

**AMBANG BATAS EROSI PADA SUATU DAERAH ALIRAN SUNGAI
(Studi Kasus di DAS Tulis, Banjarnegara, Jawa Tengah)**

*Tolerable Erosion in a Watershed, Case Studies in Tulis Watershed,
Banjarnegara, Central Java*

Beny Harjadi¹⁾, Inkorena G. S. Sukartono^{2*)}, Ety Hesthiati^{2**)}

¹⁾ Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai
(BPPTPDAS), BALITEKDAS Solo

Jalan Ahmad Yani Pabelan Po. Box. 295, Solo. 57102. Telp. 0271-716759;
HP: 08122686657, e-mail: adbsolo@yahoo.com; adbsologm@gmail.com

²⁾ Fakultas Pertanian, Universitas Nasional

Jalan Sawomanila No 61, Pejaten, Pasar Minggu, Jakarta

*) HP. 087788751962, email: igssukartono@gmail.com

***) HP 087882882260, email: efshw2016@gmail.com

Abstract

Watersheds (DAS), which are river basins flowing in one outlet and limited by hills and mountains, often occur in land degradation or erosion. Erosion that occurs is said to be safe if it does not exceed the tolerable erosion or erosion tolerance limits or often called T-values. With regard to problems on sloping land in a watershed, the purpose of this study is to calculate the value of T-values or erosion tolerance limits. Calculation of T-values using the Hammer method (1981), namely by observing the factors of soil depth and effective depth of roots, and resources life of 300 or 400 years. T-value results are classified into 4 classes, namely (tons/ha/year) : (1) very low (<5), (2) low (5-25), (3) high (25-50), and (4) very high (> 50). The research location in the Tulis watershed is 12,750 ha in DTW (Reservoir Catchment Area) Mrica Banjarnegara. From the calculation of the T-value obtained results: very low 0.03% (3.8 ha), low 2.46% (313.7 ha), high 49.31% (6,287 ha), and very high 48.2% (6,145.5 ha).

Keywords: Tolerable erosion; Tulis Watershed; Mrica Reservoir; Erosion; Banjarnegara

PENDAHULUAN

DAS (Daerah Aliran Sungai) Tulis yang merupakan bagian dari DTW (Daerah Tangkapan Waduk) Mrica atau bendungan Jenderal Sudirman di Banjarnegara menjadi salah satu penyumbang sedimentasi dan menyebabkan pendangkalan. Dengan semakin seringnya terjadinya pendangkalan waduk Mrica maka fungsi waduk akan semakin berkurang, seperti untuk pasokan listrik, irigasi pengairan sawah, budidaya perikanan, wisata air dll. Menurut Cahyono *et al.*, (2015) kecepatan pendangkalan

waduk dapat diketahui besarnya sedimentasi yang terjadi.

DAS Tulis dengan luas 12.750 ha pada daerah hulu dibatasi oleh pegunungan dan perbukitan dengan kondisi kemiringan lebih dari 45%, sehingga berpotensi terjadinya degradasi lahan atau erosi permukaan, erosi alur sampai erosi jurang dan longsor. Kondisi tekstur tanah di DAS Tulis yang didominasi 83% tekstur halus seperti SC (*Sandy Clay* = liat berpasir), SiC (*Silty Clay* = liat berdebu) dan C (*Clay* = liat), menyebabkan tanah sangat labil karena mudah terjadi erosi longsor. Menurut

Timpanometri (2012) tanah dengan tekstur liat tinggi mudah terjadi erosi atau erodibilitas tanah sangat tinggi. Tanah dengan tekstur liat yang tinggi seperti tanah Ultisols mudah terjadi retakan saat musim kering dan mudah mengembang dan memegang air pada saat musim hujan.

Suatu daerah dikatakan aman dari terjadinya erosi jika besarnya erosi tidak melebihi dari batas erosi yang diperkenankan atau toleransi erosi atau sering disebut dengan nilai-T. Seperti di Daerah Tangkapan Waduk (DTW) Kedung Ombo sebagian besar tanah aman karena erosinya tidak melebihi batas erosi yang diperkenankan (Harjadi, 2018). Jika erosinya masih dibawah dari besarnya erosi yang diperkenankan maka degradasi lahan tidak membahayakan, hanya berbahaya pada proses sedimentasi atau pendangkalan waduk.

Berkenaan dengan permasalahan tersebut diatas maka perlu diketahui besarnya erosi yang diperkenankan pada setiap daerah yang tersebar di DAS Tulis. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung besarnya erosi yang diperkenankan pada setiap satuan lahan.

METODE

Lokasi Penelitian

DAS Tulis merupakan salah satu DAS yang masuk ke DTW Mrica yang terletak di Kab. Banjarnegara. Letak DAS Tulis pada koordinat 109°35’-109° 65’ BT dan 7°08’-7°25’ LS. DAS Tulis memiliki luas 12.750 ha, dengan penutupan lahan dari yang terluas yaitu : sawah (23%), Hutan (22%), Kebun sayur (16%), Pekarangan (13%), Semak (12%) dan Tegalan (11%).

Bahan dan Alat

Analisis citra satelit untuk penutupan lahan menggunakan citra Landsat tahun

2018, sedangkan untuk kedalaman tanah didekati dari kemiringan lereng, yaitu semakin miring maka kedalaman tanah dan kedalaman efektif perakaran semakin dangkal. Analisis citra satelit tidak hanya mendeteksi perubahan penutupan lahan tapi juga untuk produksi padi (Ambarwulan *et al.*, 2014) Selanjutnya analisis kemiringan lereng menggunakan citra SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Kualitas citra satelit ditentukan dari kesederhanaan bentuk dan mudah difahami oleh para pengguna (Riqqi, Taradini and Effendi, 2018). Alat yang digunakan untuk survai antara lain dengan abney level untuk mengukur kemiringan lereng, binokuler untuk melihat penutupan lahan dari jarak jauh, dan meteran untuk mengukur kedalaman tanah.

Selanjutnya analisis citra satelit menggunakan soft ware ARC-GIS, ILWIS dan untuk menyajikan dalam bentuk grafik dibantu dengan soft ware Excell.

Metode Penelitian

Perhitungan erosi yang diperkenankan menggunakan formula yang sudah cukup lama diperkenalkan oleh Hammer (1981) berikut ini :

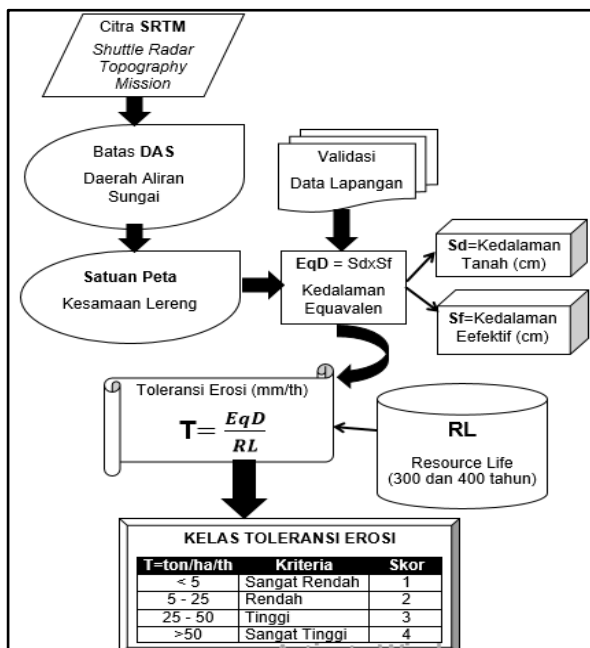
$$T = \frac{EqD}{RL} \dots\dots\dots (1)$$

- Dimana :
- T : Toleransi erosi atau erosi yang diperkenankan (mm/th)
 - EqD : Faktor kedalaman tanah (cm) x kedalaman efektif perakaran tanah (cm)
 - RL : Resource Life/ Umur harapan hidup (300 dan 400 tahun)

Untuk mendapatkan data diatas dapat diperoleh dari dua acara secara paralel berkesinambungan yaitu dengan survai lapangan dan analisis satelit seperti pada Gambar 1. Analisis citra menggunakan citra SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) pada batas wilayah satuan DAS (Daerah Aliran Sungai). Faktor yang utama dalam

perhitungan toleransi dengan metode Hammer (1981) yaitu kedalaman equivalen. Dimana kedalaman equivalen merupakan pengalihan dari kedalaman tanah (solum) dengan kedalaman efektif perakaran. Selanjutnya kedalaman equivalen dibagi dengan resource life (RL) atau umur harapan hidup. Dimana dalam waktu 300 sampai 400 tahun maka dari bahan induk atau batuan induk diharapkan akan mengalami pelapukan menjadi tanah. Pelapukan batuan dapat melalui desintegrasi karena tekanan, perubahan suhu dan kelembaban tanah serta hujan. Sedangkan untuk dekomposisi dengan proses penghancuran oleh mikroorganisme tanah.

Dari hasil perhitungan dengan formula diatas diperoleh dalam satuan mm/th, selanjutnya hasil tersebut dikalikan dengan bobot isi tanah sehingga diperoleh nilai-T dalam satuan ton/ha/th. Selanjutnya hasil tersebut dikelaskan sesuai dari tingkat erosi yang diperkenankan menjadi 4 kelas yaitu : kelas 1 (sangat rendah) < 5 ton/ha/th, kelas 2 (rendah) = 5-25 ton/ha/th, kelas 3 (tinggi) = 25-50 ton/ha/th, kelas 4 (sangat tinggi) > 50 ton/ha/th.

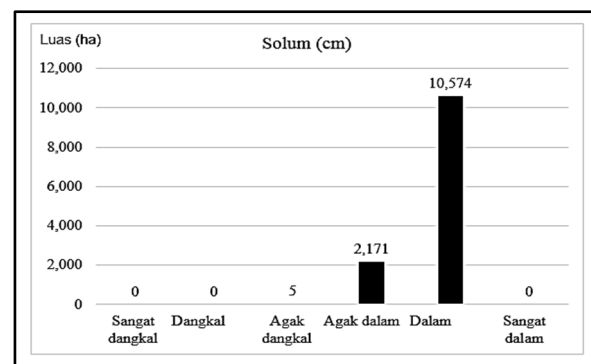


Gambar 1. Analisis Citra Satelit untuk Perhitungan Erosi yang Diperkenankan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kedalaman Tanah

Kedalaman tanah atau solum tanah merupakan kedalaman yang diukur dua lapis dari atas yaitu top-soil (lapisan atas) dan sub-soil (lapisan bawah). Perkembangan tanah dapat meningkatkan ketebalan solum karena pengaruh tanaman dan bahan organik (Choudhary, Majumdar and Datta, 2016). Semakin tebal kedalaman tanah maka besarnya erosi yang diperkenankan semakin tinggi, sebaliknya semakin dangkal kedalaman tanah maka erosi yang diperkenankan semakin rendah. Sebagian besar solum tanah di DAS Tulis didominasi solum yang dalam yaitu seluas 10.574 ha atau 83% (Gambar 2).



Gambar 2. Luas Area pada Beberapa Kedalaman Tanah (Solum) di DAS Tulis

Kedalaman tanah diberi kelas dari 0 sampai kelas 5, lihat Tabel 1 bahwa sebagian besar solum tanah di DAS Tulis didominasi solum agak dalam (3) dan dalam (4) masing-masing sebesar 17% (2.171 ha) dan 83% (10.574 ha).

Solum tanah yang dalam jika terjadi erosi permukaan tidak menyebabkan degradasi lahan yang serius, tapi dampak erosi tersebut lebih banyak berpengaruh pada daerah di bawahnya. Sedimentasi yang besar-besaran akan berdampak pada berkurangnya umur waduk (Sunandar, Ikhsan and Cahyati, 2013). Daerah bawah

yang menjadi limbah aliran permukaan beserta erosi permukaan akan menyebabkan pendangkalan sungai dan pendangkalan waduk. Solum yang dalam mendominasi di DAS Tulis yaitu sampai 83% (Tabel 1).

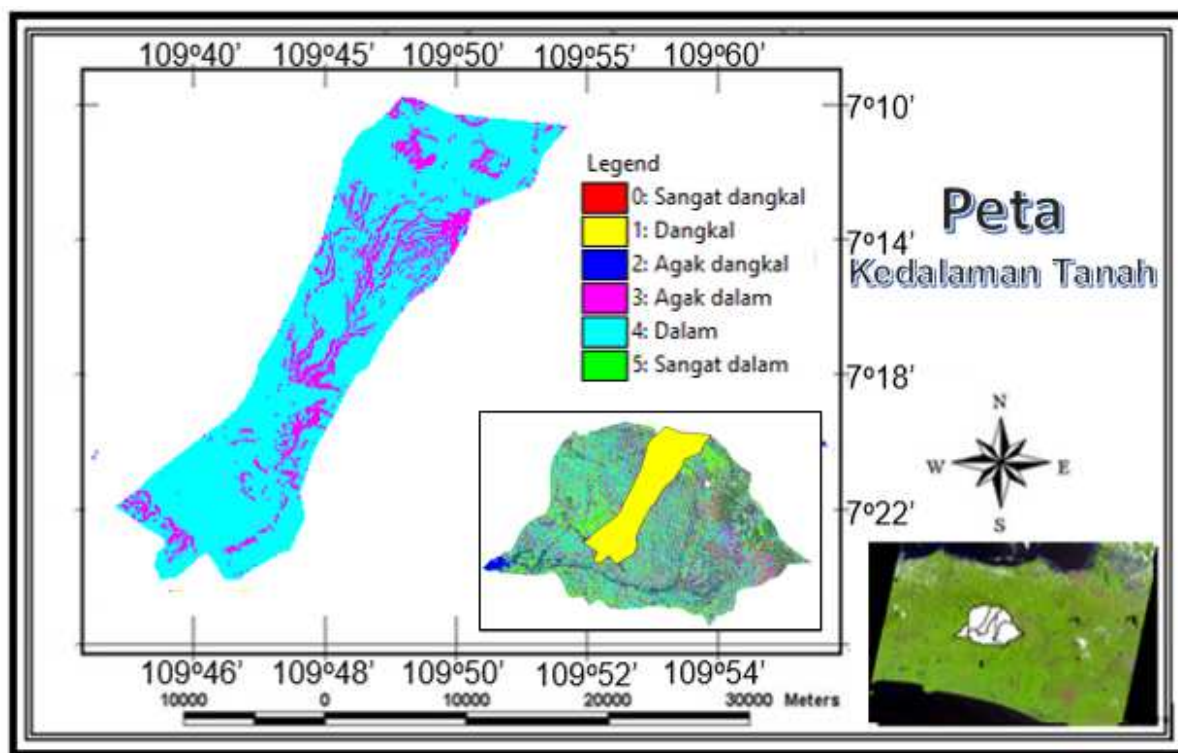
Peta sebaran kedalaman tanah di DAS Tulis dapat dilihat pada Gambar 3, yang

menunjukkan warna biru muda yang lebih dominan, artinya kedalaman tanah termasuk kelas dalam (4) yang menyebar seluas 10.574 ha atau sekitar 83%. Solum dalam tersebut menyebar dari hulu DAS Tulis sampai daerah hilir.

Tabel 1. Luas dan Persen Area Setiap Kelas Kedalaman Tanah

Kode	Kriteria	Solum (cm)	Luas (ha)	%
0	Sangat dangkal	<10	0	0
1	Dangkal	10-15	0	0
2	Agak dangkal	15-30	5.1	0.04
3	Agak dalam	30-60	2,171.3	17.03
4	Dalam	60-90	10,573.6	82.93
5	Sangat dalam	>90	0	0
			12,750.0	100

Sumber : *modifikasi* Harjadi (2009)



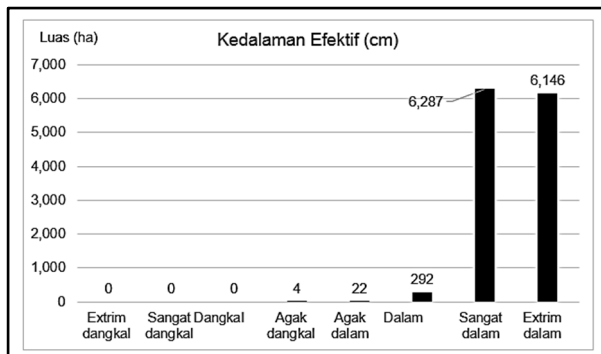
Gambar 3. Peta Sebaran Kedalaman Tanah di DAS Tulis

Kedalaman Efektif Perakaran

Kedalaman efektif perakaran tanaman merupakan kedalaman tanah sampai bahan induk atau batuan lunak yang biasanya lebih dalam dari solum sampai pada kedalaman

regolith. Kedalaman efektif menentukan besarnya potensi erosi yang akan terjadi (Pasaribu, Rauf and Slamet, 2018). Sedangkan kedalaman regolith merupakan kedalaman tanah dalam profil yang terdiri dari 3 lapis tanah yaitu : top soil, sub soil dan

bahan induk. Kedalaman efektif perakaran di DAS Tulis didominasi kelas sangat dalam 49% atau seluas 6,287 ha (Gambar 4).

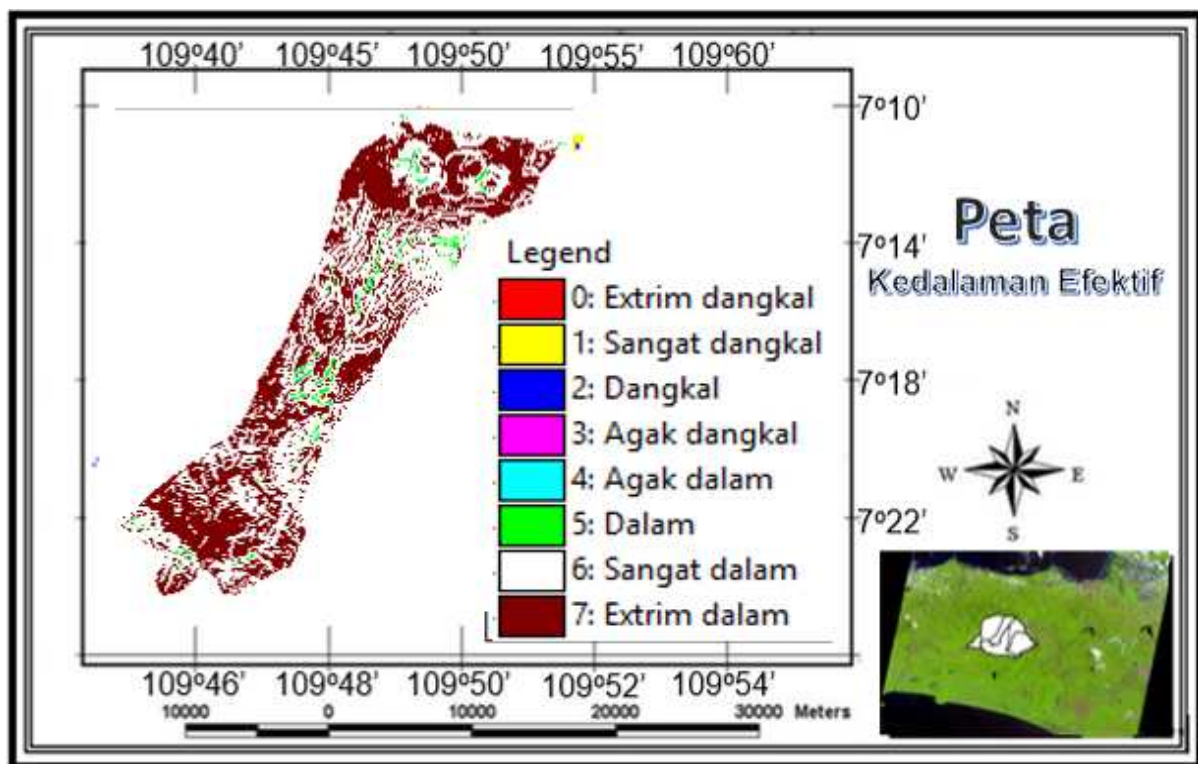


Gambar 4. Luas Area pada Kedalaman Efektif Perakaran di DAS Tulis

Kedalaman efektif perakaran yang sebagian besar sangat dalam di DAS Tulis

sangat menguntungkan karena cadangan unsur hara untuk tanaman cukup banyak tersedia. Kondisi tersebut jika mengalami erosi permukaan tidak berdampak buruk bagi tingkat kesuburan tanah. Pada Tabel 2 dapat dilihat kelas kedalaman efektif perakaran tanaman ada 7 kelas yaitu dari kelas 0 ekstrim dangkal sampai kelas 7 ekstrim dalam.

Peta sebaran kedalaman efektif perakaran di DAS Tulis dapat dilihat pada Gambar 5, yaitu warna dominan coklat dan putih yang menunjukkan kelas sangat dalam (49%) dan ekstrim dalam (48%). Dengan semakin dalamnya kedalaman tanah efektif akan semakin banyak cadangan mineral dan unsur hara bagi tanaman, dan banyak bahan induk sebagai bahan pembentukan tanah baru.



Gambar 5. Peta Kedalaman Efektif Perakaran di DAS Tulis

Tabel 2. Luas Area dan Persen Setiap Kedalaman Efektif Perakaran

Kode	Kriteria	Kedalaman Efektif (cm)	Luas (ha)	%
0	Ekstrim dangkal	<10	0	0
1	Sangat dangkal	10-20	0	0
2	Dangkal	20-40	0	0

Kode	Kriteria	KedalamanEfektif (cm)	Luas (ha)	%
3	Agak dangkal	40-60	3.8	0.03
4	Agak dalam	60-80	21.7	0.17
5	Dalam	80-100	292.0	2.29
6	Sangat dalam	100-200	6,287.0	49.31
7	Ekstrim dalam	>200	6,145.5	48.2
			12,750.0	100

Erosi yang Diperkenankan

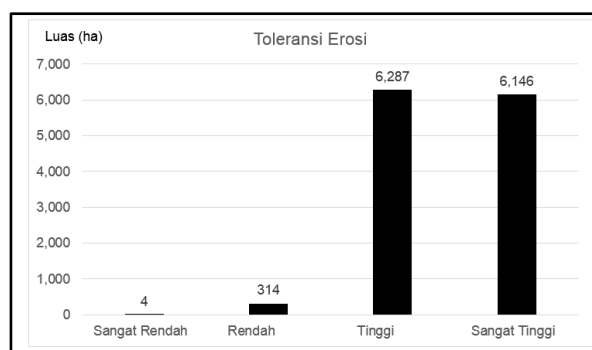
Dari kedua faktor kedalaman solum dan kedalaman efektif perakaran akan menjadi faktor kedalaman equivalen. Selanjutnya kedalaman equivalen tersebut jika dibagi dengan resource life atau umur harapan hidup atau kecepatan batuan induk dan bahan induk untuk menjadi tanah 300 tahun atau 400 tahun, akan diperoleh nilai T (erosi yang diperkenankan). Erosi yang diperkenankan atau yang diperbolehkan sebagai batas erosi yang boleh terjadi, jika

melebihi batas tersebut akan berdampak serius (Hermon, 2018). Tabel 3 dapat dilihat besarnya erosi yang diperkenankan di DAS Tulis didominasi kelas yang tinggi artinya erosi yang berat atau tinggi tidak berdampak serius pada lahan. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa erosi yang diperkenankan didominasi kelas tinggi untuk erosi berkisar 25-50 ton/ha/th seluas 6.287 ha (49%). Erosi yang tinggi lahan berdampak pada produktivitas tanah dan menurunkan nilai ekonomis lahan (Sugandi, 2013)

Tabel 3. Luas Area Pada Kelas Nilai-T (Erosi yang Diperkenankan) di DAS Tulis.

Kode	Kriteria	Nilai-T (ton/ha/th)	Luas Area	
			ha	%
1	Sangat Rendah	<5	3.8	0.03
2	Rendah	5-25	313.7	2.46
3	Tinggi	25-50	6,287.0	49.31
4	Sangat Tinggi	>50	6,145.5	48.2
			12,750.0	100

Grafik di Gambar 6 menunjukkan bahwa erosi yang diperkenankan di DAS Tulis didominasi pada kelas Tinggi (6.287 ha) dan kelas Sangat Tinggi (6.146 ha). Hal tersebut menunjukkan bahwa erosi yang diperkenankan sangat tinggi, artinya jika terjadi dalam jumlah yang banyak atau erosi berat maka lahan tetap terjaga. Dengan terjadinya erosi memang akan terjadi degradasi lahan, namun pada daerah dengan batas erosi yang diperkenankan tinggi tidak berdampak serius menurunkan kesuburan.

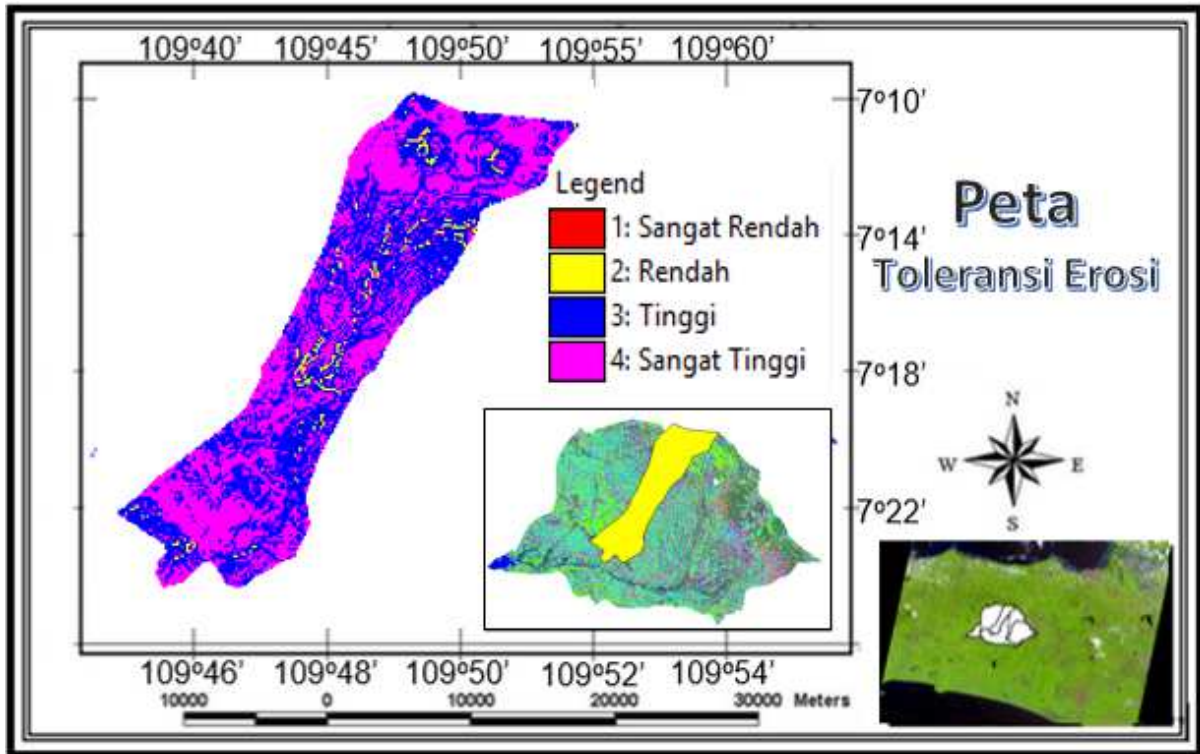


Gambar 6. Grafik Area Kelas Nilai-T (Erosi yang Diperkenankan) di DAS Tulis

Gambar 7 menunjukkan peta sebaran batas erosi yang diperkenankan untuk

seluruh wilayah Sub DAS Tulis. Dimana warna biru (tinggi) dan ungu (sangat tinggi) mendominasi peta erosi yang diperkenankan peta Toleransi Erosi, artinya sebagian besar

batas erosi yang diperkenankan di Sub DAS Tulis masuk kelas tinggi dan sangat tinggi, masing-masing sebesar 49% dan 48%.



Gambar 7. Peta Sebaran Toleransi Erosi (Erosi yang Diperkenankan) di DAS Tulis

KESIMPULAN

Berkenaan masalah degradasi di lapangan pada daerah miring di daerah pegunungan dan perbukitan di DAS Tulis, maka perlu dilakukan perhitungan batas erosi yang diperkenankan, atau sering disebut dengan toleransi erosi, atau nilai-T. Daerah yang erosi melebihi batas erosi yang diperkenankan sangat membahayakan bagi kelestarian alam dan kesuburan tanah, sehingga harus diupayakan dengan teknik konservasi tanah dan air.

Perhitungan erosi yang diperkenankan dengan formula Hammer (1981) diperoleh ada 4 kelas nilai-T, yaitu ; 1) sangat rendah sebesar 0,03% (3,8 ha), 2) rendah 2,46% (313,7 ha), 3) tinggi 49,31% (6.287 ha), dan 4) sangat tinggi 48,2% (6.145,5 ha). Dengan ketentuan batas kelas erosi yang

diperkenankan : (1) sangat rendah (<5 ton/ha/th), (2) rendah (5-25 ton/ha/th), (3) tinggi (25-50 ton/ha/th), dan (4) sangat tinggi (>50 ton/ha/th).

Beberapa daerah di DAS Tulis erosinya tinggi namun tidak membahayakan proses degradasi lahannya, karena memiliki batas toleransi erosi yang lebih tinggi, namun ini sangat berdampak buruk pada daerah di bawahnya yaitu terjadi pendangkalan waduk akibat sedimentasi. Dengan konservasi tanah dan air dapat mencegah terjadinya erosi yang mengakibatkan sedimentasi di bawahnya (Sutrisno and Heryani, 2013)

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan telah selesainya tulisan karya ilmiah ini, maka teman-teman yang telah membantu di lapangan, baik para peneliti dan para teknisi dari kantor BPPTPDAS di Solo. Begitu juga terima kasih diucapkan kepada PT. Indonesia Power dari jajaran pimpinan sampai staf yang telah membantu informasi kondisi DTW Mrica di Banjarnegara. Terima kasih diucapkan pada masyarakat di lokasi yang telah banyak membantu dalam menunjukkan lokasi dan mendampingi di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwulan, W. *et al.* (2014) 'Land use planning of paddy field using geographic information system and land evaluation in West Lombok , Indonesia', 4(1).
- Cahyono, B. *et al.* (2015) 'Penentuan Kecepatan Sedimentasi Waduk Berdasarkan Data Pengukuran Batimetri dan Analisa Kandungan Sedimen Dalam Air', in, pp. 13–21.
- Choudhary, B. K., Majumdar, K. and Datta, B. K. (2016) 'Effects of Land Use on the Soil Organic Carbon Storage Potentiality and Edaphic Factors in Tripura , Northeast India', *American Journal of Climate Change*, 2016, 5, 417-429 *Published*, (September), pp. 417–429.
- Harjadi, B (2009). Monitoring dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. *Forum Geografi*, Vol. 23, No. 2, Desember 2009: 139 - 152.
- Harjadi, B. (2018) 'Analisis Perhitungan Toleransi Erosi Di Daerah Tangkapan Waduk Kedung Ombo, Boyolali', *Jurnal Hutan Tropis*, 5(2), pp. 143–150. doi: 10.20527/jht.v5i2.4368.
- Hermon, D. (2018) 'Prediksi Erosi Yang Diperbolehkan (edp) dan Degradasi Fisik Tanah Daerah Gunung Padang Sumatera Barat', *J. Hidrolitan*, 1(September), pp. 18–25.
- Pasaribu, P. H. P., Rauf, A. and Slamet, B. (2018) 'Kajian Tingkat Bahaya Erosi Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Kecamatan Merdeka Kabupaten Karo', III(1), pp. 279–284.
- Riqqi, A., Taradini, J. and Effendi, A. E. (2018) 'Pemodelan Kualitas Informasi Geospasial Dasar Di Indonesia', *Geomatika*, 24(1), pp. 13–20. doi: 10.24895/jig.2018.24-1.773.
- Sugandi, D. (2013) 'The Effect of Socio-economy Towards Consrevation at Citanduy Watershed', *The Indonesian Geographers Association*, 45(1), pp. 90–99.
- Sunandar, R., Ikhsan, J. and Cahyati, M. D. (2013) *Analisis Erosi dan Sedimentasi Bendungan Mrica Banjarnegara (Studi Kasus : Waduk Mrica Banjarnegara)*.
- Sutrisno, N. and Heryani, N. (2013) 'Teknologi Konservasi Tanah Dan Air Untuk Mencegah Degradasi Lahan Pertanian Berlereng', *Jurnal Litbang Pertanian*, 32(2), pp. 122–130.
- Timpanometri, D. M. (2012) 'Erodibilitas Tanah'. Bogor: unpublish, pp. 1–11.