

Kajian Erosi Pada Sub Das Serayu Sebagai Daerah Tangkapan Air Waduk Mrica

(An erosion study of the serayu sub watershed as a water catchment area for the mrica reservoir)

SURYA BUDI LESMANA

ABSTRAK

Pada daerah pertanian lahan kering serta memiliki tingkat kelerengan yang curam, erosi dan sedimentasi mendai salah satu problematika yang sering terjadi. Erosi akan dapat mengakibatkan kerugian pada lahan yaitu berakibat pada turunnya produktivitas lahan akibat kerusakan sifat-sifat fisik, kimia dan biologi. Dampak akibat adanya erosi antara lain umur waduk yang menjadi lebih pendek karena terjadinya pendangkalan, elevasi permukaan dasar sungai yang semakin naik karena adanya endapan sedimen, dan juga lahan pertanian yang rusak akibat adanya timbunan sedimen. Aktivitas manusia yang beragam pada Daerah Aliran Sungai akan mempengaruhi erosi yang terjadi. Analisis perhitungan erosi untuk wilayah yang luas diperlukan untuk perencanaan pengelolaan dan konservasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat erosi di wilayah Sub DAS Serayu, yang merupakan salah satu daerah tangkapan air Waduk Mrica. Analisis perhitungan erosi menggunakan rumusan Universal Soil Loss Equation (USLE) dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Curah hujan merupakan komponen untuk menghitung erosi hujan. Faktor vegetasi (C) dan faktor konservasi (P) diperkirakan dari peta penggunaan lahan. Faktor panjang dan kemiringan (LS) dianalisa dari Digital Elevation Model, dan faktor erodibilitas (K) diperoleh dari interpretasi peta tanah. Selanjutnya, semua faktor dianalisis untuk menghitung laju erosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Sub DAS Serayu menghasilkan erosi sebesar: 11.877.576,89 T/th. Laju erosi rata-rata pada Sub DAS Serayu tergolong dalam erosi sedang, yaitu sebesar 166.35 T/ha/th. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa Universal Soil Loss Equation mampu memprediksi erosi yang cepat untuk area yang luas.

Kata kunci : Erosi, USLE, SIG

ABSTRACT

Erosion and sedimentation are common problems in dryland agricultural areas with steep slopes. Erosion has the potential to cause land losses in the form of physical, chemical, and biological property damage, resulting in a decrease in land productivity. Shorter reservoir life due to siltation, increased river bed surface elevation due to sediment deposits, and agricultural land damage due to sediment accumulation are all effects of erosion at the watershed. For management and conservation planning, analysts on erosion calculations for large areas are required. The purpose of this research is to assess the level of erosion in the Serayu sub-watershed, which is one of the Mrica Reservoir's water catchment areas. The USLE (Universal Soil Loss Equation) formula and Geographic Information System (GIS) are used in erosion calculation analysis. Rainfall data is used to calculate the erosivity factor. The land use map was used to calculate the vegetation factor (C) and conservation factor (P). The length and slope factor (LS) were calculated using the Digital Elevation Model, and the erodibility factor (K) was determined using the soil map interpretation. In addition, all factors were considered in order to calculate the erosion rate. The Serayu sub-watershed resulted in erosion of 11.877.576.89 T/year, according to the results. The average erosion rate in the Serayu sub-watershed is 166.35 T/ha/yr, which is classified as moderate erosion. The findings also demonstrate that USLE can be used to forecast rapid erosion over large areas.

Keywords: erosion, USLE, GIS

PENDAHULUAN

Analisis spesifik berdasarkan kondisi biofisik sangat diperlukan dalam rangka pengelolaan sumber daya alam suatu daerah aliran sungai. Upaya pendekatan teoritis dan praktis dapat dilakukan dalam rangka keberhasilan pengelolaannya. Produktivitas lahan menjadi tidak maksimal akibat adanya erosi yang terjadi (Arsyad, 2000; Hashim et al., 1998). Aktivitas manusia dalam beberapa bidang dapat mempercepat erosi, sehingga mengakibatkan merosotnya produktivitas tanah pada lahan yang tererosi, disertai merosotnya daya dukung serta kualitas lingkungan hidup, pendangkalan sungai, waduk, dan aliran irigasi/drainase di daerah hilir menjadi dangkal, sehingga masa guna dan daya guna berkurang, serta juga dapat menimbulkan secara tidak langsung terjadinya banjir kronis pada setiap musim penghujan dan kekeringan di musim kemarau (Arsyad, 2000; Lal, 2010; Uddin et al., 2016)

Erosi dapat terjadi karena faktor angin dan air. Proses erosi adalah proses keseimbangan permukaan bumi yang terdiri dari tiga tahapan : pengelupasan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan (*sedimentation*). Angin menyebabkan erosi pada daerah kering atau padang pasir. Air hujan, air limpasan, air sungai, air danau dan air laut merupakan penyebab utama terjadinya erosi di Indonesia. Erosi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu erosi alamiah dan erosi akibat aktivitas manusia. Proses pembentukan tanah untuk mempertahankan keseimbangan tanah secara alami merupakan erosi alamiah. Pembangunan yang destruktif serta metode bercocok tanam yang mengabaikan konservasi lahan, merupakan kegiatan manusia yang dapat berdampak besar pada erosi (Eisenberg & Muvundja, 2020)

Erosi menjadi salah satu proses yang mempunyai peran besar dalam membantuk daerah aliran sungai sehingga memiliki pengaruh dalam hal ekonomi serta lingkungan (Xiaoming et al., 2015). Faktor-faktor penting yang mempengaruhi erosi, selain curah hujan, adalah tanaman yang menutupi tanah, jenis tanah dan kemiringan lahan. Pada penelitian ini digunakan Sistem Informasi Geografis sebagai *tool* untuk menganalisis besaran erosi yang terjadi. Sistem Informasi Geografis memiliki peranan yang penting dalam menghitung besaran erosi, untuk memprediksi nilai erosi pada lahan yang luas dengan rumusan USLE (Srinivasan et al., 2019; Ristanović et al., 2019; Amit, 2017; Devata et al., 2015)

Tingkat laju erosi dan sedimentasi daerah tangkapan air sampai dengan saat ini menjadi permasalahan utama dalam pengelolaan waduk. Beberapa permasalahan lain yang timbul akibat sedimentasi ini adalah berkurangnya kapasitas tampungan waduk yang mengakibatkan

berkurangnya kapasitas pengendalian banjir, produksi listrik dan pangan. Waduk Mrica juga mengalami permasalahan yang sama, sedimen yang mengendap di atas tampungan mati mengakibatkan berkurangnya volume efektif waduk. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian digunakan untuk dapat memprediksi besarnya erosi yang terjadi, sehingga nantinya dapat dipergunakan sebagai referensi dalam upaya pengendalian sedimen yang terjadi.

METODE PENELITIAN

Daerah penelitian ini pada Wilayah Sungai Serayu Bogowonto terletak di bagian selatan Provinsi Jawa Tengah. Wilayah Sungai Serayu Bogowonto dari hulu ke hilir, memiliki area seluas 3.718 km² dan secara geografis terletak pada koordinat 7 ° 10'40,385 "S hingga 7 ° 54'13,89" S dan 108 ° 57'0,926 "E hingga 110 ° 8 '43 .829 "E. Batas-batas wilayahnya adalah sisi timur berbatasan dengan Gunung Sumbing dan Gunung Sindoro, sisi utara berbatasan dengan gunung-gunung besar, Gunung Rogojembangan, gunung berapi Slamet, sisi selatan berbatasan dengan Pegunungan Serayu dan sisi barat berbatasan dengan perbukitan yang membentang di sepanjang Banyumas dan Cilacap.

Perhitungan erosi pada penelitian ini menggunakan persamaan *USLE* (Amit, 2017; C.P et al., 2015; Koesiyanto Taslim et al., 2019) :

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

dengan :

- A : jumlah tanah hilang (ton/ha/tahun)
- R : indeks erosivitas hujan (J/ha)
- K : faktor erodibilitas tanah
- LS : faktor panjang dan kemiringan lereng
- C : faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman
- P : faktor tindakan-tindakan khusus konservasi tanah

Analisis erosi dilakukan dengan :

1. Analisis DEM untuk membuat batas DAS
2. Membuat perhitungan dan analisis : indeks erosivitas hujan (R), indeks erodibilitas tanah (K), indeks kemiringan lereng (LS), indeks pengelolaan tanaman dan konservasi lahan (CP).
3. *Overlay* peta, sehingga akan dihasilkan nilai erosi pada area DAS tersebut.

Indeks Erosivitas Hujan (R)

Data hujan harian dari masing-masing stasiun dikalkulasi, sehingga diperoleh : jumlah curah hujan dalam satu bulan, curah hujan maksimum, rerata curah hujan, dan jumlah hari hujan.

Perhitungan tersebut dilakukan per bulan (Januari – Desember)

Data tersebut kemudian dimasukkan dalam rumus Bolls untuk menghitung erosivitas hujan.

Data erosivitas hujan yang telah diperoleh kemudian dianalisis dengan metode *IDW (Inverse Distance Weighted)* dengan menggunakan software ArcGis, sehingga didapatkan peta erosivitas hujan (R) pada area sub DAS yang akan ditinjau, langkah yang dilakukan adalah :

- Memasukkan data koordinat Sta Hujan pada ArcGis dengan *File > Add Data > Add XY Data*
- Membuat *field* Erosivitas pada data stasiun hujan dengan membuka *Attribut table > Add field > kolom baru (R) > select stasiun hujan > Field calculator > isi dengan indeks erosivitas hujan pada stasiun hujan tersebut, demikian diulang untuk stasiun hujan lainnya.*
- Membuat *IDW* sub DAS, dengan dengan membuka *Arc Toolbox > Data Management Tools > Spatial Analyst Tools > Interpolation > IDW > Environment > Processing extend > pilih layer sesuai dengan batas sub DAS yang akan dikerjakan.*

Indeks Erodibilitas (K)

Peta Sistem Lahan dipotongkan dengan sub DAS dengan membuka *Arc Toolbox > Extract > Clip.*

- Membuat *field* Indeks Erodibilitas pada peta hasil *clip* dengan membuka *Attribut table > Add field > kolom baru (K) > select nama tanah > Field calculator > isi dengan erodibilitas pada tanah tersebut, demikian diulang untuk jenis tanah lainnya.*
- Ubah peta tersebut dari *Polygon* ke Raster dengan membuka *Arc Toolbox > Conversion Tool > To Raster > Polygon to Raster.*

Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

- Fill DEM* WS Serayu Bogowonto dengan membuka *Arc Toolbox > Spatial Analysis Tool > Hydrology > Fill.*
- Membuat layer *Flow Direction* dengan membuka *Arc Toolbox > Spatial Analysis Tool > Hydrology > Flow Direction.*
- Flow Accumulation* dengan membuka *Arc Toolbox > Spatial Analysis Tool > Hydrology > Flow Accumulation.*
- Membuat *Slope* dengan membuka *Arc Toolbox > Spatial Analysis Tool > Surface > Slope*

- Kalkulasi nilai *LS* dengan rumus Burch pada ArcGis membuka *Arc Toolbox > Spatial Analysis Tool > Map Algebra > Raster Calculator*

Indeks Pengelolaan Tanaman dan Konservasi Lahan (CP)

- Clip* Peta Sistem Lahan dengan sub DAS dengan membuka *Arc Toolbox > Extract > Clip.*
- Membuat *field* nilai Pengelolaan Tanaman dan Konservasi Lahan (CP) pada peta hasil *clip* dengan membuka *Attribut table > Add field > kolom baru (CP) > select nama tataguna lahan > Field calculator > isi dengan indeks CP pada tataguna lahan tersebut, demikian diulang untuk tataguna lahan lainnya.*
- Ubah peta tersebut dari *Polygon* ke Raster dengan membuka *Arc Toolbox > Conversion Tool > To Raster > Polygon to Raster.*

Menghitung Erosi Lahan (Ea)

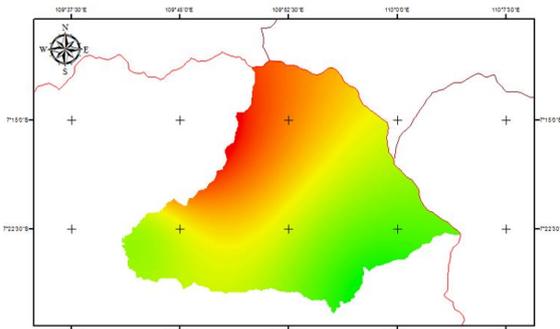
- Menghitung nilai *Ea* dengan mengalikan nilai R, nilai K, nilai LS dan nilai CP, pada ArcGis membuka *Arc Toolbox > Spatial Analysis Tool > Map Algebra > Raster Calculator > $R * K * LS * CP$*
- Hasil perhitungan *Ea* tersebut dalam tipe raster, kemudian diubah ke tipe *polygon* untuk menampilkan nilai atributnya.
- Pada ArcGis membuka *Arc Toolbox > Spatial Analysis Tool > Map Algebra > Raster Calculator > multiplication sign (*)* isi dengan bilangan 10 atau kelipatannya untuk menghilangkan nilai desimalnya.
- Gunakan *tools* di ArcGis untuk konversi dari *raster* tipe *floating* ke *raster* tipe *integer*, membuka *ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Math > Int.*
- Konversi tipe *raster* ke *polygon*, membuka *ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon.*

HASIL DAN PEMBAHASAN

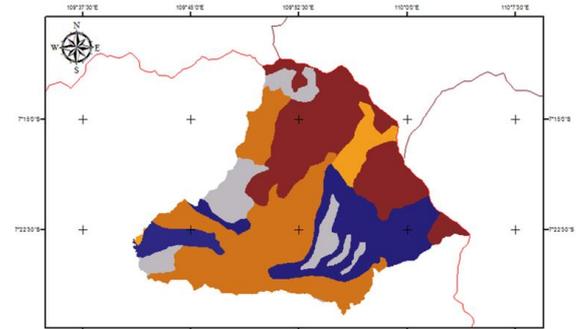
Analisa hujan dilakukan dengan menggunakan data hujan dari 3 stasiun hujan dengan data tahun 2002 s.d. tahun 2008 pada area sub DAS Serayu. Stasiun hujan yang digunakan adalah : stasiun hujan Sapuran, stasiun hujan Banjarnegara dan stasiun hujan Karangobar.

TABEL 1. Nilai indeks erosivitas hujan

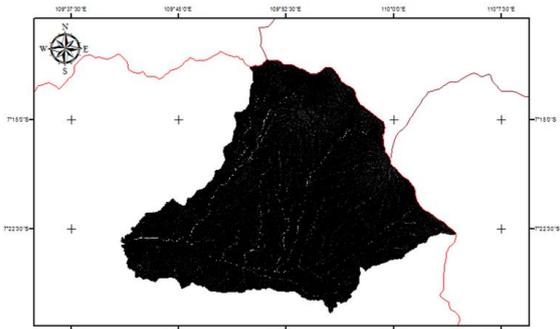
No	Stasiun Hujan	Koordinat	Erosivitas Hujan (R)
1	Sapuran	1109.98 BT,-7.46 LS	50,30
2	Banjarnegara	109.70 BT,-7.40 LS	69,56
3	Karangkobar	1109.74 BT,-7.27 LS	137,09



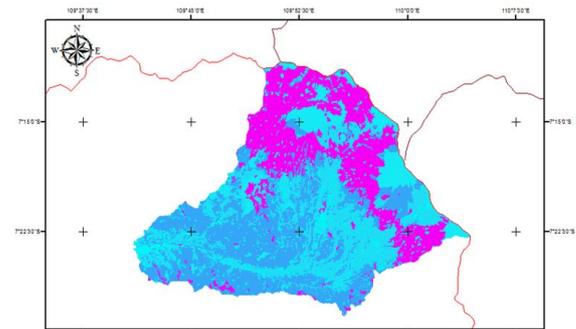
GAMBAR 1. Peta indeks erosivitas hujan



GAMBAR 2. Peta erodibilitas tanah



GAMBAR 3. Peta indeks panjang dan kemiringan lereng



GAMBAR 4. Peta indeks pengelolaan tanaman dan konservasi lahan

Pada tabel 1, dapat kita lihat erosivitas tertinggi 137.09 terjadi pada stasiun hujan Karangkobar yang berada pada Sub DAS Serayu, dan terendah 50.30 pada stasiun hujan Sapuran. Peta indeks erosivitas hujan dapat dilihat pada gambar 1. Tingginya indeks erosivitas pada stasiun hujan Karangkobar dikarenakan terletak pada daerah Pegunungan Kendeng.

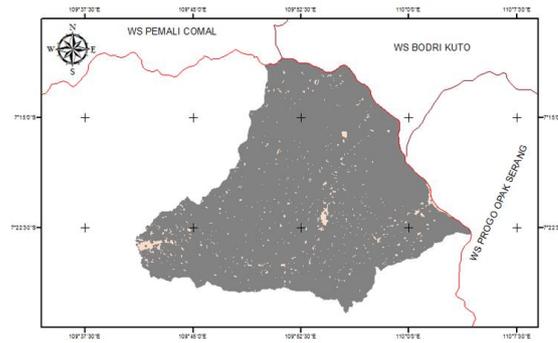
Nilai erodibilitas tanah pada sub DAS Serayu berkisar antara 0.1 sampai dengan 0.32 sesuai dengan jenis tanahnya, serta peta indeks erodibilitas dapat dilihat pada gambar 2.

Hasil analisis panjang lereng dan kemiringan lahan menggunakan rumus Burch, menghasilkan nilai LS

pada sub DAS Serayu sebesar 0 – 2047.6 dengan peta LS dapat dilihat pada gambar 3. Nilai dari CP berdasarkan tataguna lahannya yaitu berkisar antara 0 - 0.43 dan peta nilai CP dapat dilihat pada gambar 4.

Overlay faktor-faktor R, K, LS dan CP menghasilkan peta nilai erosi pada daerah sub DAS Serayu dalam tipe raster. Hasil peta erosi dalam format *raster* tersebut kemudian di jadikan peta erosi dalam format *polygon* agar dapat terbaca nilai erosinya dalam atribut tabel.

Berdarkan peta erosi sub DAS Serayu (gambar 5), maka besarnya erosi sub DAS Serayu adalah 11.877.576,89 T/th.



GAMBAR 5. Peta erosi sub DAS Serayu

KESIMPULAN

Nilai erosi yang terjadi pada sub DAS Serayu adalah sebesar 11.877.576,8 T/th, atau memiliki laju erosi 166.35 T/ha/th, sehingga laju erosi pada sub DAS Serayu tergolong pada laju erosi sedang. Rumusan USLE mampu untuk memprediksi besarnya nilai erosi yang terjadi pada sub DAS Serayu dengan menggunakan faktor-faktor hujan, tataguna lahan, jenis tanah, kemiringan lereng dan pengelolaan tanaman serta lahan. Sistem Informasi Geografis dapat membantu mempercepat dalam mendapatkan besarnya nilai erosi yang terjadi pada suatu lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amit, B. (2017). Estimation of Soil Loss by USLE Model using GIS and Remote Sensing Techniques: A Case Study of Muhuri River Basin, Tripura, India. *Eurasian Journal of Soil Science*, 6, 206–215.
- Arsyad, S. (2000). *Konservasi Tanah dan Air*. IPB.
- Devata, C. P., Vaibhav, D., & M.S, R. (2015). Estimation of Soil Loss Using USLE model for Kulhan Watershed, Chattisgarh-A Case Study. *Aquatic Procedia*, 4, 1429–1436.
- Eisenberg, J., & Muvundja, F. A. (2020). Quantification of Erosion in Selected Catchment Areas of the Ruzizi River (DRC) Using the (R)USLE Model. *Land Journal*.
- Hashim, G. M., K.J., C., & J.K, S. (1998). On-site nutrient depletion: An effect and a cause of soil erosion. In P.D. Vries, F. Agus, and J. Kerr (Eds.). *Soil Erosion at Multiple Scales. Principles and Methods for Assessing Causes and Impacts*. CABI Publishing, 207–221.
- Lal, R. (2010). Soil Erosion Impact on Agronomic Productivity and Environment Quality. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 17(4).
- Srinivasan, R., Kumar Singh, S., Chandra Nayak, D., Hegde, R., & Ramesh, M. (2019). Estimation of soil loss by USLE Model using Remote Sensing and GIS Techniques—A Case study of Coastal Odisha, India. *Eurasian Journal Soil Science*, 8(4), 321–332.
- Uddin, K., Murthy, M. S. R., M. Wahid, S., & A. Matin, M. (2016). Estimation of Soil Erosion Dynamics in the Koshi Basin Using GIS and Remote Sensing to Assess Priority Areas for Conservation. *Plos One Journal*, 11(3).
- Xiaoming, Z., Sihong, W., Wenhong, C., Jianchao, G., & Zhaoyan, W. (2015). Dependence of the Sediment Delivery Ratio on Scale and Its Fractal Characteristic. *International Journal of Sediment Research*, 30, 338–343.

PENULIS:

Surya Budi Lesmana

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan
Brawijaya Tamantirto Kasihan Bantul

Email: surya_lesmana@umy.ac.id