



## Aplikasi Model Rusle untuk Estimasi Kehilangan Tanah Bagian Hulu di Sub Das Garang, Jawa Tengah

Fahrudin Hanafi <sup>\*1</sup>, Dany Pamungkas<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Geografi, Universitas Negeri Semarang

Article Info	Abstrak
<p><b>Article History</b>            Dikirim 15 Januari 2020            Diterima 20 Juni 2020            Terbit 15 Januari 2021</p>	<p>Sungai Garang merupakan salah satu sungai utama yang melalui Kota Semarang, Jawa Tengah. Hulu DAS Garang sebagian besar merupakan kawasan penyangga, dan resapan bagi konservasi sumberdaya air dan tanah Kota Semarang dan sekitarnya. Penelitian ini berlokasi pada DAS Garang bagian hulu, dengan tujuan untuk mengetahui tingkat bahaya erosi atau kehilangan tanah akibat alih fungsi lahan. Model erosi pada penelitian ini dikhususkan pada jenis erosi lembar dengan menggunakan metode RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation). Data yang digunakan adalah (R) hujan pencatatan darat dari 7 stasiun hidrologi selama 10 tahun, (K) jenis tanah yang diturunkan dari interpretasi bentuk lahan, (LS) panjang dan kemiringan lereng dari data radar SRTM, dan (CP) konservasi dan penutup lahan yang diturunkan dengan menggunakan klasifikasi terselia multispektral maximum likelihood. Kualitas modelling dijaga melalui validasi data input, seperti normal ratio method dan Uji konsistensi data hujan, survey tekstur dan warna tanah untuk data tanah, matrik confussion untuk validasi penutup lahan dan kemiringan lereng. Hasil penelitian pada sub DAS Garang Hulu seluas 1191,56 hektar (14,14%) erosi yang terjadi masih di bawah batas ambang erosi yang diperbolehkan, sedangkan area seluas 7.232,67 hektar (85,86%) erosi yang terjadi di atas batas ambang erosi yang diperbolehkan. Rerata kehilangan tanah adalah 222 ton/ha/tahun dengan potensi kehilangan tanah hingga 39.236 Ton pertahun atau kehilangan solum tanah 3,8 cm. Meskipun dalam batas ambang, hal ini harus dikendalikan mengingat pentingnya daerah hulu DAS Garang yang penutup lahannya mulai beralih fungsi menjadi pertanian dan perkebunan pada lahan miring.</p>
<p><b>Keywords:</b>            RUSLE;            erosi;            garang hulu</p>	<p><b>Abstract</b></p> <p><i>The Garang River is one of the main rivers passing through the City of Semarang, Central Java. Upstream The Garang River Basin is mostly a buffer zone and a catchment area for the conservation of water and soil resources in the city of Semarang and its surroundings. This research is located in the upstream Garang watershed, with the aim of knowing the erosion level or soil loss due to land conversion. The erosion model in this study is specific to the sheet erosion type using the RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) method. The data used are (R) land record rainfall from 7 hydrological stations for 10 years, (K) soil types derived from land form interpretation, (LS) length and slope from SRTM radar data. (CP) land cover and conservation derived using maximum likelihood of supervised multispectral classification. The quality of modeling is maintained through validation of input data, such as the normal ratio method and consistency test of rain data, soil texture and color surveys for soil data, also configuration matrices for validation of land cover and slope. The results of the research in the Garang upstream watershed area of 1191.56 hectares (14.14%), the erosion that occurred was still below the permissible erosion threshold, while the area of 7,232.67 hectares (85.86%) erosion that occurred was above the erosion threshold allowed. The average soil loss is 222 tons / ha / year with the potential for soil loss of up to 39,236 tons per year or soil loss thickness of 3.8 cm. Even though it is within the threshold, this must be controlled considering the importance of the Garang River upstream basin, whose land cover has begun to change its function to agriculture and plantations on sloping land.</i></p>

\* E-mail : [fahrudin.hanafi@mail.unnes.ac.id](mailto:fahrudin.hanafi@mail.unnes.ac.id)  
 Address : x

## PENDAHULUAN

DAS Garang adalah daerah aliran sungai yang berada di tiga wilayah administrasi yaitu Kabupaten Semarang, Kota Semarang dan Kabupaten Kendal. DAS Garang terdiri dari empat sub bagian daerah aliran sungai, yaitu sub DAS Garang Hulu, Kreo, Kripik, dan Hilir. Luas wilayah sub DAS Garang Hulu adalah 8.424,23 Ha yang terbagi kedalam beberapa kecamatan yaitu, Kota Semarang (Kecamatan Gunungpati, Gajahmungkur, Banyumanik), Kabupaten Semarang (Kecamatan Ungaran Timur, Ungaran Timur, Bandungan, Sumowono, Bergas), Kabupaten Kendal (Kecamatan Boja, Limbangan).

Berdasarkan data dokumen RTRW Provinsi Jawa Tengah, subDAS Garang Hulu merupakan kawasan lindung dan penyangga yang mengalami alih fungsi menjadi kawasan budidaya tanaman semusim dan permukiman. Meskipun demikian, DAS Garang dari tahun 1995-2010 terjadi perubahan penutup lahan yang cukup signifikan. Luasan hutan yang sebelumnya 23,28 km<sup>2</sup> menjadi 18,38 km<sup>2</sup>, serta permukiman dari 1,69 km<sup>2</sup> menjadi 7,41 km<sup>2</sup> (Setyowati, dkk., 2011), dan setiap tahun nya ada peningkatan alih fungsi lahan untuk permukiman mencapai 8,50 hektar (Sucipto, 2008)

Perubahan penutup lahan menjadi faktor serius yang berkaitan dengan masalah erosi lahan. Erosi lahan dapat dimodelkan dengan berbagai metode, salah satu yang paling umum adalah USLE. Metode ini memiliki kelebihan kecepatan dalam pengolahan namun sering overestimate pada satuan lahan yang kecil danskala data yang tidak seimbang. Metode RUSLE adalah model revisi atau penyempurnaan dari model sebelumnya yaitu USLE (Renard et al., 1997).

RUSLE adalah model erosi yang dirancang untuk memprediksi kehilangan tanah tahunan rata-rata dalam kurun waktu yang lama terbawa oleh air limpasan dari kemiringan lereng lahan tertentu dalam sistem penanaman dan pengelolaan tertentu dan juga dari luas area. RUSLE menggabungkan beberapa faktor penyebab erosi untuk memprediksi kehilangan tanah dari erosi lembar dan alur yang disebabkan oleh aliran permukaan dan hujan, hasil prediksi erosi dapat membantu perencanaan teknik konservasi (Sinukaban, 1987).

Metode RUSLE mampu menghitung kehilangan tanah pada daerah dengan aliran permukaan yang signifikan, dan tidak dirancang untuk daerah yang tidak terjadi aliran permukaan (Jones et al., 1996). Perbandingan prediksi laju erosi menggunakan model USLE, MUSLE dan RUSLE, menunjukkan bahwa model RUSLE lebih konsisten pada setiap hasil model (Nugraheni dkk.,

2013). Erosi yang berulang dalam intensitas tertentu akan mempengaruhi solum tanah, dan tingkat kesuburan tanah. Erosi yang dihitung dengan cara membandingkan tingkat erosi di suatu lahan (land unit) dan kedalaman tanah efektif pada satuan lahan sering disebut sebagai tingkat bahaya erosi (TBE) (Kemenhut, 2013).

## METODE

Erosi lembar (*sheet erosion*) adalah erosi akibat terlepasnya tanah dari lereng dengan tebal lapisan yang tipis (Hardiyatmo, 2006). Artinya terjadi pengangkutan atau pemindahan tanah secara merata pada seluruh permukaan tanah. Pada prinsip pembuatan satuan lahan dibuat dengan delinasi satuan medan homogen. Hal ini sangat sesuai dengan karakter dari erosi lembar, sehingga prediksi erosi dengan menggunakan satuan lahan sangat relevan dengan jenis erosi lembar.

Ilmu empiris pertama yang dikembangkan untuk prediksi erosi adalah USLE. Zingg pada tahun 1940 mengemukakan rumus untuk perhitungan erosi, diikuti selanjutnya oleh Smith (1941), Browning (1947), Musgrave (1947), Wischmeier and Smith (1965), Wischmeier and Smith (1978). Rumus USLE banyak dipakai dalam pengembangan perhitungan model erosi seperti RUSLE, EPIC, AGNPS, SLEMSA, MUSLE, SOILOSS (Lafien et al., 2013). Pengembangan USLE yaitu RUSLE. RUSLE mengalami penyempurnaan faktor, akan tetapi masih berdasar dari metode USLE (Renard et al., 1991).

RUSLE adalah model erosi yang dirancang untuk memprediksi kehilangan tanah tahunan rata-rata dalam kurun waktu yang lama terbawa oleh air limpasan dari kemiringan lereng lahan tertentu dalam sistem penanaman dan pengelolaan tertentu dan juga dari luas area. Penggunaan yang tersebar luas telah membuktikan kegunaan dan validitas rusle untuk tujuan erosi (Renard, 1997).

Input RUSLE adalah erosivitas hujan (R), erodibilitas tanah (K), Kemiringan dan panjang lereng (LS), Pengelolaan tanaman dan Konservasi (CP), dengan output berat erosi (A).

Kualitas model RUSLE pada penelitian ini divalidasi pada input data faktor. **Faktor (R)** erosivitas hujan dihitung menggunakan rumusan Lenvain (1989) dengan memperhitungkan curah hujan tahunan (cm). Input data hujan darat menggunakan 7 Stasiun Hidrologi (Waduk Mangkang, Kali Gading, Pucanggading, Kantor PSDA, Gunungpati, Rawa Pening, dan Jragung selama periode 10 tahun. Rerata hujan kawasan DAS menggunakan isohyet dengan interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW) yaitu interpolasi sederhana den-

gan mempertimbangkan jarak titik di sekitarnya (Shepard, 1968).

Dalam data yang panjang selalu ada data yang kosong. Data yang kosong dapat disebabkan oleh alat penakar hujan tidak berfungsi pada periode waktu tertentu atau sebab lainnya. Data yang kosong dapat dilengkapi dengan memanfaatkan data hujan dari stasiun lain yang berdekatan (Asdak, 1995). Perbaikan data atau melengkapi data yang kosong dalam penelitian ini menggunakan *Normal Ratio Method* yang dirumuskan oleh Wei dan McGuinness (1973).

Untuk kualitas data, konsistensi catatan bagi masing-masing stasiun dasar harus diuji, dan yang tak konsisten harus disesuaikan (Linsley et al., 1986). Data presipitasi yang akan digunakan, diuji dengan teknik kurva massa ganda (*Double mass curve*). Konsistensi data presipitasi yang baik yaitu bernilai satu (1), semakin mendekati angka satu maka dapat dikatakan bahwa data tersebut *reliable*.

**Faktor Erodibilitas Tanah (K)** pada penelitian ini diturunkan Satuan lahan tanah disusun dari satuan lahan geomorfologi hasil interpretasi Landsat 8, lereng dan penutup lahan. Verifikasi jenis tanah melalui survei lapangan dan validasi menggunakan nilai yang sudah ada dan pengecekan jenis tanah secara kualitatif, yaitu dengan meneliti tekstur dan warna tanah yang mengacu pada buku Munsell dan buku Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional terbitan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian tahun 2014.

**Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS)** pada riset ini berbasis pada *digital elevation model* berupa data SRTM V3 (Shuttle Radar Topography Mission) dengan resolusi atau tingkat kedetailan mencapai 30 meter. Data radar diperbaiki dari (*sink*) melalui *fill* terbentuk arah aliran yang kontinyu, sebelum akhirnya dirubah menjadi data kemiringan lereng (*radian*) dan arah lereng (*aspect*). Konversi ke data LS menggunakan rumus panjang dan kemiringan lereng berikut :

$$LS = (A_s / 22,13)^m \times (\sin \beta / 0,0896)^n$$

Dengan

$A_s$  = Peta *Aspect*

$\sin \beta$  = Kemiringan Lereng (*Degree*)

$m$  = 0,4

$n$  = 1,3

(Moore & Wilson, 1992)

**Faktor C** ditentukan berdasarkan peta penutup lahan hasil turunan citra penginderaan jauh menggunakan metode klasifikasi terbimbing *maximum likelihood* (Sharma et al., 2010). Sebelum data digunakan, terlebih dahulu harus dikoreksi

geometrik dan radiometrik. Penentuan kelas faktor pengelolaan tanaman yang terdiri atas, badan air, permukiman/lahan terbangun, pertanian, hutan dan tanah kosong (Gambar 1). Kualitas data penutup lahan klasifikasi diuji dengan survei lapangan menggunakan metode matrik *confusion* (Lillesand et al, 2008), yaitu menguji akurasi dari kedua sisi, yaitu dari sisi pembuat peta (*producer's accuracy*) dan sisi pengguna peta (*user's accuracy*).

**Faktor P** (konservasi lahan) pada penelitian ini berbasis dari data kemiringan lereng (*slope*) dan penutup lahan (Gambar 1). Peta kemiringan lereng dibuat dengan sumber data DEMNAS dengan dilakukan pengelompokan menjadi beberapa kelas, yaitu 0-2 %, 2-12 %, 12-16%, 16-20%, dan 20-25% (Sharma et al., 2010).

Ukuran kehilangan tanah yang diizinkan (*soil loss tolerance*) atau besarnya erosi yang tidak melebihi laju pembentukan tanah (Suripin, dkk 2001), dihitung dengan perhitungan tingkat bahaya erosi persatuan luas dan (EDP) Erosi yang diperbolehkan (EDP) (ton/ha/tahun) menurut Peraturan Menteri Kehutanan tahun 2009.

Keseluruhan erosi berbasis satuan medan atau kelas/kelompok medan yang menunjukkan suatu bentuk lahan atau kompleks bentuk lahan yang sejenis dalam hubungannya dengan karakteristik medan dan komponen-komponen medan yang utama (Van Zuidam, 1979). Satuan medan dalam penelitian ini menggunakan 3 jenis data yaitu, data morfologi, jenis tanah, dan kelas lereng. Data morfologi diperoleh dengan deliniasi bentuk kontur yang memiliki kesamaan. Satuan medan juga dipergunakan sebagai pertimbangan penentuan lokasi dan jumlah sampel pada faktor erodibilitas tanah dan penutup lahan (Gambar 1).

Berdasarkan homogenitas satuan medan ditentukan sebanyak (24) titik sampel jenis tanah dan sampel piksel penutup lahan yang dipilih secara sistematis proporsi luas yaitu pertanian sebanyak 300 piksel, hutan 201 piksel, lahan terbangun 104 piksel, dan badan air sebanyak 30 piksel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Fokus penelitian adalah untuk mengetahui erosi yang terjadi di sub daerah aliran sungai garang hulu dengan menerapkan metode RUSLE. Variabel dalam penelitian ini yaitu, erosititas, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng, pengelolaan vegetasi dan tindakan konservasi. Va-

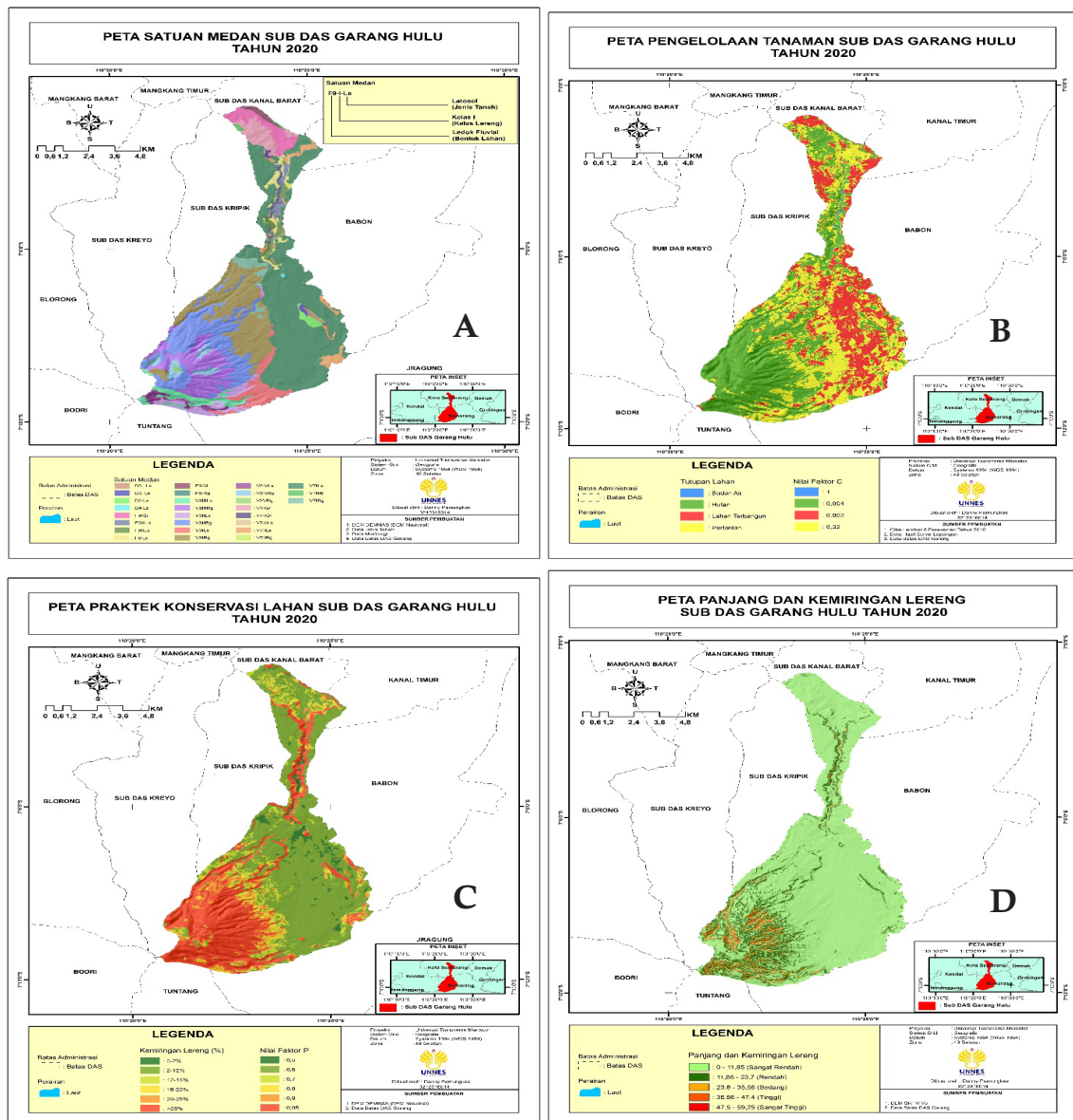
lidasi adalah kunci menjaga kualitas model, khususnya pemodelan empiris seperti pada penelitian ini. Validasi dikhususkan pada variabel penelitian.

Data hujan yang divalidasi adalah 7 stasiun hujan darat (Waduk Mangkang, Kaligading, Pucanggading, Kantor PSDA, Gunungpati, Rawa Pening, dan Jragung) kurun waktu 2009-2018. Data hilang muncul pada pencatatan Stasiun Pucanggading (Mei 2018) dan Rawa Pening (Mei-Agustus 2014 dan Mei 2018). Perbaikan data hujan menggunakan *Normal Ratio* (Wei and McGuiness, 1973) dengan memanfaatkan data hujan dari stasiun terdekat. Setelah data kosong diperbaiki, dilakukan uji konsistensi data hujan menggunakan koefisien determinan dari kurva massa ganda. Perbaikan *slope* data hujan dari 1,0039 menjadi 1,1557 dengan nilai K 1,16. Perbaikan *slope* data hujan terutama pada tahun 2013 data Waduk Mangkang. Analisis hujan kawasan menggunakan interpolasi *Inverse Distance Weight* karena mampu membatasi titik in-

put yang digunakan dalam proses interpolasi. IDW juga memiliki kelemahan yaitu tidak dapat mengestimasi nilai diatas nilai maksimum dan dibawah nilai minimum dari titik-titik sampel (Pramono, 2008). Stasiun Gunungpati dengan memiliki nilai erosivitas hujan tertinggi (4250,7 ton/ha/tahun), dan stasiun Jragung menjadi terendah (2573,817 ton/ha/tahun).

Erodibilitas tanah divalidasi dengan verifikasi tekstur tanah lapangan dan warna tanah menggunakan Buku Munsell. Jenis tanah di DAS Garang Hulu berdasar satuan lahan adalah latosol, mediteran, grumusol, dan regosol. Survei mengacu Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional terbitan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian tahun (2014) dan *Soil Taxonomy USDA*.

Erosi secara normal akan meningkat jika kecuraman kemiringan dan panjang kemiringan juga meningkat, ini sebagai hasil dari peningkatan kecepatan dan volume air aliran permukaan (*surface*



Gambar 1. (A) Satuan Medan, (B) Tutupan, (C) Pengelolaan/Konservasi, (D) Length dan Slope

runoff) (Morgan, 2005). Validasi faktor *length* dan *slope* melalui data kemiringan sampel lapangan menjadi data sumbu x, dan data radar SRTM sebagai y. Raster calculate data radar dengan persamaan garis tersebut sebagai koreksi DEM.

Faktor tutupan dan pengelolaan sangat mengandalkan data penutup lahan citra Landsat 8. Koreksi radiometrik menggunakan FLAASH yaitu dengan menghitung radian yang diterima oleh sensor satelit dan dimodelkan kembali dengan menambahkan faktor-faktor yang mempengaruhi radian/reflektan yang diterima oleh sensor. Data terkoreksi di klasifikasi terselia menggunakan *maximum like hood*.

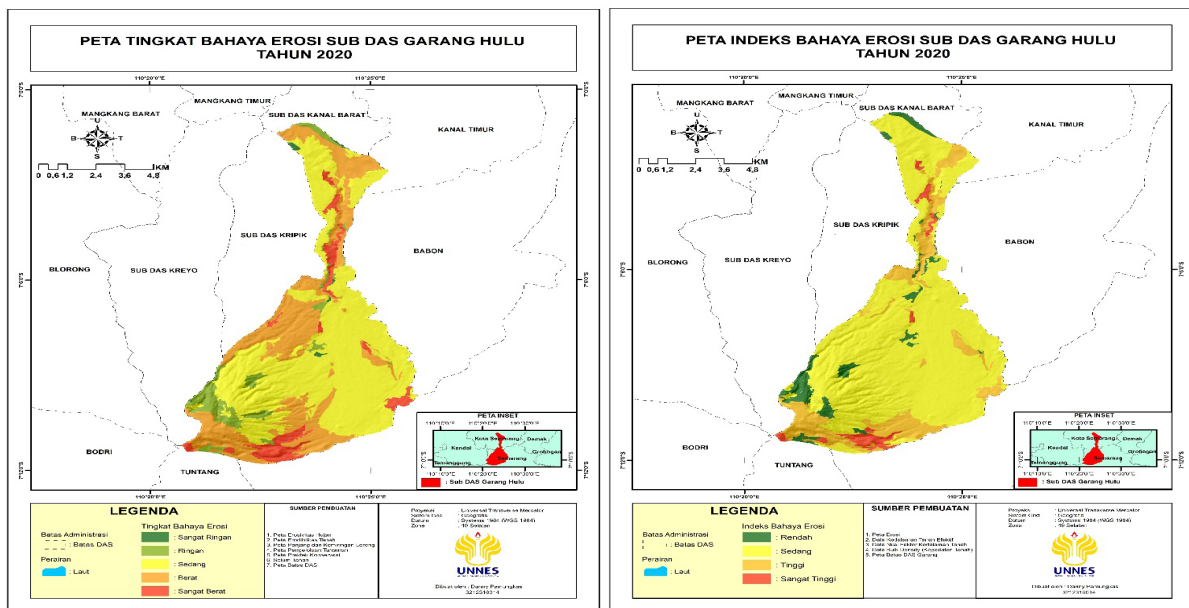
*Separity Index* setiap jenis tutupan lahan adalah pertanian dengan lahan terbangun (1,91), pertanian dengan hutan (1,98), hutan dengan lahan terbangun (1,99), hutan dengan badan air (1,99), lahan terbangun dengan badan air (1,99), dan pertanian dengan badan air (2). indeks keterpisahan antar piksel baik jika minimum angkanya adalah 1,8 dan maksimum adalah 2. Generalisasi grid sampel terkecil adalah 1 Ha, untuk survei penutup lahan. Hasil uji klasifikasi terselia dan survei adalah memberikan producer accuracy tertinggi (100) pada lahan terbangun, dan terendah (70) pada badan air. Indeks Kappa sebesar 0,83 atau sangat baik (Altman, 1991).

Erosi RUSLE dihitung berbasis raster dengan resolusi 30 m, yaitu dengan menyesuaikan input variabel ke dalam dimensi yang sama. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode RUSLE, didapatkan hasil laju erosi di Sub DAS Garang Hulu berkisar antara 5,4 - 751,29 ton/ha/tahun (Gambar 2). Erosi terendah terjadi pada ben-

tuk lahan ledok fluvial karena kemiringan kurang dari 8 % dan jenis tanah regosol. Tanah regosol merupakan tanah muda yang berasal dari letusan gunung berapi berupa pasir mulai dari daerah pantai hingga puncak gunung berapi, banyak terdapat di lahan vulkanik (Fiantis, 2007). Erosi paling besar terdapat pada Dataran Kaki Vulkanik dengan kemiringan 8-15 % dan jenis tanah grumusol. Tanah grumusol berasal dari pelapukan batu kapur dan tuffa vulkanik.

Hasil perhitungan erosi yang diperbolehkan, pada satuan lahan ini memiliki rentang nilai dari 45,61 – 80,82 ton/ha/tahun. Sebanyak 1191,56 hektar atau setara (14,14%) memiliki nilai erosi yang tidak melebihi batas maksimal erosi yang diperbolehkan (Gambar 2). Indeks bahaya erosi diperoleh dari hasil perhitungan erosi yang diperbolehkan (EDP) melalui data kedalaman efektif, nilai faktor kedalaman tanah dan bulk density, serta mempertimbangkan umur guna tanah. Kedalaman tanah menggunakan data Soilgrids meskipun resolusinya cukup kecil (250 m).

Berdasarkan erosi yang diperbolehkan, EDP sub DAS Garang Hulu seluas 1191,56 hektar (14,14%) erosi yang terjadi masih di bawah batas, sedangkan area seluas 7.232,67 hektar (85,86%) erosi yang terjadi di atas batas nilai erosi yang diperbolehkan. Rerata kehilangan tanah adalah 222 ton/ha/tahun dengan potensi kehilangan tanah hingga 39.236 Ton Per tahun atau kehilangan so-lum tanah 3,8 cm. Meskipun dalam batas ambang, hal ini harus dikendalikan mengingat pentingnya daerah hulu DAS Garang yang penutup lahannya mulai beralih fungsi menjadi pertanian dan perkebunan pada lahan miring. Menurut Dinas Per-



Gambar 2. Tingkat Bahaya Erosi dan Indeks Bahaya Erosi Das Garang hulu

**Tabel 1.** Rerata Erosi Tahunan (Ton/Tahun) pada berbagai Satuan Lahan

Jenis Satuan Lahan	Rerata Erosi (Ton/Tahun)	Luas (Ha)	Jenis Satuan Lahan	Rerata Erosi (Ton/Tahun)	Luas (Ha)
Bukit Sisa-III-Latosol	154.7	21.8	Ledok Fluvial-I-Grumusol	219.2	253.7
Bukit Sisa-II-Latosol	299.8	17.0	Ledok Fluvial-III-Latosol	472.3	134.4
Bukit Sisa-I-Latosol	295.8	56.1	Ledok Fluvial-II-Latosol	432.5	122.8
Rerata	250.1	4.2	Ledok Fluvial-I-Latosol	264.2	129.6
Bukit Terisolasi-I-Latosol	211.9		Ledok Fluvial-I-Mediteran	21.9	50.5
Rerata	221.9		Ledok Fluvial-I-Regosol	5.4	4.0
Dataran Kaki Vulkanik-I-Grumusol	315.5	242.4	Rerata	235.9	
Dataran Kaki Vulkanik-II-Grumusol	751.3	13.2	Lereng Vulkanik Atas-III-Latosol	579.6	237.7
Dataran Kaki Vulkanik-III-Latosol	177.2	13.9	Lereng Vulkanik Atas-III-Regosol	70.9	668.9
Dataran Kaki Vulkanik-II-Latosol	242.1	190.4	Lereng Vulkanik Atas-II-Latosol	440.1	237.2
Dataran Kaki Vulkanik-II-Regosol	336.8	1.2	Lereng Vulkanik Atas-II-Regosol	204.4	1,113.9
Dataran Kaki Vulkanik-I-Latosol	222.0	2,936.8	Lereng Vulkanik Atas-I-Latosol	396.4	338.5
Dataran Kaki Vulkanik-I-Mediteran	11.8	17.4	Lereng Vulkanik Atas-I-Regosol	149.7	1,220.5
Dataran Kaki Vulkanik-I-Regosol	84.0	131.0	Lereng Vulkanik Atas-IV-Latosol	482.6	101.1
Rerata	267.6		Lereng Vulkanik Atas-IV-Regosol	55.1	150.4
			Lereng Vulkanik Atas-V-Regosol	80.9	15.9
			Rerata	273.3	

mukiman dan Tata Ruang Provinsi Jawa Tengah (2005), permasalahan sedimentasi di Sungai kali-garang telah mencapai 20 ton/ha/tahun. Tingkat erosi ini (2005) termasuk kriteria rendah, namun pada kondisi degradasi penutup lahan saat ini (2020), terhitung meningkat pada tingkat sedang (69,37 ton/ha/tahun). Hal ini disebabkan oleh penurunan luas hutan, peningkatan lahan terbangun, dan jenis tanah. Jenis tanah yang dominan di Sub DAS Garang Hulu adalah tanah latosol coklat tua dan latosol coklat tua kemerahan yang memiliki kepekaan yang tinggi terhadap erosi.

**KESIMPULAN**

Nilai erosi pada suatu satuan medan dapat diketahui dalam kondisi baik atau kritis melalui perhitungan nilai erosi yang diperbolehkan (EDP). Perhitungan EDP memerlukan data kepadatan tanah (bulk density), kedalaman efektif tanah, serta nilai faktor kedalaman tanah. Hasil penelitian pada sub DAS Garang Hulu seluas 1191,56 hektar

(14,14%) erosi yang terjadi masih di bawah batas erosi yang diperbolehkan, sedangkan area seluas 7232,67 hektar (85,86%) erosi yang terjadi diatas batas nilai erosi yang diperbolehkan. Meskipun demikian terjadi peningkatan tingkat bahaya erosi pada level sedang (69,37 ton/ha/tahun) atau tiga kali lipat sejak tahun 2005.

Metode RUSLE dengan satuan lahan bentuk lahan cukup andal (tidak *over estimate*) untuk memodelkan erosi dan kehilangan tanah pada suatu DAS kecil.

**DAFTAR PUSTAKA**

Altman, D. G. (1991). *Mathematics for kappa*. Practical statistics for medical research, 1991, 406-407.  
 Asdak, C. (1995). *Hidrologi dan pengelolaan DAS*. Yogyakarta: Gadjah Mada University.  
 Fiantis, D. (2007). *Morfologi dan klasifikasi tanah*. Padang: Universitas Andalas Padang, 193.  
 Hardiyatmo, H. C. (2006). *Penanganan tanah longsor dan erosi*. Gadjah Mada University Press.  
 Jones, D. S., Kowalski, D. G., & Shaw, R. B. (1996). *Calculat-*

- ing revised universal soil loss equation (RUSLE) estimates on department of defense lands: A review of RUSLE factors and US army land condition-trend analysis (LCTA) data gaps.
- Kehutanan, K. (2013). Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial, Nomor: P. 4/v-set/2013 tentang *Petunjuk Teknis Penyusunan data Spasial Lahan Kritis*. Jakarta: Kemenhut.
- Lafren, J. M., & Flanagan, D. C. (2013). The development of US soil erosion prediction and modeling. *International Soil and Water Conservation Research*, 1(2), 1-11.
- Linsley, R. K. (1986). Flood estimates: how good are they?. *Water Resources Research*, 22(9S), 159S-164S.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., & Chipman, J. W. (2008). *Digital Image Interpretation and Analysis*. New York: Remote sensing and image interpretation, 6, 545-81.
- Morgan, R. P. C. (2005). *Soil erosion and conservation*. New York: John Wiley & Sons.
- Moore, I. D., & Wilson, J. P. (1992). *Length-Slope Factors for the Revised Universal Soil Loss Equation: Simplified method of estimation*. Journal of soil and water conservation, 47(5), 423-428.
- Munir, A., & Abdullah, M. N. Suripin (2001) GIS base erosion model using Embeddable Geographic Information System (EGIS). *Integrated research project.(BPPT)-LIPI, Jakarta, Indonesia (unpublished report)*.
- Nugraheni, A., Sobriyah, S., & Susilowati, S. (2013). Perbandingan hasil prediksi laju erosi dengan metode USLE, MUSLE, RUSLE di DAS Keduang. *Matriks Teknik Sipil*, 1(3).
- Pramono, G. H. (2008). *Akurasi metode IDW dan kriging untuk interpolasi sebaran sedimen tersuspensi*. Forum geografi (Vol. 22, No. 1, pp. 97-110).
- Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., & Porter, J. P. (1991). *RUSLE: Revised Universal Soil Loss Equation*. Journal of soil and Water Conservation, 46(1), 30-33.
- Renard, K. G. (1997). *Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. United States Government Printing.
- Setyowati, D. L., & Suharini, E. (2011). *DAS Garang Hulu Tata Air Erosi, & Konservasi*. Widya Karya.
- Sharma, A. (2010). *Integrating Terrain and Vegetation Indices for Identifying Potential Soil Erosion Risk Area*. Geo-Spatial Information Science, 13(3), 201-209.
- Shepard, D. (1968, January). *A Two-Dimensional Interpolation Function for Irregularly-Spaced Data*. Proceedings of the 1968 23rd ACM national conference (pp. 517-524).
- Sinukaban, N. (1987). *Pengolahan Tanah Konservasi Pada Pertanian Tanaman Padi dan Jagung*. In *Prosiding Seminar Budidaya Pertanian Tanpa Olah Tanah*. IPB. Bogor.
- Sucipto. (2008). *Kajian Sedimentasi Di Sungai Kaligarang Dalam Upaya Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Kaligarang Semarang*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Wei, T. C. (1973). *Reciprocal Distance Squared Method, A computer technique for estimating areal precipitation* (Vol. 8). US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, North Central Region.
- Zuidam, R. V., & Zuidam, F. I. (1979). *Terrain analysis and classification using aerial photographs*. A Geomorphological Approach. Netherland, Enschede: ITC Textbook of Photo Interpretation, 7.