed and Laban Sub Watershed.

Keywords: Kedung Ombo Dam, Total Suspended Solid, Erosion, USLE

PENDAHULUAN

Waduk Kedung Ombo merupakan salah satu perairan di Provinsi Jawa Tengah yang memiliki luas sekitar 6.576 Ha. Waduk ini mulai beroperasi pada tahun 1991 yang terletak di Kabupaten Grobogan Provinsi Jawa Tengah. Waduk Kedung Ombo dikelilingi oleh 3 kabupaten yaitu Kabupaten Grobogan, Kabupaten Boyolali, dan Kabupaten Sragen. Ketiga Kabupaten tersebut meliputi daerah genangan dan lokasi sekitar genangan selebar 500 m dari garis muka air tertinggi waduk yaitu pada elevasi + 95,00 mdpl (Handoyo, 2012).

Waduk Kedung Ombo memiliki peranan penting sebagai sumber perairan untuk berbagai keperluan di sekitar area waduk. Waduk ini memberikan manfaat kepada masyarakat sekitar sebagai sarana irigasi untuk mengairi pesawahan di sekitar area waduk. Waduk Kedung Ombo mampu mengairi lebih dari 60.000 hektar lahan pertanian di wilayah Kabupaten Grobogan, Kabupaten Demak, Kabupaten Kudus, Kabupaten Pati dan Kabupaten Jepara. Selain itu, Waduk Kedung Ombo juga dimanfaatkan untuk penyedia air baku, pembangkit tenaga listrik, dan sebagai objek pariwisata, perikanan, dengan adanya keramba-keramba dan pemancingan.

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) Kedung Ombo (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.

Tingkat sedimentasi yang tinggi berpengaruh terhadap erosi sehingga dapat diketahui keterkaitannya dengan Total Suspended Solid (TSS). Total Suspended Solid (TSS) didapatkan berdasarkan survei lapangan dengan beberapa pengambilan sampel air yang akan diuji dan ditentukan dengan menggunakan metode penginderaan jauh. Penginderaan jauh digunakan dengan menganalisis hasil perekaman karakteristik spektral air dengan parameter – parameter kualitas air.

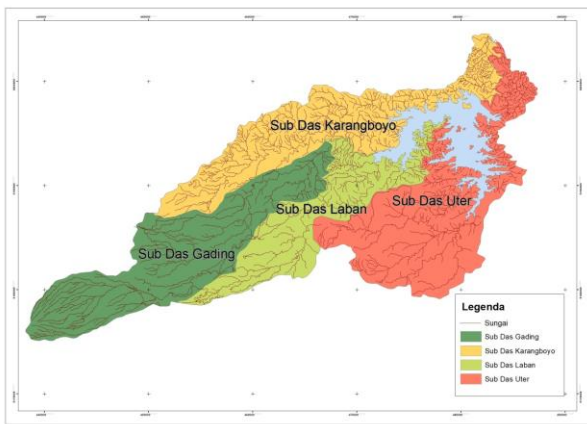
Besaran potensi erosi tersebut diketahui dengan melakukan suatu prediksi erosi dengan berbagai metode kuantitatif salah satunya dengan menggunakan metode empiris USLE (Universal Soil Loss Equation). Metode USLE digunakan untuk memprediksi laju erosi pada permukaan lahan, dimana metode USLE dapat dimanfaatkan untuk memprakirakan besarnya erosi untuk berbagai macam kondisi tataguna lahan dan kondisi iklim yang berbeda. Metode USLE yang dikaitkan dengan besarnya nilai TSS (Total Suspended Solid) berdasarkan metode penginderaan jauh menggunakan citra multi temporal landsat 8 berdasarkan karakteristik spectral dari parameter air. Besarnya nilai TSS didapatkan dari hasil pengolahan menggunakan algoritma terbaik yang kemudian hasil TSS tersebut dibandingkan dengan nilai hasil validasi sampel air yang telah di uji secara gravimetri. Hasil penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perkembangan erosi di Daerah Aliran Sungai Kali Serang dan Kali Uter yang bermuara ke Waduk Kedung Ombo terhadap Total Suspended Solid (TSS).

Berdasarkan latar belakang diatas, perlu adanya usaha dalam memantau persebaran TSS di Waduk Kedung Ombo dengan melihat potensi yang ada. Selain itu perlu adanya pemodelan predik erosi di Sub DAS sekitar area Waduk Kedung Ombo untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sebaran TSS. Penelitian ini menghasilkan peta zonasi erosi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Serang serta Peta Sebaran Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) di waduk Kedung Ombo dan analisis hubungan antara tingkat bahaya erosi terhadap TSS.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Waduk Kedung Ombo yang terletak pada 3 kabupaten yaitu Kabupaten Grobongan, Kabupaten Boyolali, dan Kabupaten Sragen, Jawa Tengah dan Daerah Aliran Sungai Kali Serang. 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). Gambaran mengenai tampilan DAS Serang dan Waduk Kedung Ombo secara spasial dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Metode Perhitungan Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Tingkat Bahaya Erosi (TBE) pada DAS Kali Serang dalam penelitian ini diperoleh dengan perhitungan persamaan Universal Soil Loss Equation (USLE). Ini merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memprediksi laju erosi. USLE memungkinkan perencana 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 (Sinaga dkk, 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):

$$A = R \times K \times LS \times P \times C \dots \dots \dots (1)$$

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

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 erosivitas hujan, erodibilitas tanah, kemiringan lereng, dan pengelolaan lahan.

Bobot Erosivitas Hujan

Tabel 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	Kemusu,boyolali	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

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 1.

Bobot Erodibilitas Tanah

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 2.

Tabel 2. Nilai Erodibilitas Tanah (K)

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 Kompleks Regosol Kelabu dan	0,251
9	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

Bobot Kemiringan Lereng (LS)

Data DEM Terra-SAR digunakan untuk mendapatkan data kelereng dari DAS Kali Serang. Data tersebut berupa data raster yang diubah menjadi data vektor. Hal tersebut dilakukan untuk mempermudah dalam klasifikasi kemiringan lereng dengan nilai indeks LS. Klasifikasi kemiringan lereng sesuai pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Indeks LS (RTL-RLKT Dept 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

Bobot 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 4.

Tabel 4. Nilai CP berbagai jenis penggunaan lahan (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

Overlay dan Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Perhitungan nilai tingkat bahaya erosi dilakukan dengan pembobotan 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.

Kemudian klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi dilakukan dengan menggunakan rumus USLE berdasarkan parameter-parameter yang telah ditentukan kemudian diklasifikasikan dalam 5 kelas pada Tabel 5.

Tabel 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

Pra Pengolahan Citra

Citra Landsat 8 yang digunakan pada penelitian ini diambil dari tahun 2014, 2016, dan 2018. Akuisisi citra diambil secara multi temporal pada tanggal 7 Maret 2014, 28 Maret 2016, dan 3 April 2018. Proses yang dilakukan pada tahap pra pengolahan citra meliputi kalibrasi radiometrik, koreksi atmosferik, dan cropping citra. Tahap kalibrasi radiometrik digunakan untuk merubah nilai Digital Number (DN) ke nilai reflektan terkoreksi sudut matahari metode rescalling coeficient dari data metadata. Koreksi atmosferik digunakan untuk mendapatkan surface reflectance digunakan

metode 6SV dengan data atmosfer diambil dari data stasiun terdekat (stasiun pengamatan Semarang). Agar citra yang diolah selanjutnya terfokus pada area studi, selanjutnya dilakukan cropping citra pada area Waduk Kedungombo. Region of Interest (ROI) citra di dapatkan dari deliniasi batas air waduk pada masing-masing citra.

Pemilihan Algoritma dan Perhitungan Total Suspended Solid Dengan Citra Landsat 8

Artikel ini menggunakan dua algoritma TSS yaitu algoritma TSS Syarief Budiman dan Algoritma TSS Parwati. Kedua algoritma ini dibandingkan dengan data pengamatan TSS in situ pada data citra landsat 8 tahun 2018 untuk dipilih algoritma terbaik yang paling cocok. Algoritma terbaik ini nantinya dapat digunakan sebagai algoritma perhitungan TSS di waduk Kedungombo pada tahun 2014 dan 2016 ataupun juga dapat dimanfaatkan untuk pemantauan TSS di waktu yang akan datang atau berikutnya.

Beberapa kajian TSS untuk perairan waduk telah memanfaatkan beberapa algoritma TSS untuk kajian daerah waduk dan danau. Seperti yang dilakukan oleh Sudarsono dkk (2018) dan Heriza dkk (2017) yang mengkaji TSS di Waduk Gajah Mungkur dan Danau Rawa Pening. Kedua penelitian ini memanfaatkan algoritma Parwati dan algoritma Syarief Budiman. Algoritma Parwati merupakan hasil penelitian yang dilakukan Parwati (2006) dalam rangka melakukan upaya pengoptimalisasikan pengawasan kualitas lingkungan perairan TSS di pantai akibat limbah industri dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh.. Penjabaran mengenai algoritma penurunan nilai TSS nya dapat dilihat pada persamaan 2:

$$TSS \text{ (mg/l)} = 0,6211(7,9038 \times \exp(23,942 \times \text{Red Band})) \times 0,9645 \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- TSS = Total Suspended Solid
- Red Band = Nilai reflektan Red band
- exp = eksponen (pangkat)

Algoritma Syarief Budiman dikembangkan oleh Budiman (2005) di wilayah perairan Delta Mahakam dengan metode yang dikembangkan bio optical modelling untuk menganalisis suatu distribusi dan materi yang tersuspensi melalui data citra satelit. Adapaun persamaan

agoritmanya dapat ditunjukkan pada persamaan 3.

$$TSS \text{ (mg/l)} = ((8,1429 \times (\exp(23,704 \times 0,94 \times \text{Red Band}))) \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

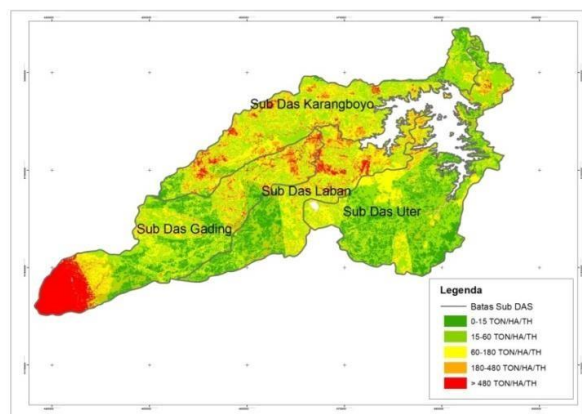
- Red Band = reflektansi band 4
- exp = eksponen (pangkat)

Untuk menguji kedua algoritma ini dilakukan regresi terhadap data TSS in situ yang diambil pada 20 titik yang tersebar merata di wilayah Waduk Kedungombo. Hasil algoritma TSS terbaik dilihat dari nilai koefisien determinasi (R2) dan selisihnya dengan data in situ. Algoritma TSS terbaik selanjutnya digunakan sebagai rumus persamaan perhitungan TSS multitemporal untuk citra pada tahun 2014, 2016 dan 2018.

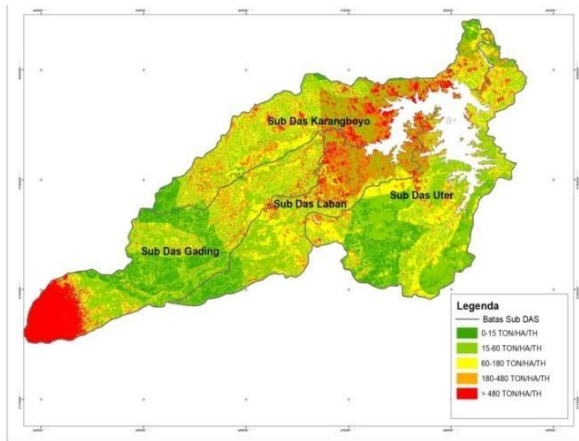
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Tingkat Bahaya Erosi (TBE) DAS Serang

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 2 dan Gambar 3.

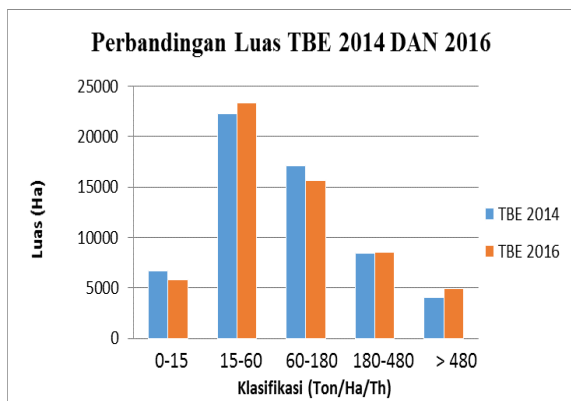


Gambar 2. Sebaran TBE Tahun 2014



Gambar 3. Sebaran TBE Tahun 2016

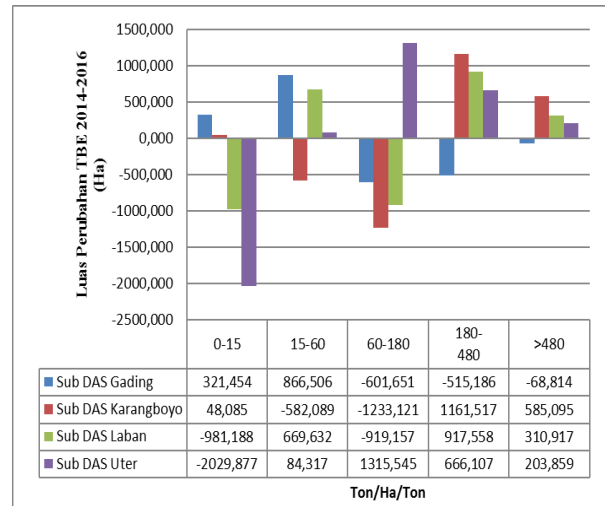
Dari Peta sebaran TBE DAS Kali Serang pada Gambar 2 dan Gambar 3 maka didapatkan hasil perbandingan perkembangan luasan nilai TBE antar tahun yang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Luas TBE 2014 dan 2016 masing-masing kelas

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. Kelas yang mengalami penurunan berada pada kelas 60-180 ton/ha/tahun. Dari hasil tersebut nilai TBE kelas Berat dan sangat berat mengalami kenaikan. Hal ini dapat dikatakan bahwa secara umum tingkat bahaya erosi di DAS Kali Serang dari tahun 2014 ke 2016 mengalami kenaikan yang berarti.

Untuk menganalisis lebih detail maka dapat diuraikan perkembangan nilai TBE tahun 2014 ke 2016 pada masing-masing sub DAS yang ditunjukkan pada Gambar 5. Pada grafik tersebut nilai dinamika TSS masing-masing kelas TBE pada masing-masing Sub DAS dapat diuraikan.



Gambar 5. Grafik Perubahan Luas TBE 2014 ke 2016 masing-masing kelas pada setiap Sub-DAS

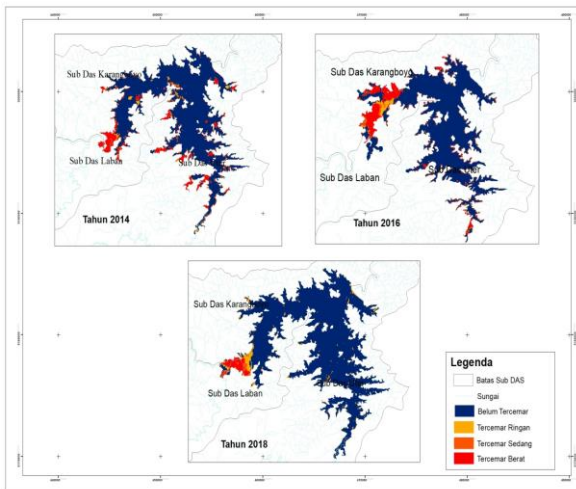
Grafik pada Gambar 5 menunjukkan bahwa pada kelas TBE berat (180-480 ton/ha/th) dan kelas sangat berat (>480 ton/ha/th) terjadi kenaikan pada semua SubDAS kecuali pada Sub DAS Gading. Kenaikan terbesar terjadi pada SubDAS Karangboyo. Walaupun Sub DAS Gading terjadi penurunan TBE tetapi nilai luasan TBE sangat berat pada Sub DAS ini paling besar.

Analisis Total Suspended Solid (TSS) Pada Waduk Kedung Ombo

Hasil pengolahan TSS multitemporal dengan citra Landsat 8 dilakukan dengan algoritma Parwati. Hal ini dilakukan setelah dibandingkan dengan validasi 20 titik insitu, algoritma parwati memiliki nilai koefisien regresi terbaik sebesar 0,64. Hasil nilai TSS kemudian diklasifikasikan ke kelas pencemaran yang didasarkan pada Tabel 6. Adapun hasil pengolahan nilai TSS waduk Kedung Ombo secara multitemporal tahun 2014, 2016 dan 2018 setelah diklasifikasikan ditunjukkan pada Gambar 6.

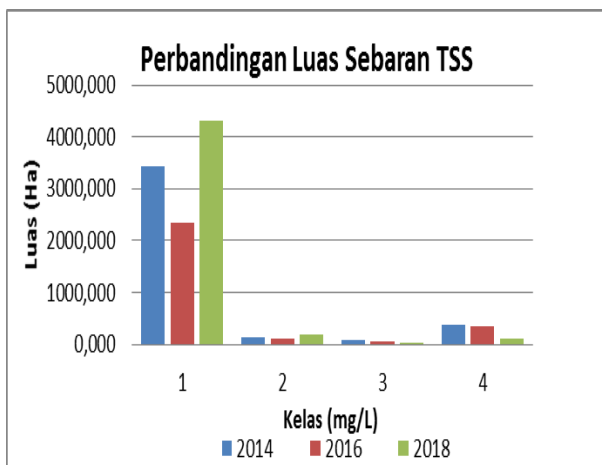
Tabel 6. Klasifikasi Tingkat Pencemaran TSS (Kusuardani (2011))

Kelas	Tingkat Pencemaran	TSS (mg/l)
1	Belum Tercemar	0-20
2	Tercemar Ringan	20-50
3	Tercemar Sedang	50-100
4	Tercemar Berat	> 100



Gambar 6. Sebaran TSS Tahun 2014, 2016, dan 2018

Peta sebaran TSS di perairan Waduk Kedungombo tahun 2018 didominasi pada konsentrasi 0-20 mg/l yang artinya perairan tersebut digolongkan belum tercemar. Konsentrasi 20-50 mg/l (tercemar ringan) dan 50-100 mg/l (tercemar sedang) yang tersebar pada beberapa titik sebaran TSS. Konsentrasi >100 mg/l tersebar di bagian tepian waduk namun yang paling banyak terdapat pada bagian barat waduk yaitu pada sub DAS Laban. Hal ini disebabkan pada bagian tepi merupakan daerah pertemuan dengan muara sungai sehingga dipengaruhi oleh berbagai jenis bahan-bahan yang dibawa oleh aliran sungai yang masuk ke dalam waduk. Perbandingan luasan sebaran TSS dari tahun 2014-2018 dapat dilihat pada Gambar 7 dan Tabel 7.



Gambar 7. Diagram Perbandingan Luasan Sebaran TSS Tahun 2014, 2016, dan 2018

Tabel 7. Perbandingan Luasan Sebaran TSS Tahun 2014, 2016, dan 2018

Tahun	Luas (Ha)			
	0-20 mg/l	20-50 mg/l	50-100 mg/l	>100 mg/l
2014	3.424,340	142,200	75,240	380,970
2016	2.353,140	106,470	71,550	353,610
2018	4.315,140	189,720	38,340	120,960

Gambar 7 menunjukkan grafik perubahan besaran luas setiap kelas konsentrasi TSS pada Waduk Kedungombo setiap tahun 2014, 2016, dan 2018. Grafik diatas menunjukkan perubahan berbanding lurus setiap tahunnya. Tahun 2014 pada konsentrasi 0-20 mg/l sangat tinggi dibandingkan konsentrasi 20-50 mg/l, 50-100 mg/l, dan >100 mg/l sehingga pada tahun 2014 didominasi oleh kelas belum tercemar. Konsentrasi >100 mg/L berada pada peringkat kedua yang mendominasi pada area pinggiran waduk.

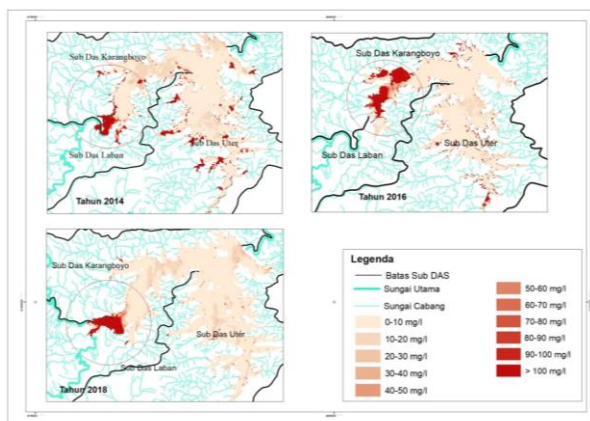
Tahun 2016 didominasi oleh konsentrasi 0-20 mg/l walaupun mengalami penurunan dari tahun sebelumnya dan kenaikan pada area sub DAS tertentu pada konsentrasi >100 mg/l sehingga secara tidak langsung jumlah sebaran TSS menurun pada tahun 2016 di area pinggiran dan muara sungai pada beberapa sub DAS Waduk Kedungombo. Tahun 2018 mengalami penurunan pada konsentrasi >100 mg/l dan kenaikan pada konsentrasi 0-20 mg/l sehingga terjadi penurunan sedimentasi akibat berkurangnya TSS.

Tahun 2016 dapat dilihat terjadi perbedaan luasan area yang signifikan karena mengalami penurunan jumlah pasokan air dibanding tahun sebelumnya. Tahun 2018 mengalami kenaikan luasan area kembali. Hal tersebut terjadi dikarenakan adanya pengaruh fenomena el nino dan la nina serta pengaruh adanya erosi pada area *green belt* (daerah sabuk hijau). Tahun 2015 merupakan terjadinya fenomena el nino yang tinggi dimana kekeringan yang cukup berkepanjangan terjadi di berbagai wilayah di Indonesia. Analisa ini didasarkan pada hasil wawancara dengan pengelola Waduk Kedungombo dimana efek el nino dan la nina serta pengaruh adanya erosi pada area *green belt* menjadikan penyusutan yang terjadi pada volume

air Waduk Kedungombo hingga awal tahun 2016. Tahun 2016 merupakan terjadinya fenomena la nina dengan curah hujan yang tinggi sehingga kedua fenomena tersebut berpengaruh pada perubahan luasan di Waduk Kedungombo pada tahun 2016 dan tahun 2018. Perubahan luasan tersebut juga dipengaruhi oleh adanya erosi pada area green belt (daerah sabuk hijau) di area muara sungai sehingga mempengaruhi besaran TSS juga pada Waduk Kedungombo. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan sebaran nilai TSS di perairan Waduk Kedungombo dari tahun 2014-2018 terjadi penurunan dari tahun ke tahunnya.

Analisis Hubungan Antara Tingkat Bahaya Erosi (TBE) dan Total Suspended Solid (TSS)

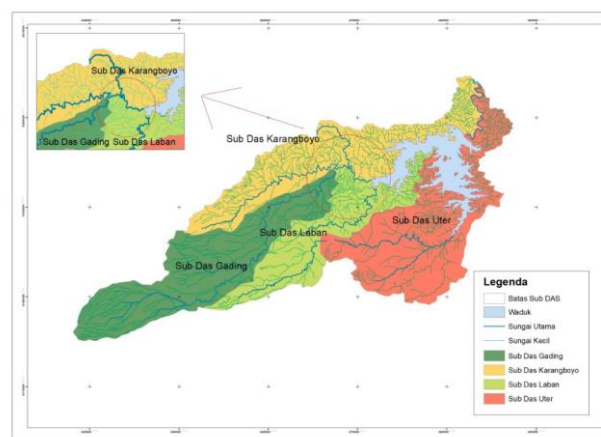
Peta sebaran TSS tahun 2014, 2016, dan 2018 diperoleh pola persebaran nilai TSS di perairan Waduk Kedungombo, namun pada peta sebaran TSS yang telah dibuat tidak begitu terlihat pola pesebarannya sehingga peta persebaran nilai TSS di klasifikasi ulang dengan selisih rentang 10mg/l dengan nilai tertinggi lebih besar dari 100 mg/l. Peta sebaran TSS 2014, 2016, dan 2018 dengan klasifikasi ulang ditunjukkan dengan pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan Sebaran TSS Waduk Kedungombo

Peta sebaran TSS hasil klasifikasi dilakukan analisis dengan besarnya luasan Daerah Aliran Sungai pada Kali Serang. Jika dilihat berdasarkan banyaknya sub DAS, persebaran TSS dipengaruhi oleh banyak atau sedikitnya jumlah aliran air yang memasuki wilayah perairan waduk. Hal tersebut dikarenakan lebih besarnya jumlah TSS pada Waduk Kedungombo di area pinggiran waduk khususnya bagian muara sungai.

Hal ini disebabkan pada area pinggiran waduk lebih dekat dengan bagian daratan yang kemudian akan mengikis tanah dan bercampur sehingga sungai-sungai yang masuk ke area waduk akan membawa berbagai material dari hulu ke hilir sampai ke Waduk Kedungombo. Walaupun terjadinya penurunan sebaran TSS setiap tahunnya dan jumlah penyusutan air waduk pada tahun 2016 serta kenaikan jumlah air waduk di tahun 2018, besaran TSS semakin bertambah di area muara sub DAS Gading dan sub DAS Laban. Hal tersebut terjadi dikarenakan secara khusus sub DAS tersebut merupakan satu area yang memiliki 3 cabang sungai utama yang paling besar yang mengairi Waduk Kedungombo sehingga pada area tersebut mengalami perubahan TSS yang paling besar dan tersuspensi. Ketiga cabang sungai utama yang mengalir ke Waduk Kedungombo dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Peta Waduk Kedungombo dan DAS Serang

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari studi ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil perbandingan luas TBE pada DAS Kali Serang yang mengalir ke Waduk Kedungombo dari tahun 2014 sampai 2016 secara umum mengalami kenaikan cukup berarti terutama pada kelas TBE sangat berat (>480 ton/ha/th). Kenaikan kelas TBE sangat berat terjadi di semua Sub DAS kecuali Sub DA Gading dan kenaikan terbesar terjadi pada sub DAS Karangboyo dan Sub DAS Laban.
2. Dinamika TBE pada DAS Serang sangat berpengaruh terhadap Dinamika TSS di Waduk Kedungombo. Perubahan kenaikan TBE pada DAS Serang berdampak pada

kenaikan TSS di waduk kedungombo terutama pada muara-muara sungai dari Sub DAS.

DAFTAR PUSTAKA

- Anazawa, Michio. 2000. Application and Validation of LWCI (Leaf Water Content Index) to Tropical Seasonal Forest Region. Proceeding ACRS 2000. <http://a-a-r-s.org/aars/proceeding/ACRS2000/Papers/FR00-6.htm>
- Arsyad, Sitanala. (2010). Konservasi Tanah dan Air. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana. (2013). Program Operasi dan Pemeliharaan Bendungan Kedungombo. Semarang
- Budhiman, Syarief. 2005. Pemetaan Sebaran Total Suspended Matter Menggunakan Data Aster dengan Pendekatan Bio-Optical Model. Prosiding PIT MAPIN XIV 'pemanfaatan Efektif Penginderaan Jauh untuk Peningkatan Kesejahteraan Bangsa'. Jilid III, Teknologi Informasi Spasial, Surabaya. https://www.researchgate.net/publication/251177090_PEMETAAN_SEBARAN_TOTAL_SUSPENDED_MATTER_TSM_MENGGUNAKAN_DATA_ASTER_DENGAN_PENDEKATAN_BIO-OPTICAL_MODEL
- Hardono, Suryo. (2012). Tata Guna Lahan Waduk Kedung Ombo. Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur Vol. 11 No 15. Fakultas Teknik UTP Surakarta. <http://ejournal.utp.ac.id/index.php/JTSA/article/view/384/377>
- Miardini, Arina dan Beny Harjadi. (2011). Aplikasi Penginderaan Jauh dan SIG dalam Penilaian Potensi Erosi Permukaan secara Kualitatif di Daerah Tangkapan Waduk Kedung Ombo. Forum Geografi Vol 12 No 01. Geografi UMS. <http://journals.ums.ac.id/index.php/fg/article/view/5042>
- Nugroho, Hari dan Suripin, 2013. Penatagunaan Kawasan Sekitar Waduk dalam Upaya Menjaga Kelestariannya (Model DAM). Media Komunikasi Teknik Sipil Vol 19 No 02. Teknik Sipil FT UNDIP Semarang. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/mkts/article/view/8420>
- Parwati, Ety. 2006. Pemodelan Dinamika Spasial Pengelolaan Lahan Pesisir Kabupaten Berau, Kalimantan Timur menggunakan Inderaja. Laporan Akhir Riset Unggulan Kemandirian Kedirgantaraan LAPAN.
- Santoso, Aziz Anjar . (2017). Analisis Pengaruh Tingkat Bahaya Erosi Daerah Aliran Sungai (DAS) Bengawan Solo Terhadap *Total Suspended Solid* (TSS) di Perairan Waduk Gajah Mungkur. Jurnal Geodesi Undip Vol 06 No 04. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/18179/17252>
- Sinaga, Janixon, Kartini, dan Erni Yuniarti. (2014). Analisis Potensi Erosi Pada Penggunaan Lahan Daerah Aliran Sungai Sedau di Kecamatan Singkawang Selatan. Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah Vol 01 No 01. Universitas Tanjungpura. <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jmtluntan/article/view/7306>
- Utomo, Wani Hadi. 1994. Erosi dan Konservasi Tanah - Cetakan I-. Malang: Penerbit IKIP Malang
- Wari, Anggita Inges, & Bimby Octavia Kurniasari. (2016). Kajian Pengaruh Sedimentasi Pada Kinerja Pengoperasian Waduk Kedungombo. Jurnal Karya Teknik Sipil Vol 05 No 01 Universitas Diponegoro. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/10771>