

PREDIKSI KERENTANAN EROSI DAN SEDIMENTASI DAS SEMARANG TIMUR

Risdiana Cholifatul Afifah¹⁾, Fitria Maya Lestari²⁾, Son Haji³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Semarang

Email : risdiana.afifah@gmail.com¹⁾, maya.prasasti@gmail.com²⁾, sonhaji@gmail.com³⁾

ABSTRAK

DAS Semarang Timur merupakan wilayah dengan kondisi lahan yang beragam dan mayoritas wilayah hulu dan hilir beralih fungsi menjadi pemukiman. Hal ini berakibat meningkatnya laju erosi yang mengikis lahan dan menyebabkan sedimentasi di hilir DAS. Semakin tinggi tingkat erosi maka semakin tinggi pula sedimentasi, oleh karena itu prediksi terhadap nilai erosi penting dilakukan sebagai indikator untuk merekomendasikan kegiatan konservasi SDA. Tujuan dari penelitian ini untuk memprediksi laju erosi dan sedimentasi, serta merekomendasikan metode konservasi yang baik dalam upaya mereduksi erosi lahan. Analisis erosi lahan diperoleh dari tumpang-susun (*overlay*) layer parameter erosi dengan bantuan program ArcGIS menggunakan metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Permukaan tanah yang tererosi di DAS tidak semuanya akan terangkut ke sungai, namun ada sebagian yang mengendap di permukaan DAS akibat adanya interaksi antara aliran dengan permukaan DAS. Sedimen yang terbawa oleh aliran sungai terukur di outlet dianalisis dengan metode SDR (*Sediment Delivery Ratio*). Kemudian dapat diketahui jumlah sedimen per tahun pada DAS Semarang Timur atau dengan istilah SY (*Sediment Yield*). Berdasarkan perhitungan erosi lahan di DAS Semarang Timur yaitu 816.910,81 ton/tahun, yang mengakibatkan jumlah sedimentasi sebesar 4.641,39 ton/tahun. klasifikasi bahaya erosi bervariasi dari sangat ringan sampai dengan sangat berat, dengan mayoritas kelas yaitu sangat berat di wilayah hulu dengan luas wilayah 7.003,55 Ha. Rekomendasi yang diusulkan untuk mengatasi atau mereduksi erosi adalah dengan konservasi teknis, yaitu dengan teknik terasering dan cekdam.

Kata Kunci : erosi, GIS, Konservasi SDA, sedimentasi, USLE

ABSTRACT

*The East Semarang watershed is an area with diverse land conditions and the majority of the upstream and downstream areas are converted into settlements. This results in an increase in the rate of erosion which erodes the land and causes sedimentation in the downstream watershed. The higher the erosion rate, the higher the sedimentation, therefore the prediction of the erosion value is important as an indicator to recommend natural resource conservation activities. The purpose of this study is to predict erosion and sedimentation rates, and to recommend good conservation methods in an effort to reduce soil erosion. Land erosion analysis was obtained from the overlay of erosion parameter layers with the help of the ArcGIS program using the USLE (*Universal Soil Loss Equation*) method. Not all of the eroded soil surface in the watershed will be transported to the river, but some will settle on the watershed surface due to the interaction between the flow and the watershed surface. Sediments carried by measured river flows at the outlet were analyzed using the SDR (*Sediment Delivery Ratio*) method. Then it can be known the amount of sediment per year in the East Semarang watershed or by the term SY (*Sediment Yield*). Based on the calculation of land erosion in the East Semarang watershed, as big as 816,910.81 tons/year, which resulted in a total sedimentation of 4,641.39 tons/year. Erosion hazard classifications vary from very light to very severe, with the majority of the class being very severe in the upstream region with an area of 7,003.55 Ha. The recommendation proposed to overcome or reduce erosion is technical conservation, namely terracing and check dam techniques.*

Keywords: erosion, GIS, Water Resources Conservation, sedimentation, USLE

1. PENDAHULUAN

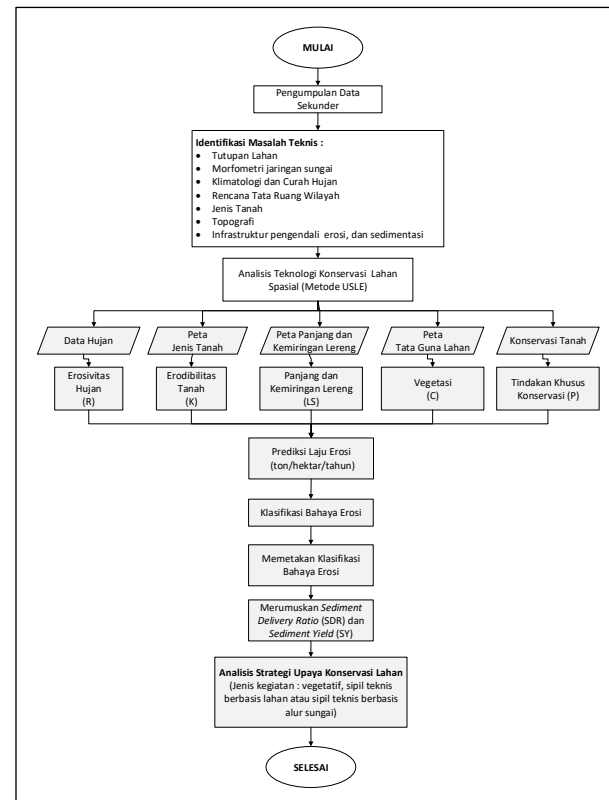
Erosi merupakan satu bentuk kerusakan lahan yang dapat diidentifikasi terjadi pada lahan yang gundul atau lahan kritis, yang disebabkan oleh aktifitas manusia berupa penggundulan hutan pada daerah hulu sehingga terjadi alih fungsi lahan menjadi lahan terbuka atau terbangun. Proses terjadinya erosi ditandai terkikisnya partikel-partikel tanah lapisan atas (*top soil*) akibat adanya hujan. Erosi berakibat pada menurunnya kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman, sehingga hasil pertanian menjadi menurun dan berimbas pula pada penurunan perekonomian para petani. Erosi membawa partikel-partikel tanah dari daerah atas ke arah bawah dari suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) melalui sungai dan menetap di daerah yang lebih rendah menjadi sedimen. Hujan merupakan faktor iklim utama dalam membangkitkan laju erosi yang mempengaruhi terlepasnya butiran tanah secara perlahan berdasarkan akumulasi waktu. Hujan dalam analisa erosi dirumuskan menjadi suatu nilai variabel erosivitas (Suripin, 2002; Kironoto, 2003). *Sediment Delivery Ratio* (SDR) merupakan formula untuk mengkonversi laju erosi menjadi laju sedimentasi (*sediment yield*) dengan menambahkan faktor Nisbah Pengangkutan Sedimen (NPS) (Tunas, 2018). Erosi lahan merupakan jenis proses kikisan lahan yang paling banyak menghasilkan sedimentasi.

DAS Semarang Timur merupakan wilayah yang terdiri dari pesisir di wilayah utara, dan perbukitan di daerah atas. Kondisi saat ini menggambarkan DAS yang tidak sehat ditandai dengan rendahnya debit sungai di waktu musim kemarau, dan banjir di waktu musim hujan. Salah satu penyebabnya yaitu adanya erosi lahan yang dapat diindikasikan dengan adanya butiran tanah yang terkikis pada lahan dengan kemiringan curam. Erosi menyebabkan sedimentasi dan pendangkalan sungai, sehingga turut memicu terjadinya banjir, disamping air juga tidak dapat terserap baik di daerah atas yang disebabkan oleh alih fungsi lahan menjadi pemukiman penduduk yang cukup pada pada akhir-akhir ini.

Output penelitian ini difokuskan pada proses erosi lahan dan angkutan sedimen, serta rekomendasi strategi yang efektif dalam upaya konservasi lahan. Substansi yang disampaikan akan lebih detail, sebagai kajian awal pada DAS Semarang Timur terutama oleh tim Universitas Semarang, sekaligus juga dapat menjadi acuan bagi pelaksanaan penanganan erosi secara fisik di Kota Semarang, yaitu DPU Kota Semarang.

2. METODE

Penelitian ini mengaplikasikan formula USLE pada program ArcGIS sehingga dapat mengakomodasi data-data dan keluaran secara spasial. Alur proses penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Analisis Erosi, Sedimentasi, dan Konservasi Lahan

Data-data sekunder adalah yang digunakan pada analisa ini. Pengumpulan data diperoleh dari kajian-kajian terdahulu, buku-buku, dan refensi-referensi yang mendukung penelitian, yang didapatkan dari instansi-instansi terkait.

Adapun data-data sekunder sebagai input analisis disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data-Data Sekunder

No.	Data	Sumber Data	Tahun Data
1	Hujan Harian : - CH Karangroto - CH Maritim Tanjung Mas - CH Pucanggading - CH Banyumeneng	BBWS Pemali Juana	2010-2022
2	Jenis Tanah	BBWS Pemali Juana	2022
3	Tutupan Lahan	Badan Informasi Geospasial	2022
4	Kemiringan Lereng	Badan Informasi Geospasial	2022

Pada penelitian ini terdapat 3 (tiga) tahap analisis yang dijabarkan di bawah ini.

1. Analisis Erosi Lahan

Erosi lahan diprediksikan dengan mengalikan semua parameter berdasarkan nilai-nilai indeks yang telah diidentifikasi. Proses analisa spasial dilakukan dengan memasukkan nilai-nilai parameter pada data shapefile pada program ArcGIS, sehingga menghasilkan peta kerentanan erosi dan nilai-nilai klasifikasi erosi lahan.

2. Analisis Sedimen

SDR merupakan rasio transpor sedimen yang berasal dari erosi lahan yang diidentifikasi menggunakan nilai NPS. Dari hasil SDR ditransformasikan ke dalam persamaan SY.

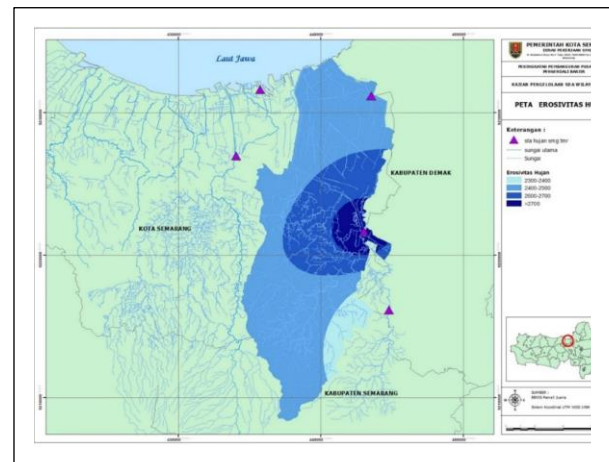
3. Analisis Konservasi Lahan

Konservasi lahan dilakukan bila hasil analisa erosi mendapatkan hasil sedang sampai dengan sangat berat. Konservasi lahan diklasifikasikan menjadi konservasi secara vegetatif dan teknis. Namun yang akan disampaikan pada penelitian ini adalah konservasi teknis yang terdiri dari pembuatan teras dan dam pengendali sedimen atau cekdam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

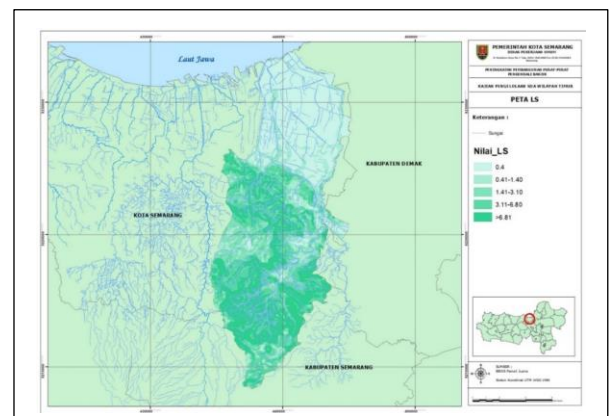
3.1. Erosi

Hasil analisa erosivitas di DAS Semarang Timur ditampilkan pada Gambar 2. Pada gambar terlihat bahwa daerah dengan warna biru gelap merupakan daerah dengan intensitas nilai erosivitas tinggi berdasarkan kedalaman hujan pada daerah tersebut.



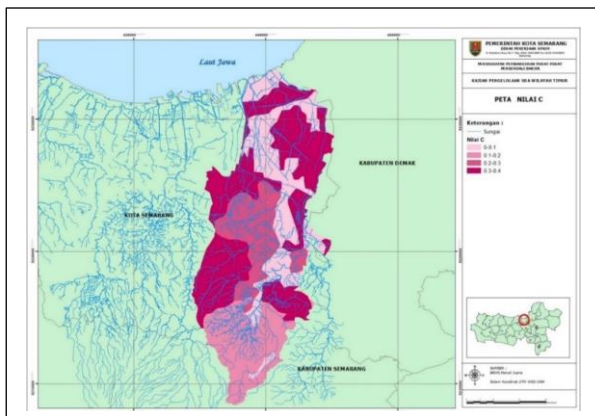
Gambar 2. Erosivitas Hujan

Hasil dari analisa indeks kemiringan lereng ditampilkan pada Gambar 3. Lahan dengan kemiringan lereng curam ditampilkan dengan warna hijau tua. Kemiringan lereng yang curam umumnya terdapat pada daerah pegunungan maupun perbukitan. Pada peta terlihat bahwa kemiringan lereng pada DAS Semarang Timur terdapat pada daerah Kota Semarang bagian selatan dan Kabupaten Semarang. Daerah dengan lereng curam mempunyai potensi tinggi terjadi erosi.



Gambar 3. Kemiringan Lereng

Hasil analisa koefisien C di Sistem DAS Semarang Timur disajikan pada Gambar 4. Terlihat bahwa nilai koefisien C tinggi terdapat pada daerah dengan tata guna lahan yang ada berupa tegalan. Nilai koefisien c untuk penggunaan lahan ini adalah 0,7. Sedangkan nilai koefisien c dengan nilai rendah terdapat pada daerah dengan tata guna lahan berupa sawah dengan nilai C sebesar 0,05. Daerah dengan nilai C tinggi umumnya rentan terhadap erosi karena daerah tersebut tidak mampu menyerap air dengan baik sehingga hujan yang datang akan menjadi aliran permukaan. Begitu juga sebaliknya, daerah dengan nilai koefisien C rendah mampu meresapkan air hujan yang datang ke tanah sehingga erosi bisa dikurangi atau dicegah.



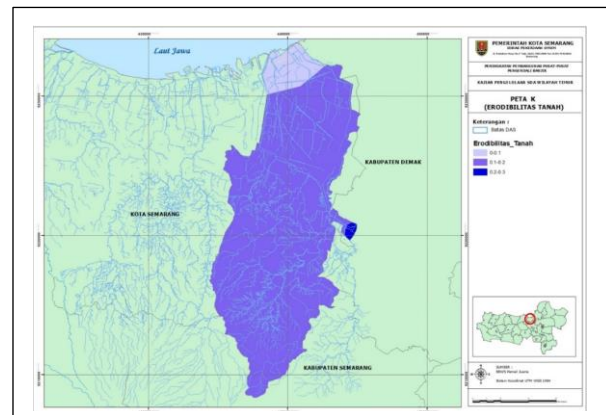
Gambar 4. Nilai Tutupan Lahan/Koefisien C

Dalam konsep USLE, erodibilitas tanah dianggap parameter konstan yang menyatakan respon tanah terhadap erosivitas yang diberikan untuk memprediksi rata-rata erosi tanah jangka panjang. Jika tidak ada percobaan lapangan, maka nilai K untuk beberapa jenis tanah di Indonesia dapat diestimasi dari Tabel 2 berikut. Makin tinggi nilai K, tanah makin peka terhadap erosi. Sedangkan peta sebaran nilai erodibilitas disajikan pada Gambar 5. Daerah dengan nilai erodibilitas tinggi ditampilkan dengan warna biru tua.

Tabel 2. Nilai-Nilai Erodibilitas Tanah (Arsyad, 2010)

No.	Jenis-Jenis Tanah	Nilai Erodibilitas Tanah
1.	Latosol	0,02
2.	Mediteran Merah	0,05

No.	Jenis-Jenis Tanah	Nilai Erodibilitas Tanah
	Kuning	
3.	Mediteran	0,21
4.	Podsolik Merah Kuning	0,15
5.	Regosol	0,11
6.	Grumusol	0,24



Gambar 5. Nilai Erodibilitas

3.2. Sedimentasi

Untuk menganalisa rasio sedimentasi dengan luas DAS Semarang Timur 3384,1 Ha menggunakan persamaan Boyce sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{SDR} &= 0,41 \times 3384,1^{-0,3} \\ &= 0,006 \end{aligned}$$

Analisa laju sedimentasi dihitung berdasarkan rasio laju sedimen sebesar 0,006 dan rata-rata erosi lahan sebesar 816.910,81 ton/th menggunakan persamaan *sediment yield* sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{SY} &= 0,006 \times 816.910,81 \\ &= 4.641,39 \text{ ton/th} \end{aligned}$$

Dengan luas DAS Semarang Timur 1.564.476,92 Ha, maka diperoleh sedimentasi di DAS Semarang Timur sebesar 4.641,39 ton/th.

3.3. Rekomendasi Upaya Konservasi Teknis

Pada DAS Semarang Timur direkomendasikan upaya konservasi secara teknis, berdasarkan kondisi wilayah yang sudah cenderung meningkat hunian terutama

di daerah hulu, sehingga minim lahan yang dapat dimanfaatkan sebagai lahan konservasi vegetatif. Berikut rekomendasi konservasi teknis yang dapat diaplikasikan di wilayah kajian.

3.3.1. Terasering

Konservasi lahan dengan pembuatan teras diberikan terhadap lahan yang ditujukan untuk mengurangi debit limpasan permukaan dan dampaknya, serta meningkatkan kelas kemampuan lahan. Penerapan teknik konservasi teras akan lebih efektif dan efisien bila dikombinasikan dengan teknik konservasi vegetatif seperti penggunaan rumput sebagai tanaman penguat teras, ataupun pengaturan pola tata tanam. Berbagai jenis teras dapat dipilih dalam konservasi lahan metode mekanis, antara lain: teras bangku (miring ke dalam dan miring keluar), guludan, bedengan. Kriteria pemilihan jenis tersebut disusun dengan orientasi ekonomis dan efektifitas konservasi. Mahalnya biaya pembuatan teras mengkondisikan harus dilakukannya secara bertahap.

3.3.2. Cekdam

Tanggul penghambat atau cekdam adalah bendungan kecil dengan konstruksi sederhana (urugan tanah atau batu), dibuat pada alur jurang atau sungai kecil. Cek dam berfungsi untuk mengendalikan sedimen dan aliran permukaan yang berasal dari daerah tangkapan di sebelah atasnya. cek dam merupakan salah satu teknik konservasi tanah dan air yang sederhana, namun berguna untuk menampung air hujan yang turun. Dengan demikian dapat menurunkan koefisien aliran permukaan sungai

Cekdam dibuat dengan luas daerah tangkapan air dari 100 – 250 ha, dan dapat lebih luas untuk wilayah-wilayah tertentu yang mempunyai curah hujan yang rendah. Tinggi dan panjang bendungan maksimal adalah 10 meter tergantung pada kondisi geologi dan topografi lokasi yang bersangkutan. Pembangunan cekdam biasanya dilakukan pada musim kemarau. Contoh cekdam sederhana yang dapat

diaplikasikan di DAS Semarang Timur disajikan pada Gambar 8.



Sumber: <http://www.swcc.state.al.us>

Gambar 8. Desain Cekdam Sederhana dengan Material Bronjong

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil prediksi kerentanan erosi dan sedimentasi pada DAS Semarang Timur dapat diambil simpulan antara lain:

1. Laju erosi di DAS Semarang Timur diprediksikan sebesar 816.910,81 ton/tahun.
2. Klasifikasi bahaya erosi di DAS Semarang Timur yaitu mayoritas sangat berat dengan lahan tererosi seluas 7.003,55 Ha, khususnya di daerah hulu DAS.
3. Laju sedimentasi di DAS Semarang Timur diidentifikasi sebesar 4.641,39 ton/tahun.

Rekomendasi yang diusulkan untuk mengatasi atau mereduksi erosi adalah dengan konservasi teknis, sesuai dengan kondisi masing-masing wilayah tererosi.

4.2. Saran

Untuk meminimalisir sedimentasi pada DAS Semarang Timur setidaknya dapat diusulkan kegiatan-kegiatan sebagai berikut.

1. Penanganan kikisan lahan pada daerah hulu DAS Semarang Timur sangat diperlukan, sehingga erosi lahan dapat diminimalisir.
2. Diperlukan kerjasama berbagai pihak untuk memelihara kelestarian hutan, dan mengurangi ekspansi pemukiman di daerah hulu, serta mengadopsi berbagai teknik metode peresapan air.
3. Dapat dilakukan penelitian lanjut mengenai hasil erosi dan sedimentasi setelah dilakukan upaya konservasi dengan

lebih detail.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad. (2010). Konservasi tanah dan air. Edisi kedua Cetakan kedua. IPB Press.
- Boyce, R. (1975). Sediment Routing and Sediment Delivery Ratios. In Present and Prospective Technology for Predicting Sediment Yield and Sources. USDA.
<http://www.swcc.state.al.us>
- Kironoto, B. . (2003). Diktat Kuliah Hidraulika Transpor Sedimen. PPS-Teknik Sipil.
- Suripin. (2002). Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air. IPB Press.
- Tunas, I. G. (2018). Pengaruh Prosedur Perkiraan Laju Erosi Terhadap Konsistensi Nisbah Pengangkutan Sedimen. Jurnal SMARTek, 6(3), 135–1