

TINGKAT BAHAYA EROSI TANAH DI KECAMATAN JATIPURNO KABUPATEN WONOGIRI

Soil Erosion Hazardous Level In Jatipurno Sub-District Of Wonogiri District

Apriani Widiatiningsih^a, Mujiyo^b, Suntoro^c

^aProgram Studi Ilmu Lingkungan, Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No.36A, Surakarta 57126 –apreel_happy@yahoo.com

^bProgram Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No.36A, Surakarta 57126

^cProgram Studi Ilmu Lingkungan, Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No.36A, Surakarta 57126

Abstract. *The use of agricultural land on steep slopes that is not in accordance with the rules of soil and water conservation causes Jatipurno Sub-District is vulnerable to erosion. The aim of this research was to analyze erosion hazardous level (TBE) and predict the actual erosion (A) at Jatipurno Sub-District and planning of soil conservation when the actual erosion is more than the threshold at Jatipurno District. The USLE (Universal Soil Loss Equation) was used to predict actual erosion and erosion hazardous level then planning of soil conservation. The result showed that actual erosion level was varied from very light to heavy. The very light erosion, in range 0.2 ton/ha/yr to 7.8 ton/ha/yr the areas is about 1,879.19 ha (43.5%). The light erosion is 51.96 ton/ha/yr the areas is about 788.40 ha (18.3%). The moderate erosion is 92.83 ton/ha/yr the areas is about 694.95 ha (16.1%). The heavy erosion in range 209.84 ton/ha/yr to 377.21 ton/ha/yr the areas is about 952.80 ha (22.1%). Erosion hazardous level was varied from very light to very heavy. The very light erosion hazardous level covered areas of 1,034.77 ha (23.98%), the light erosion hazardous level covered areas 1,443 ha (33.44%), the heavy erosion hazardous level covered areas 1,204 ha (27.91%), the very heavy erosion hazardous level covered areas 632.88 ha (14.67%). Actual erosion dominated by very light level and TBE by the light level. The Land Capability Classification (KKL) is used as the basis for recommending soil and water conservation. Soil conservation planning is carried out by vegetative and mechanical conservation measures, such as planting variations of cover crops and terraces built in accordance with slope land and soil depths, land management according to local environmental and cultural preservation regulations and cooperation of all parties in environmental management can be done to prevent and minimize erosion.*

Keywords: *Erosion prediction, soil conservation planning, USLE*

(Diterima: 08-10-2017; Disetujui: 22-01-2018)

1. Pendahuluan

Kerusakan DAS secara umum disebabkan karena penggunaan lahan khususnya pertanian, yang tidak sesuai dengan kemampuan tanah sehingga menimbulkan kerusakan fisik, kimia, dan biologi tanah yang disebut dengan lahan kritis (Rahman, Harisuseno and Sisingih, 2012). Kerusakan DAS dipercepat dengan adanya peningkatan pemanfaatan sumber daya alam sebagai akibat dari penambahan penduduk dan perkembangan ekonomi, serta masih kurangnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam pemanfaatan dan pelestarian sumber daya alam (Wuryanta and Susanti, 2015). Hal ini lambat laun menyebabkan DAS menjadi kritis hingga sangat kritis.

Menurut JICA (2007) Sub DAS Keduang merupakan penyumbang sedimen terbesar yaitu 1,218,580 m³ atau 38.33% total sedimentasi di Waduk Gajah Mungkur. Berdasarkan data tahun 2015, lahan di wilayah Sub DAS Keduang Bagian Hulu terdiri dari tidak kritis 1,200 ha (15%), potensial kritis 2,546 ha (31.85%), agak kritis 1,932 ha (24.71%) dan kritis 2,315 ha (28.96%) (Pratama, 2015).

Erosi merupakan salah satu akibat dari eksploitasi sumberdaya lahan yang intensif. Erosi adalah proses

hilangnya atau terkikisnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat yang terangkut oleh air atau angin ke tempat lain (Rahman, Shi and Chongfa, 2009; Mawardi, 2010) kemudian diendapkan di tempat-tempat aliran air melambat seperti sungai, muara sungai, saluran irigasi, waduk dan danau. Erosi dapat mengurangi lapisan top soil yang subur sehingga produktivitas lahan menurun, dan lahan kritis makin meluas (Dabral, Baithuri and Pandey, 2008; Leh, Bajwa and Chaubey, 2011; Rusdi, Alibasyah and Karim, 2013).

Erosi juga dapat menimbulkan kerusakan terhadap lingkungan, baik pada wilayah *on site* maupun *off site* (Leh, Bajwa and Chaubey, 2011), seperti polusi kimia dari pupuk dan pestisida, serta sedimentasi yang menurunkan kualitas perairan (Quinton *et al.*, 2010). Selain itu penanganan erosi yang semakin berat, memerlukan waktu yang lebih lama serta biaya semakin mahal (Zuazo and Pleguezuelo, 2008).

Kecamatan Jatipurno merupakan salah satu kecamatan yang termasuk dalam wilayah Sub DAS Keduang, memiliki luas 5,545 ha, terletak pada ketinggian 400-1500 m dpl, topografi berombak hingga bergunung dengan kemiringan lereng 15%-65%, curah hujan rata-rata 229.33 mm/bulan pada

tahun 2014, memiliki jenis tanah inceptisol yang peka terhadap erosi (Badan Pusat Statistik Kabupaten Wonogiri, 2015). Penggunaan lahan oleh masyarakat yang terbesar adalah hutan, kebun, sawah, semak belukar, tegalan dan pemukiman dengan luas masing-masing 343.31 ha (6.19%), 739.18 ha (13.33%), 1,418.80 ha (25.58%), 190.39 ha (3.43%), 1,620.54 ha (29.22%) dan 1,232.60 ha (22.22%). Tingkat kekritisan lahan di Kecamatan Jatipurno masuk dalam kategori tidak kritis 386 ha (4.83%), potensial kritis 1,067 ha (13.35%), agak kritis 1,100 ha (13.76%) dan kritis 1,119 ha (14%) dari seluruh luas wilayah sub DAS Keduang bagian hulu (Pratama, 2015).

Berdasarkan survey pendahuluan, permasalahan yang ada di Kecamatan Jatipurno yaitu masih dimanfaatkannya lahan di kemiringan lereng agak curam sampai dengan curam untuk penggunaan tegalan dan kebun campuran tanpa tindakan konservasi tanah dan air. Kondisi pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan kaidah-kaidah konservasi tanah dan air menyebabkan wilayah Kecamatan Jatipurno rentan terhadap erosi. Berdasarkan kondisi tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk memprediksi besarnya erosi tingkat bahaya erosi dan tindakan konservasi tanah dan air yang sesuai di Kecamatan Jatipurno.

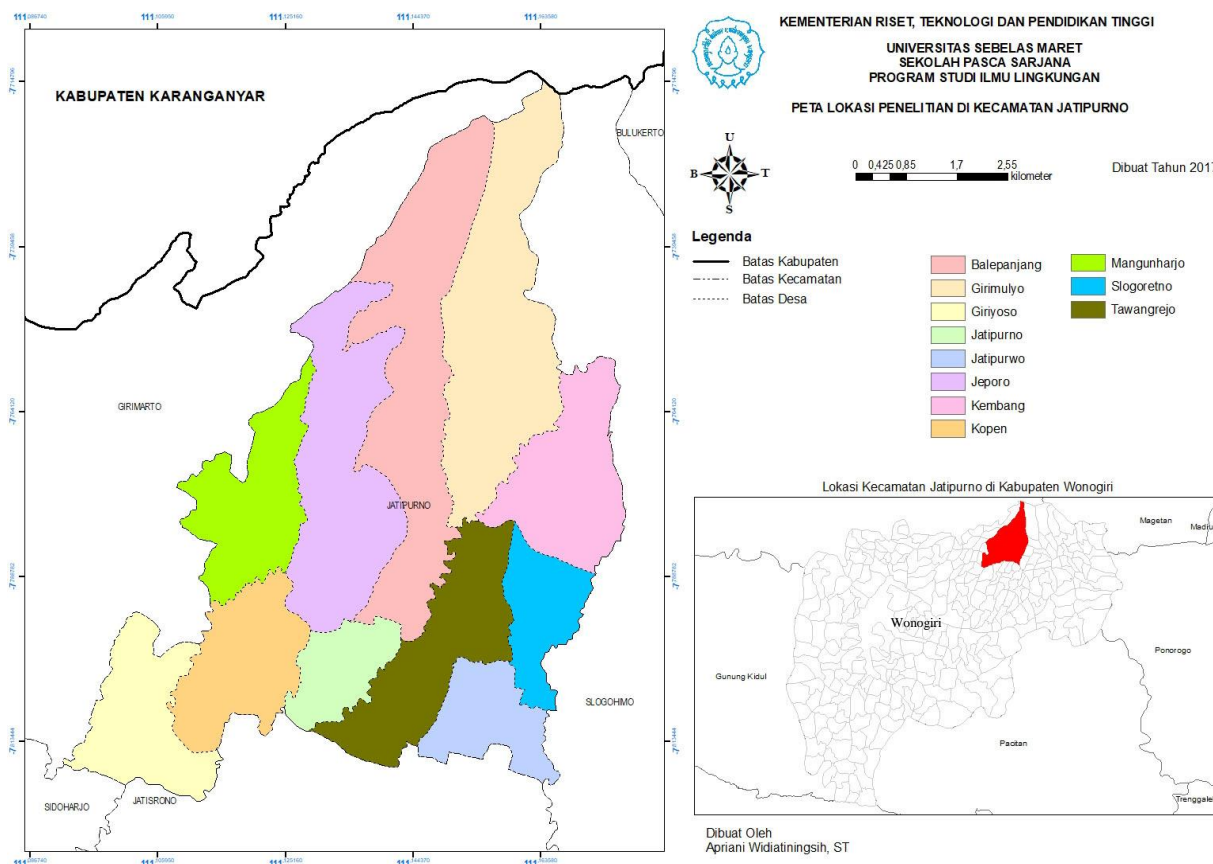
2. Metodologi

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kecamatan Jatipurno, Kabupaten Wonogiri, terletak pada 7°32' - 8°12' LS dan 110°4' - 111°18' BT, dilaksanakan pada bulan Oktober sampai Desember. Kecamatan Jatipurno Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah yang termasuk dalam wilayah Sub DAS Keduang, meliputi 11 desa, yaitu yaitu Desa Balepanjang, Girimulyo, Giriyo, Jatipurno, Jatipurwo, Jeporo, Kembang, Kopen, Mangunharjo, Slogoretno dan Tawangrejo. Peta daerah penelitian tersaji pada Gambar 1.

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan berupa perangkat komputer dengan instalasi software ArcView GIS 3.3 (ESRI, 2000). Bahan yang digunakan adalah peta tematik yaitu peta penggunaan lahan dan peta kemiringan lereng 1:25,000 yang diperoleh dari Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal, 2000), peta curah hujan dan peta jenis tanah 1:50,000 yang diperoleh dari Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.



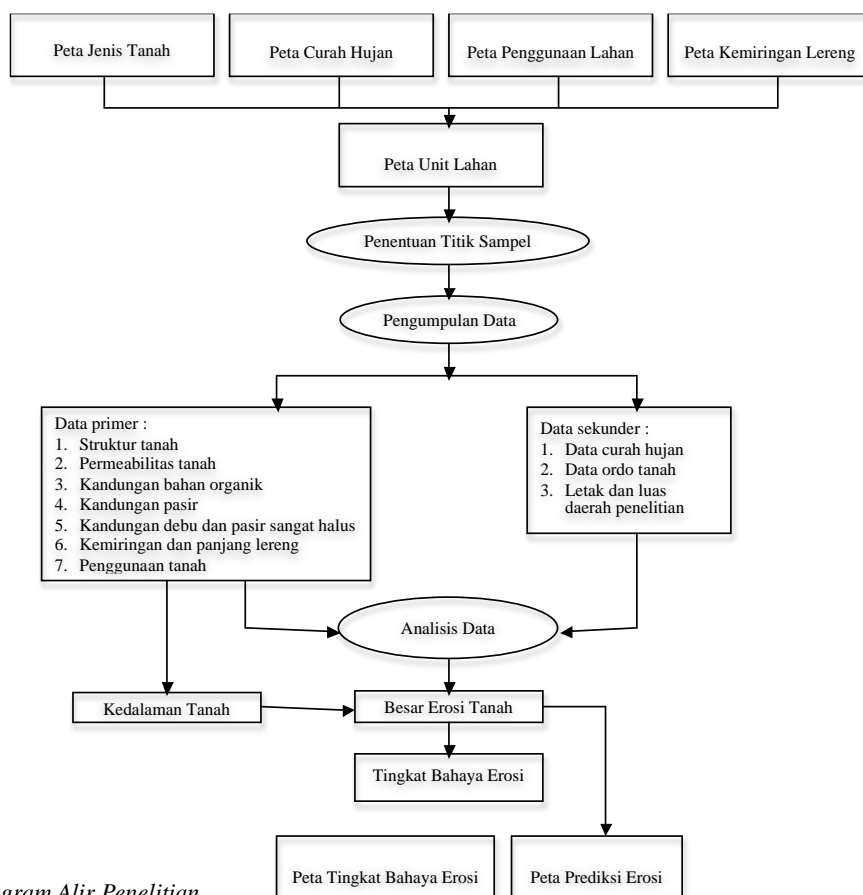
Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.3. Pengumpulan Data

Data yang digunakan mencakup peta tematik, yaitu peta penggunaan lahan dan peta kemiringan lereng

1:25,000 yang diperoleh dari Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal, 2000), peta curah hujan dan peta jenis tanah 1:50,000 yang diperoleh dari Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat dalam bentuk *sharfile*. Data lainnya adalah data curah hujan, dari tahun 2006 sampai 2015 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten

Wonogiri (BPDAS, 2016). Data erosi tanah diperoleh melalui survei di lapangan dan analisis tanah di Labotarium Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Penggunaan lahan yang diteliti merupakan wilayah efektif untuk produksi biomassa, yaitu hutan, sawah, kebun, dan tegalan. Parameter yang diamati di lapangan seperti struktur tanah, kedalaman efektif tanah, penggunaan lahan, kerapatan vegetasi, panjang lereng, kemiringan lereng, jenis tanaman dan pengelolaan lahan. Parameter yang diamati di Laboratorium yaitu permeabilitas, tekstur, bahan organik dan berat volume tanah. Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.4. Metode Analisis Data

a. Unit Lahan dan Lokasi Sampling

Menentukan unit lahan dengan mengoverlay peta tematik penggunaan lahan, kemiringan lereng, curah hujan dan jenis tanah menggunakan software ArcView GIS 3.3, sehingga diperoleh 7 (tujuh) unit lahan. Kemudian tiap unit lahan ditentukan 4 (empat) titik sampling, total titik sampling sebanyak 28 (dua puluh delapan).

b. Prediksi Erosi

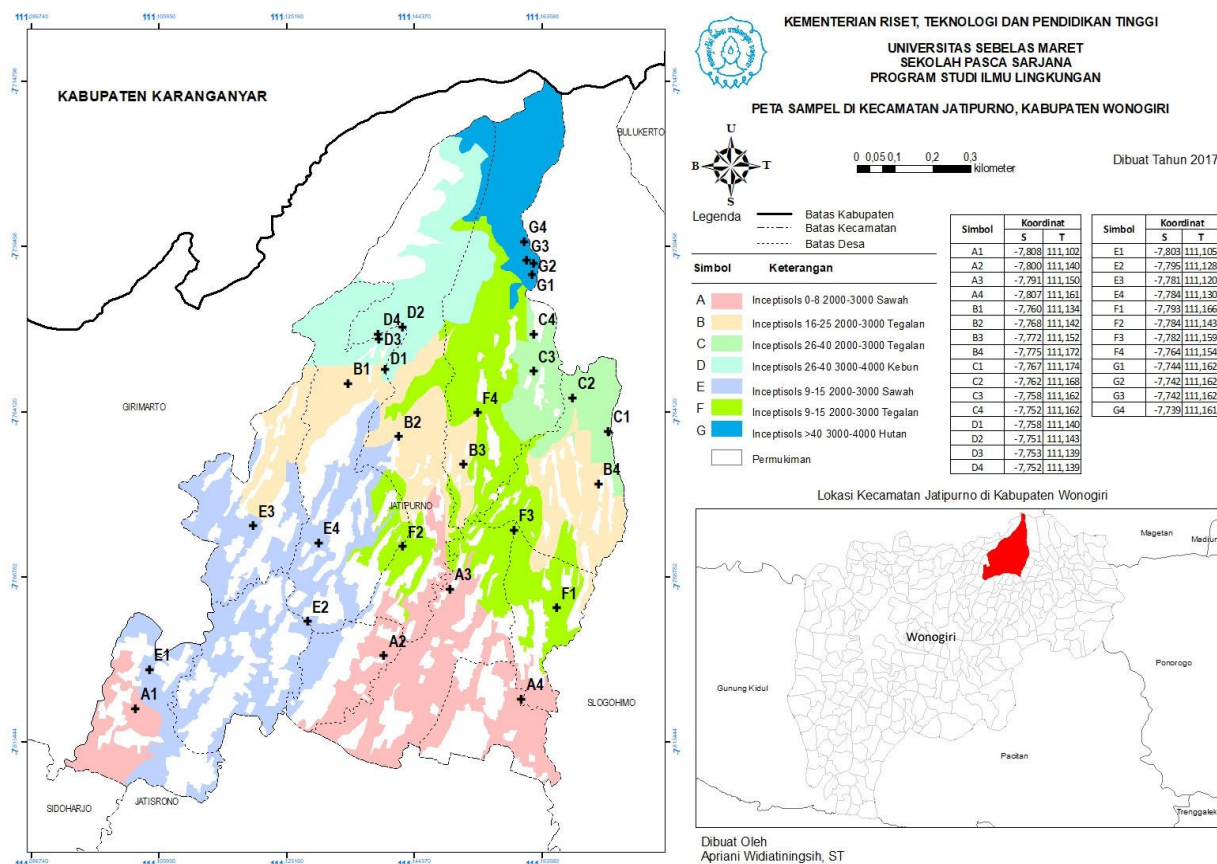
Metode yang digunakan untuk memprediksi erosi tiap unit lahan adalah metode USLE (*Universal Soil*

Loss Equation) berdasarkan enam parameter, yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith, 1978 (Sintala, 2010), dengan persamaan :

$$A = R * K * LS * C * P$$

A = Laju erosi tanah (ton/ha/tahun)

R = Indeks erosivitas hujan. Diperoleh dengan menghitung hujan bulanan (Kusmawati, Trigunasih and Ayu Surya Utami Dewi, 2012). Data curah hujan yang digunakan adalah data di enam stasiun hujan Baturejo, Nawangan, Parangjoho, Purwanto, Songputri, dan Wonogiri selama 10 tahun (2006-2015) (Ali and Hagos, 2016), yang dihitung dengan metode aritmatik. Persamaan yang digunakan adalah persamaan Lenvain (Asdak, 2007):



Gambar 3. Peta Unit Lahan dan Titik Lokasi Sampling

R = 2,21.P1,36

P = curah hujan bulanan (cm)

K = Indeks erodibilitas tanah. Rumus yang digunakan adalah rumus yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith, 1978 (Belasri and Lakhouili, 2016) :

$$K = \frac{2.1 \times 10^{-4} \times M^{1.14} (12 - a) + 3.25(b - 2) + 2.5(c - 3)}{100}$$

M = % pasir sangat halus dan debu x (100 - %lempung)

a = Bahan Organik

b = Harkat tipe struktur tanah (granular sangat halus = 1, granular halus = 2, granular kasar = 3, masif = 4)

c = Harkat daya peluluan air (cepat = 1, cepat sampai sedang = 2, cukup cepat = 3, cukup cepat sampai lambat = 4, lambat = 5, sangat lambat = 5)

Parameter yang diamati di Laboratorium :

Permeabilitas (cm/jam)

Metode: *Falling Head Permeameter*

Rumus :

$$k = 2,303 \times (a \times L/A \times L) \times \log (h_1/h_2)$$

k = Koefisien Permeabilitas (cm/detik)

a = Luas Penampang Pipa (cm²)

L = Panjang/Tinggi Sampel (cm)

A = Luas Penampang Sampel Tanah (cm²)

t = Wakt Pengamatan (detik)

h1 = Tinggi Head Mula-mula (cm)

h2 = Tinggi Head Akhir (cm)

Tekstur (%)

Metode: Pipet

Rumus :

$$\% \text{ Pasir} = \frac{\text{gram pasir}}{\Sigma \text{ PDL}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Debu} = \frac{\text{gram debu}}{\Sigma \text{ PDL}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Liat} = \frac{\text{gram pasir}}{\Sigma \text{ PDL}} \times 100\%$$

Gram pasir (P) = Berat cawan+isi setelah dioven (pasir)-berat cawan kosong (pasir)

Gram debu+liat (D+L) = Berat cawan+isi setelah dioven (debu)-berat cawan kosong (debu)

Gram liat (L) = Berat cawan+isi setelah dioven (liat)-berat cawan kosong (liat)

Gram debu (D+L)-L = Gram debu+liat (D+L) - Gram liat (L)

$$\Sigma \text{ PDL} = \text{Gram pasir} + \text{Gram debu} + \text{Gram Liat}$$

Kadar Bahan Organik Tanah (%)

Metode : *Walkley and Black*

Rumus :

$$\frac{(B - A) \times n \text{FeSO}_4 \times 3}{\text{Berat contoh tanah kering mutlak}} \times 10 \frac{100}{77} \times 100\%$$

A : Baku (sisa oksidator)
 B : Blangko (oksidator utuh)

Berat Volume Tanah (gr/cm³)

Metode: Bongkahan

Rumus :

$$\text{Berat vol tanah} = \frac{\text{berat tanah kering}}{\text{volume tanah}}$$

LS = Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng. Nilai panjang lereng (L) sering dihitung sekaligus dengan faktor kecuraman (S) sebagai faktor kemiringan lereng (LS). Persamaan yang digunakan seperti yang didefinisikan Wischmeier dan Smith, 1978 (Hrabalíková and Janeček, 2016) adalah :

$$L = \left(\frac{A}{22,13} \right)^{1,4}$$

- x = panjang lereng (meter)
- m = 0.5 apabila kemiringan lereng > 5%
- = 0.4 apabila kemiringan lereng 3.5% - 4.5 %
- = 0.3 apabila kemiringan lereng 1% - 3 %
- = 0.2 apabila kemiringan lereng < 1 %

$$S = \frac{0.43 + 0.3s + 0.043s^2}{6.613}$$

s = slope (kemiringan) lereng (%)

Tabel 1. Kelas Erodibilitas

Nilai K	Kelas Erodibilitas (K)
0.11-0.20	Rendah
0.21-0.32	Sedang
0.33-0.43	Agak Tinggi
0.44-0.55	Tinggi
0.56-0.64	Sangat Tinggi

Sumber : Permenhut 32, 2009

CP = Indeks Penutupan Vegetasi dan Pengelolaan Lahan. Faktor penutupan lahan menggambarkan dampak kegiatan pertanian dan pengelolaannya pada tingkat erosi tanah (Herawati, 2009). Nilai faktor C dan P berdasarkan *United States Department of Agriculture* (USDA).

Klasifikasi bahaya erosi ditentukan berdasarkan *United States Department of Agriculture* (USDA) dan metode Tingkat Erosi Finney dan Morgan, 1984 (Kusmawati, Trigunasih and Ayu Surya Utami Dewi, 2012) berdasar laju erosi yang dihasilkan dalam ton/ha/tahun (Tabel 2). Klasifikasi ini memberikan gambaran tingkat erosi yang terjadi pada suatu lahan atau DAS sehingga dapat dijadikan pedoman dalam pengelolaan lahan atau DAS. Tingkat bahaya erosi (TBE) ditentukan menggunakan pendekatan tebal solum tanah dan besar erosi berdasarkan atas metode klasifikasi tingkat bahaya erosi Hammer, 1994

(Kusmawati, Trigunasih and Ayu Surya Utami Dewi, 2012); (Departemen Kehutanan, 2009) (Tabel. 3).

Tabel 2. Kelas Bahaya Erosi

Kelas Bahaya Erosi	Laju Erosi, A (ton/ha/th)	Keterangan
I	<15	Sangat Ringan
II	15-60	Ringan
III	60-180	Sedang
IV	180-480	Berat
V	>480	Sangat Berat

Sumber : Permenhut 32, 2009

Tabel 3. Kelas Tingkat Bahaya Erosi

Kedalaman tanah (cm)	Kelas Bahaya erosi				
	I	II	III	IV	V
> 90	SR	R	S	B	SB
60-90	R	S	B	SB	SB
30-60	S	B	SB	SB	SB
< 30	B	SB	SB	SB	SB

Keterangan :

- SR : Sangat Ringan
- R : Ringan
- S : Sedang
- B : Berat
- SB : Sangat Berat

Sumber : Permenhut 32, 2009

Penetapan Kelas Kemampuan Lahan (KKL) tiap unit lahan digunakan sebagai dasar memberikan rekomendasi KTA untuk mengurangi dan mengantisipasi dampak erosi. Penetapan KKL menggunakan metoda yang dikembangkan USDA dan diadaptasi di Indonesia melalui Proyek Pemetaan Sumber Daya Lahan, kerjasama Land Care Research New Zeland dengan Departemen Kehutanan Tahun 1988-1990 (Fletcher dan Gibb, 1991).

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil perhitungan indeks erosititas hujan rata-rata tahunan di Kecamatan Jatipurno selama 10 tahun (2006-2015) menggunakan persamaan Lenvain yaitu 2,523.8 cm/th. Nilai indeks erosititas hujan terendah ada pada Bulan Agustus (0.1 cm/th) dan tertinggi pada Bulan Desember (497.69 cm/th). Nilai indeks erodibilitas tanah pada daerah penelitian antara 0,175-0.312. Nilai erodibilitas ini tergolong rendah sampai sedang berdasarkan klasifikasi nilai erodibilitas USDA-SCS 1976 (Arsyad, 2010). Nilai erodibilitas yang tergolong rendah terdapat pada unit lahan A, C dan F dan yang tergolong sedang pada unit lahan B, D, E dan G. Nilai erodibilitas di Kecamatan Jatipurno didominasi oleh kelas sedang menunjukkan sifat fisik tanah kurang baik (Rusdi, Alibasyah and Karim, 2013), disebabkan sifat-sifat tanah seperti kelas tekstur tanah lempung, kandungan bahan organik rendah, permeabilitas tanah lambat.

Tanah dengan unsur dominan lempung kemungkinan untuk terjadinya erosi adalah tinggi hal ini karena, laju infiltrasi kecil, permeabilitas rendah, sehingga meningkatkan laju air limpasan. Kandungan bahan organik yang rendah cenderung bersifat menurunkan permeabilitas tanah, kapasitas tampung air tanah dan kesuburan tanah. Peningkatan unsur organik yang cukup tinggi di atas permukaan tanah

dapat menghambat kecepatan air limpasan sehingga memperkecil terjadinya erosi.

Kecamatan Jatipurno memiliki kisaran panjang lereng antara 5.4/7.9 m sampai 55/42.5 m dan memiliki kemiringan lereng antara 3/4% sampai 58/49.75%. Nilai LS di Kecamatan Jatipurno berkisar antara 0.21/0.30 sampai dengan 30.90/25.42. Nilai LS terendah terdapat pada unit lahan A dengan penggunaan lahan sawah irigasi dan nilai LS tertinggi terdapat pada unit lahan G dengan penggunaan lahan hutan. Faktor panjang dan kemiringan lereng berperan terhadap besarnya erosi, semakin panjang dan semakin besar nilai kemiringan lereng maka semakin besar pula volume aliran dan limpasan permukaan, sehingga mengakibatkan terjadinya erosi semakin besar.

Penggunaan lahan di Kecamatan Jatipurno pada bagian hulu didominasi oleh hutan alam dan hutan rakyat dengan serasah tinggi dan tutupan lahan yang baik, didominasi tanaman pinus dengan tindakan konservasi berupa teras bangku baik serta kebun campuran yang didominasi oleh tanaman cengkeh kerapatan sedang dengan tindakan konservasi teras bangku sedang dan teras tradisional. Daerah tengah didominasi oleh penggunaan lahan berupa kebun campuran, dominan tanaman cengkeh dengan tindakan konservasi teras bangku sedang dan tegalan dengan dominan tanaman singkong dengan kondisi penutupan lahan yang buruk dan tindakan konservasi teras bangku jelek. Daerah bagian hilir penggunaan lahan yang dominan adalah tegalan, dominan tanaman singkong, dengan kondisi penutupan lahan buruk dan tindakan konservasi teras bangku jelek serta sawah irigasi dengan teras bangku baik.

Berdasarkan perhitungan nilai prediksi erosi aktual menggunakan metode USLE dan penentuan tingkat erosi berdasar metode Tingkat Erosi Finney dan Morgan, erosi yang terjadi di Kecamatan Jatipurno bervariasi mulai dari sangat ringan sampai berat (Tabel 4 dan Gambar 4). Erosi sangat ringan terjadi di unit lahan A, E dan G seluas 1,879.19 ha (43.5%), tersebar di Desa Jatipurwo, Jatipurno, Giriyo, Kopen, Slogoretno, Tawangrejo, Mangunharjo, Girimulyo, Balepanjang, dan Jeporo. Tingkat erosi sangat ringan ini disebabkan nilai CP yang sangat kecil dengan penggunaan lahan hutan dan sawah irigasi. Penggunaan lahan hutan meskipun dilakukan pada kemiringan >40% memiliki variasi, kerapatan tanaman dan serasah yang tinggi, sehingga kandungan bahan organik juga tinggi, serta tindakan konservasi

berupa teras bangku baik. Hal ini memperbesar infiltrasi air ke dalam tanah, memperkecil daya rusak air hujan terhadap tanah dan laju aliran permukaan. Penggunaan lahan berupa lahan sawah irigasi pada kemiringan $\leq 5\%$ telah menerapkan teknik konservasi lahan secara mekanik menggunakan teras bangku yang dilengkapi saluran drainase yang baik dan teknik vegetatif berupa penanaman rumput pada bibir teras dimana berfungsi mengurangi panjang lereng dan mengurangi laju aliran permukaan serta memberikan kesempatan air untuk meresap ke dalam tanah sehingga besar erosi berkurang.

Erosi ringan hanya terjadi di unit lahan F seluas 788.40 ha (18.3%), tersebar di Desa Slogoretno, Tawangrejo, Kembang, Mangunharjo, Girimulyo, Balepanjang, dan Jeporo. Erosi ringan disebabkan nilai LS dan CP yang kecil dengan panjang lereng 12 m dan kemiringan lereng 12% dengan penggunaan lahan adalah tegalan yang telah dilakukan tindakan konservasi berupa pembuatan teras bangku baik dan teras gulud. Erosi sedang terjadi di unit lahan D seluas 694.95 ha (16.1%), tersebar di Desa Mangunharjo, Girimulyo, Balepanjang, dan Jeporo. Erosi sedang disebabkan nilai LS yang besar dan nilai CP yang kecil dengan panjang lereng 15.7 m dan kemiringan lereng yang curam 32% dengan penggunaan lahan adalah kebun yang telah dilakukan tindakan konservasi berupa pembuatan teras bangku baik dan sedang.

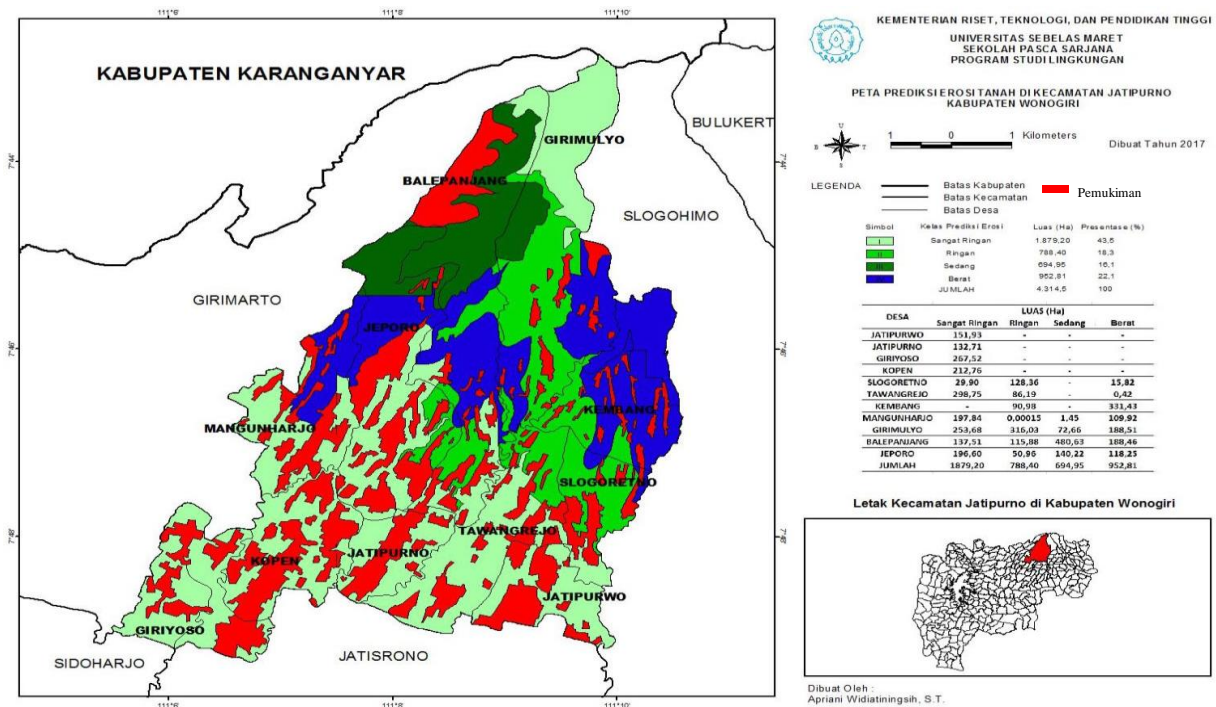
Erosi berat terjadi di unit lahan B dan C seluas 952.80 ha (22.1%), tersebar di Desa Slogoretno, Tawangrejo, Kembang, Mangunharjo, Girimulyo, Balepanjang, dan Jeporo. Erosi berat disebabkan nilai LS dan CP yang besar dengan panjang lereng 10.25 m dan kemiringan lereng 23.75% dan 30.25% dengan penggunaan lahan adalah tegalan yang sebagian besar dilakukan tindakan konservasi berupa pembuatan teras bangku jelek dan ada beberapa lahan yang tidak dilakukan konservasi terhadap lahannya.

Dari hasil analisis di atas menunjukkan bahwa faktor yang paling dominan mempengaruhi besarnya erosi adalah faktor *crop* (pengelolaan tanaman), faktor P (tindakan konservasi) dan S (kemiringan lereng). Hasil ini menunjukkan bahwa yang mempengaruhi erosi tanah di Kecamatan Jatipurno adalah faktor non alam yaitu pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi, serta faktor alam kemiringan lereng.

Tabel 4. Besar Erosi Aktual dari Prediksi USLE di Kecamatan Jatipurno

No.	Titik	R	K	LS	C	P	Prediksi Erosi Aktual (ton/ha/th)	Rata-rata (ton/ha/th)	Kelas ahaya Erosi	Keterangan
1.	A1	2,523.8	0.17	0.31	0.01	0.15	0.21		I	Sangat Ringan
2.	A2	2,523.8	0.16	0.21	0.01	0.15	0.13			
3.	A3	2,523.8	0.36	0.33	0.01	0.15	0.40			
4.	A4	2,523.8	0.16	0.38	0.01	1.00	0.19			
5.	B1	2,523.8	0.18	3.68	0.7	0.15	1,180.31	377.21	IV	Berat
6.	B2	2,523.8	0.30	2.73	0.26	0.04	80.39			
7.	B3	2,523.8	0.20	2.38	0.26	0.40	12.42			
8.	B4	2,523.8	0.21	4.24	0.26	0.40	235.71			
9.	C1	2,523.8	0.23	8.45	0.26	0.40	507.45	209.84	IV	Berat
10.	C2	2,523.8	0.13	7.61	0.26	0.04	267.54			
11.	C3	2,523.8	0.18	3.94	0.7	0.04	49.62			
12.	C4	2,523.8	0.16	3.51	0.26	0.35	14.75			
13.	D1	2,523.8	0.21	6.46	0.2	0.15	240.00	92.83	III	Sedang
14.	D2	2,523.8	0.15	5.59	0.1	0.04	30.89			
15.	D3	2,523.8	0.22	8.69	0.2	0.15	37.86			
16.	D4	2,523.8	0.29	5.72	0.1	0.04	62.56			
17.	E1	2,523.8	0.21	1.23	0.01	0.04	0.22	0.2	I	Sangat Ringan
18.	E2	2,523.8	0.19	0.70	0.01	0.04	0.13			
19.	E3	2,523.8	0.21	0.94	0.01	0.04	0.20			
20.	E4	2,523.8	0.30	0.87	0.01	0.04	0.26			
21.	F1	2,523.8	0.20	1.77	0.20	0.15	71.91	51.96	II	Ringan
22.	F2	2,523.8	0.16	0.98	0.4	1	23.97			
23.	F3	2,523.8	0.19	1.09	0.20	0.04	105.36			
24.	F4	2,523.8	0.18	1.06	0.35	0.04	6.62			
25.	G1	2,523.8	0.30	20.89	0.001	1	0.62	7.80	I	Sangat Ringan
26.	G2	2,523.8	0.41	28.22	0.001	0.04	29.12			
27.	G3	2,523.8	0.24	21.66	0.001	0.04	0.53			
28.	G4	2,523.8	0.30	30.90	0.001	0.15	0.94			

Sumber : Data primer



Gambar 4. Peta Prediksi erosi Tanah

Kelas tingkat bahaya erosi di Kecamatan Jatipurno termasuk pada kelas tingkat bahaya erosi sangat ringan sampai dengan sangat berat (Tabel 5, Tabel 6, dan Gambar 5). Daerah yang mempunyai tingkat bahaya erosi sangat ringan seluas 1,034.77 ha (23.98%) tersebar di Desa Balepanjang, Girimulyo, Giriyooso, Jatipurno, Jatipurwo, Kopen, Slogoretno dan Tawangrejo. Tingkat bahaya erosi ringan seluas 1,443 ha (33.44%) tersebar di Desa Balepanjang, Girimulyo,

Giriyooso, Jatipurno, Jeporo, Kembang, Kopen, Mangunharjo, Slogoretno dan Tawangrejo. Tingkat bahaya erosi berat seluas 1,204 ha (27.91%) tersebar di Desa Balepanjang, Girimulyo, Jeporo, Kembang dan Mangunharjo, dan tingkat bahaya erosi sangat berat seluas 632.88 ha (14.67%) tersebar di Desa Balepanjang, Girimulyo, Jeporo, Kembang, Mangunharjo, Slogoretno dan Tawangrejo.

Tabel 5. Kelas Tingkat Bahaya Erosi di Kecamatan Jatipurno

No.	Titik	Kelas Bahaya Erosi	Keterangan	Kedalaman Solum Tanah (cm)	Rata-rata (cm)	Tingkat Bahaya Erosi	Luas (ha)	Presentase (%)
1.	A1	I	Sangat Ringan	120	112.5	Sangat Ringan	691.46	16.02
2.	A2			110				
3.	A3			140				
4.	A4			80				
5.	B1	IV	Berat	70	62	Sangat Berat	632.88	14.67
6.	B2			68				
7.	B3			40				
8.	B4			70				
9.	C1	IV	Berat	130	100.5	Berat	464.88	10.78
10.	C2			140				
11.	C3			80				
12.	C4			52				
13.	D1	III	Sedang	150	89.5	Berat	739.18	17.13
14.	D2			58				
15.	D3			90				
16.	D4			60				
17.	E1	I	Sangat Ringan	120	79	Ringan	727.34	16.86
18.	E2			60				
19.	E3			56				
20.	E4			80				
21.	F1	II	Ringan	140	90.5	Ringan	715.34	16.58
22.	F2			42				
23.	F3			100				
24.	F4			80				
25.	G1	I	Sangat Ringan	80	93	Sangat Ringan	343.31	7.96
26.	G2			120				
27.	G3			92				
28.	G4			80				

Sumber : Data Primer

Tabel 6. Luas Kelas Tingkat Bahaya Erosi Per Desa di Kecamatan Jatipurno

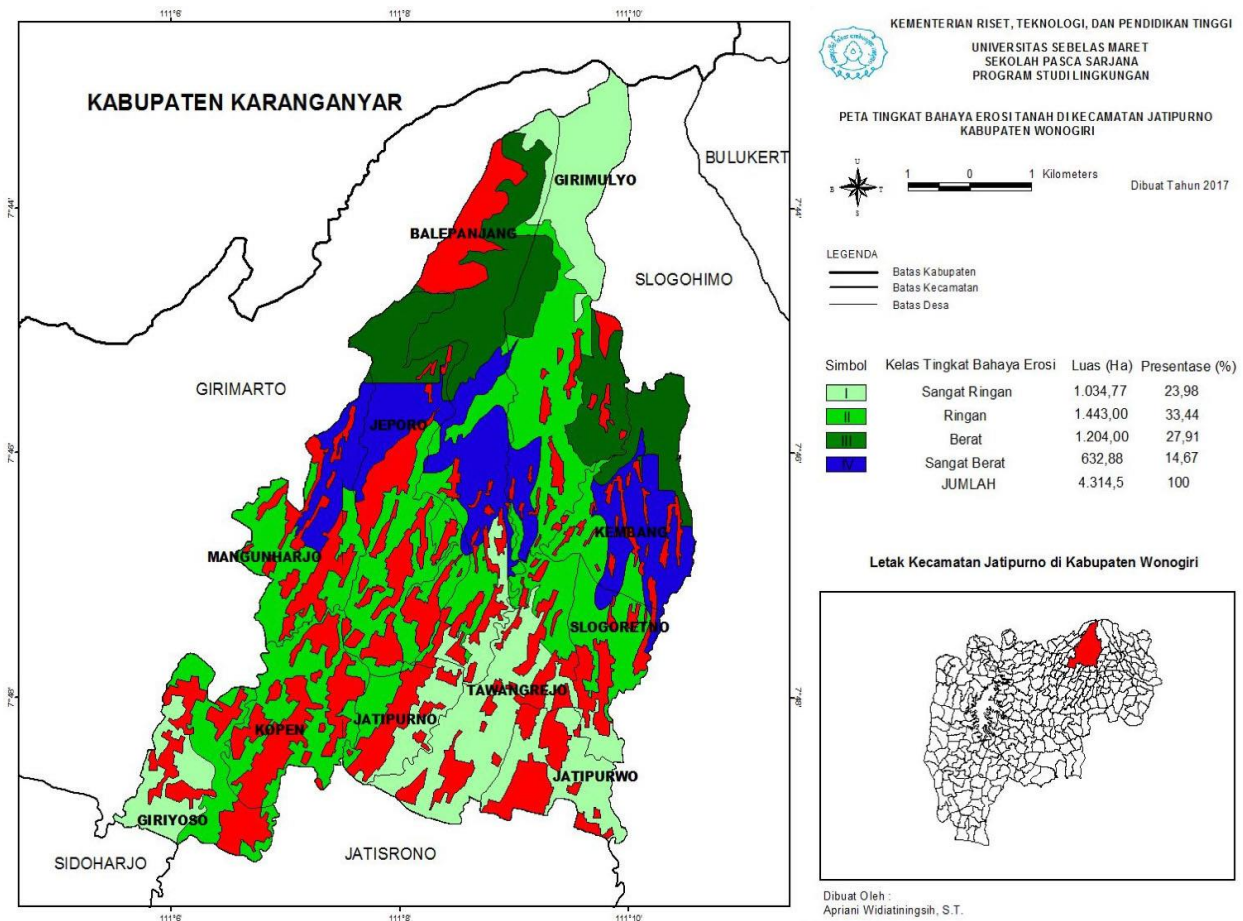
Desa/Kelurahan	Luas Kelas Tingkat Bahaya Erosi (ha)			
	Sangat Ringan	Ringan	Berat	Sangat Berat
Balepanjang	107.62	145.77	350.58	188.46
Girimulyo	253.68	316.03	201.43	188.51
Giriyooso	129.87	137.65	-	-
Jatipurno	81.81	50.90	-	-
Jatipurwo	151.93	-	-	-
Jeporo	-	247.55	140.63	118.25
Kembang	-	90.98	135.31	196.12
Kopen	0.00013	212.76	-	-
Mangunharjo	-	197.84	1.45	109.92
Slogoretno	29.90	128.36	-	15.82
Tawangrejo	298.75	86.19	-	0.42

Sumber : Data Primer

Tabel 7. Kelas Kemampuan Lahan dan Faktor Pembatasnya di Kecamatan Jatipurno

Unit Lahan	Kelas Kemampuan Lahan	Faktor Pembatas
A	I	-
B	IV	Lereng 23.75%
C	VI	Lereng 30.25%
D	VI	Lereng >30%
E	III	Lereng 12.25%
F	III	Lereng 12%
G	VI	Lereng agak curam >40%

Sumber : Data Primer



Gambar 5. Peta Tingkat Bahaya Erosi Tanah

Pada unit lahan B dan C dengan penggunaan lahan tegalan serta unit lahan E dan G dengan penggunaan lahan sawah dan hutan, meskipun sama-sama memiliki status kelas bahaya erosi masing-masing berat dan sangat ringan, namun kelas tingkat bahaya erosinya berbeda, yaitu pada unit lahan B memiliki kelas tingkat bahaya erosi sangat berat, unit lahan C memiliki kelas tingkat bahaya erosi berat, unit lahan E memiliki kelas tingkat bahaya erosi ringan dan unit lahan G memiliki kelas tingkat bahaya erosi sangat ringan. Hal ini disebabkan karena unit lahan C memiliki kedalaman solum rata-rata lebih dalam dari kedalaman solum rata-rata pada unit lahan B, begitu pula dengan unit lahan G memiliki kedalaman solum rata-rata lebih dalam dari rata-rata kedalaman solum rata-rata pada unit lahan E.

Berdasarkan analisis di lapangan dan di laboratorium, perbedaan kedalaman solum tanah ini

dipengaruhi juga oleh besarnya erosi tanah, dimana faktor yang paling kuat mempengaruhi erosi adalah faktor crop, faktor practice atau tindakan konservasi lahan dan kemiringan lereng. Penggunaan lahan yang kurang sesuai dengan kondisi lahan seperti hanya menanam satu jenis tanaman dalam satu petak lahan, tindakan konservasi lahan yang kurang baik seperti pengelolaan lahan tanpa tindakan konservasi, pembuatan teras bangku jelek dan teras tradisional, memperbesar nilai erosi. Hasil di atas membuktikan bahwa pada lahan dengan nilai erosi tanah/kelas bahaya erosi yang sama, semakin dalam solum tanah maka tingkat bahaya erosi semakin rendah, begitu sebaliknya semakin dangkal solum tanah maka tingkat bahaya erosi semakin tinggi.

Berdasarkan Kelas Kemampuan Lahan unit lahan A termasuk dalam kelas I, sudah sesuai digunakan untuk penggunaan pertanian lahan sawah irigasi karena

terletak pada topografi datar, kelas dan tingkat bahaya erosi sangat ringan, mempunyai kedalaman efektif yang dalam dan berdrainase baik. Pada unit lahan B yang termasuk dalam kelas IV penggunaan lahan tegalan untuk tanaman pertanian (singkong) pada kemiringan lereng 23.75% dapat dilakukan, namun mengingat kelas bahaya erosi berat dan tingkat bahaya erosi sangat berat diperlukan pengelolaan lahan dan tindakan konservasi yang lebih sulit diterapkan dan dipelihara sebagai upaya perbaikan dan pencegahan yang dapat dilakukan untuk mengatasi dampak yang diakibatkan.

Pengelolaan lahan secara vegetatif yang dapat dilakukan untuk menurunkan erosi sampai di bawah ambang batas adalah dengan kombinasi menanam tanaman penutup tanah rendah berupa kacang secara strip cropping dengan tanaman singkong (Arga, 2011). Pengelolaan lahan secara mekanik dilakukan dengan membuat konstruksi teras bangku datar yang baik, sebab konservasi tanah ini yang paling efektif dalam menurunkan laju erosi pada lahan dengan kemiringan 10-30% dengan kedalaman solum tanah >25 cm dibanding dengan tindakan konservasi lainnya (Budiyanto, 2014).

Berdasarkan Kelas Kemampuan Lahan unit lahan C dan D termasuk dalam lahan kelas VI, dimana penggunaan lahan untuk pertanian sebagai tegalan dan kebun campuran tidak sesuai, hal ini karena terletak pada topografi agak curam >30%. Penggunaan lahan yang sesuai terbatas untuk tanaman rumput atau padang penggembalaan, hutan produksi, hutan lindung, atau cagar alam. Namun demikian lahan kelas VI yang mempunyai kedalaman solum dalam namun terletak pada lereng agak curam dapat digunakan untuk tanaman semusim disertai pengelolaan lahan secara mekanik dengan pembuatan teras bangku yang baik dan pengelolaan secara vegetatif dengan kombinasi menanam tanaman penutup tanah rendah berupa kacang secara strip cropping dengan tanaman singkong pada lahan tegalan dan kombinasi tanaman penutup tanah, rorak pada lahan kebun campuran. Alasan pemilihan penggunaan lahan tetap dipertahankan sebagai tegalan dan kebun campuran adalah disesuaikan dengan kondisi sosial ekonomi dan dapat diterima masyarakat setempat.

Unit lahan E dan F termasuk dalam lahan kelas III, dimana penggunaan lahan sawah irigasi dan tegalan sudah sesuai dengan penggunaan lahan untuk tanaman semusim dan tanaman yang memerlukan pengolahan tanah, namun memerlukan tindakan pengelolaan lahan

yang lebih sulit diterapkan dan dipelihara. Hal ini dikarenakan unit lahan E dan F terletak pada topografi landai 12%-12.25%. Pengelolaan lahan secara mekanik yang dapat dilakukan pada lahan tegalan yaitu dengan membuat konstruksi teras bangku datar yang baik dilengkapi dengan saluran pembuang, yang memudahkan pengaliran air limpasan secara terkendali (Budiyanto, 2014). Pengelolaan lahan secara vegetatif untuk lahan sawah irigasi dengan menanam tanaman rumput pada bibir teras yang berfungsi sebagai penguat teras dan menahan butiran tanah yang lolos bersama air. Pengelolaan lahan secara vegetatif untuk lahan tegalan adalah dengan kombinasi menanam tanaman penutup tanah rendah berupa kacang secara strip cropping dengan tanaman singkong. Pada unit lahan G yang termasuk dalam lahan kelas VI penggunaan lahan sebagai hutan alam dengan keanekaragaman tanaman penutup tanah sudah sesuai berdasarkan Kelas Kemampuan Lahan karena terletak pada topografi agak curam >40%.

Berdasarkan perhitungan nilai prediksi erosi aktual hasil simulasi metode yang disarankan, yaitu menanam tanaman sesuai dengan Kelas Kemampuan Lahan dan melakukan teknik konservasi tanah dan air sesuai kondisi lahan (Tabel. 8), diperoleh bahwa nilai prediksi erosi aktual pada unit lahan B,C,D turun di bawah ambang batas yang semula erosi sedang (unit lahan D) dan berat (unit lahan B dan C) menjadi erosi ringan. Turunnya nilai prediksi erosi aktual ini tentunya berdampak pada nilai TBE. Nilai TBE pada unit lahan B dan D menjadi sedang dan pada unit lahan C menjadi ringan (Tabel. 9).

Dari hasil simulasi tersebut dapat dilihat bahwa metode yang disarankan yaitu sesuai Kelas Kemampuan Lahan dengan kombinasi menanam tanaman penutup tanah rendah berupa kacang secara strip cropping dengan tanaman singkong pada lahan tegalan (unit lahan B dan C) dan kombinasi tanaman penutup tanah, rorak pada lahan kebun campuran (unit lahan D), serta melakukan teknik konservasi tanah dan air dengan membuat konstruksi teras bangku datar yang baik pada lahan tegalan dan kebun campuran, mampu menurunkan nilai erosi dan TBE di bawah ambang batas. Metode yang disarankan merupakan metode yang sebaiknya dipilih dan diterapkan di lokasi penelitian sebagai rekomendasi agar tidak terjadi kerusakan lingkungan khususnya kerusakan lahan.

Tabel 5. Kelas Tingkat Bahaya Erosi di Kecamatan Jatipurno Hasil Simulasi Metode Disarankan

No.	Titik	R	K	LS	C	P	Prediksi Erosi Aktual (ton/ha/th)	Rata-rata (ton/ha/th)	Kelas ahaya Erosi	Keterangan
1.	A1	2,523.8	0.17	0.31	0.01	0.15	0.21	0.23	I	Sangat Ringan
2.	A2	2,523.8	0.16	0.21	0.01	0.15	0.13			
3.	A3	2,523.8	0.36	0.33	0.01	0.15	0.40			
4.	A4	2,523.8	0.16	0.38	0.01	1.00	0.19			
5.	B1	2,523.8	0.18	3.68	*0.26	**0.04	17.38	18.68	II	Ringan
6.	B2	2,523.8	0.30	2.73	0.26	0.04	21.50			
7.	B3	2,523.8	0.20	2.38	0.26	**0.04	12.49			
8.	B4	2,523.8	0.21	4.24	0.26	**0.04	23.37			
9.	C1	2,523.8	0.23	8.45	0.26	**0.04	51.01	27.58	II	Ringan
10.	C2	2,523.8	0.13	7.61	0.26	0.04	25.96			
11.	C3	2,523.8	0.18	3.94	*0.26	**0.04	18.61			
12.	C4	2,523.8	0.16	3.51	0.26	**0.04	14.74			
13.	D1	2,523.8	0.21	6.46	0.2	**0.04	27.39	22.80	II	Ringan
14.	D2	2,523.8	0.15	5.59	0.1	0.04	8.46			
15.	D3	2,523.8	0.22	8.69	0.2	**0.04	38.60			
16.	D4	2,523.8	0.29	5.72	0.1	0.04	16.74			
17.	E1	2,523.8	0.21	1.23	0.01	0.04	0.22	0.2	I	Sangat Ringan
18.	E2	2,523.8	0.19	0.70	0.01	0.04	0.13			
19.	E3	2,523.8	0.21	0.94	0.01	0.04	0.20			
20.	E4	2,523.8	0.30	0.87	0.01	0.04	0.26			
21.	F1	2,523.8	0.20	1.77	0.20	0.15	71.91	51.96	II	Ringan
22.	F2	2,523.8	0.16	0.98	0.4	1	23.97			
23.	F3	2,523.8	0.19	1.09	0.20	0.04	105.36			
24.	F4	2,523.8	0.18	1.06	0.35	0.04	6.62			
25.	G1	2,523.8	0.30	20.89	0.001	1	0.62	7.80	I	Sangat Ringan
26.	G2	2,523.8	0.41	28.22	0.001	0.04	29.12			
27.	G3	2,523.8	0.24	21.66	0.001	0.04	0.53			
28.	G4	2,523.8	0.30	30.90	0.001	0.15	0.94			

Keterangan : *Mengganti Indeks Penutupan Vegetasi dan Pengelolaan Lahan sebagai simulasi untuk memperoleh prediksi erosi aktual di bawah ambang batas

Sumber : Data Primer

Secara umum upaya perbaikan dan pencegahan yang dapat dilakukan untuk mengatasi dampak yang diakibatkan oleh faktor crop, faktor tindakan konservasi, kemiringan lereng dan kedalaman solum tanah khususnya pada penggunaan lahan tegalan dan kebun adalah dengan pengelolaan lahan secara vegetatif dan mekanik yang baik sesuai aturan kaidah konservasi tanah dan air. Pengelolaan lahan secara vegetatif seperti menanam tanaman penutup tanah rendah, sedang dan tinggi. Selain itu perlu dilakukan teknik pengelolaan lahan sebagai pengendalian erosi seperti :

1. Pengolahan tanah diolah seperlunya saat kandungan air yang tepat, dilakukan sejajar dengan garis kontur dan diberi mulsa, serta pembuatan guludan sejajar dengan garis tinggi (menyabuk gunung).
2. Penanaman dalam strip, yaitu cara bercocok tanam dengan beberapa tanaman ditanam dalam setrip secara berselang seling pada sebidang tanah memotong arah lereng.
3. Multiple cropping atau pola tanam ganda dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu pergiliran tanaman dan tumpang sari, seperti pada Tabel 7.
4. Pengelolaan tanaman dengan cara intensifikasi yang tepat.

5. Alley Cropping yaitu metode strip cropping namun dengan menggunakan tanaman pohon seperti lamtoro dan Gliricidae.

Pengelolaan lahan secara mekanik berdasarkan kemiringan lereng dan kedalaman solum tanah, yaitu apabila kemiringan lahan berkisar antara 8-15% dengan kedalaman solum >25 cm, sebaiknya dibuat konstruksi teras bangku yang dilengkapi dengan saluran pembuang, yang memudahkan pengaliran air limpasan secara terkendali (Budiyanto, 2014). Teras bangku datar merupakan perlakuan konservasi tanah yang paling efektif dalam menurunkan laju erosi pada lahan dengan kemiringan 10-30% dengan kedalaman solum tanah >25 cm dibanding dengan tindakan konservasi lainnya (Budiyanto, 2014). Berdasar pengamatan Budiyanto tahun 2014 yang dilakukan di kawasan Hulu DAS Jratunseluna, Jawa Tengah membuktikan bahwa teras bangku lebih stabil dan paling sedikit mengalami perubahan bentuk, hal ini diduga karena infiltrasi tanahnya yang lebih baik, keseragaman profil tanah lebih terjaga, serta dengan kedalaman tanah yang cukup dalam mampu menurunkan potensi longsor (Budiyanto, 2014). Pembuatan teras kebun cocok untuk lahan dengan kemiringan lereng >40% dengan kedalaman >25 cm

dan perlu ditanami rumput atau legum penutup tanah diantara teras serta dibuat saluran pembuangan air (SPA) yang aman (berumput). Pada penggunaan lahan hutan dengan kemiringan lereng >40% cocok dilakukan sistem silvipastura atau tumpangsari, namun yang ditanam di sela-sela tanaman hutan adalah tanaman pakan ternak (rumpun gajah, setaria,

dan lainnya) (*Aplikasi Model Teknik Sipil Dan Vegetatif Dalam Rangka Penyusunan Rencana Konservasi Desa*, 2016). Pemilihan jenis tanaman harus sesuai keinginan petani/masyarakat sebagai motivasi petani menanam dan memelihara tanaman sampai menghasilkan.

Tabel 9. Tingkat Bahaya Erosi di Kecamatan Jatipurno Hasil Simulasi Metode Disarankan

No.	Titik	Kelas Bahaya Erosi	Keterangan	Kedalaman Solum Tanah (cm)	Rata-rata (cm)	Tingkat Bahaya Erosi	Luas (ha)	Presentase (%)
1.	A1	I	Sangat Ringan	120	112.5	Sangat Ringan	691.46	16.02
2.	A2			110				
3.	A3			140				
4.	A4			80				
5.	B1	II	Ringan	70	62	*Sedang	632.88	14.67
6.	B2			68				
7.	B3			40				
8.	B4			70				
9.	C1	II	Ringan	130	100.5	*Ringan	464.88	10.78
10.	C2			140				
11.	C3			80				
12.	C4			52				
13.	D1	II	Ringan	150	89.5	*Sedang	739.18	17.13
14.	D2			58				
15.	D3			90				
16.	D4			60				
17.	E1	I	Sangat Ringan	120	79	Ringan	727.34	16.86
18.	E2			60				
19.	E3			56				
20.	E4			80				
21.	F1	II	Ringan	140	90.5	Ringan	715.34	16.58
22.	F2			42				
23.	F3			100				
24.	F4			80				
25.	G1	I	Sangat Ringan	80	93	Sangat Ringan	343.31	7.96
26.	G2			120				
27.	G3			92				
28.	G4			80				

Keterangan : *Hasil simulasi metode disarankan
 Sumber : Data Primer

Tabel 10. Urutan Beberapa Sistem Pergiliran Tanaman Menurut Besar Pengaruhnya Terhadap Kerusakan Tanah

No Urut	Sistem Pergiliran Tanaman
1	G – M – M – M
2	R – G – M – M
3	R – G – M
4	R – R – G – M – M
5	R – R – G – M
6	R – R – G – M – R – G (SC)
7	R – G (SC)
8	R – R – R – G – M
9	R – R – G (SC)
10	R – R – R – R – R

Keterangan : Urutan ke bawah menunjukkan makin besar ancaman erosi

G = Tanaman biji-bijian kecil (jenis-jenis gandum : Wheat, Oats, Rye)

M = Rumput untuk ternak

R = Tanaman yang ditanam dalam barisan seperti jagung, kedelai, kacang tanah, dan singkong

(SC) = Tanaman penutup tanah

Apabila dalam pembuatan teras-teras di atas dirasa mahal maka petani/masyarakat dapat membuat teras secara alami dan murah dengan cara menerapkan pertanaman lorong pada lahan miring, cara ini efektif menahan erosi. Setelah 3-4 tahun sejak tanaman pagar tumbuh maka akan terbentuk teras secara alami dan berangsur sehingga sering disebut teras kredit. Tindakan-tindakan tersebut di atas apabila diterapkan tentunya akan sangat nyata mengurangi besarnya erosi tanah

4. Kesimpulan

Prediksi erosi aktual di Kecamatan Jatipurno didominasi oleh kelas bahaya erosi sangat ringan dan Tingkat Bahaya Erosi (TBE) didominasi oleh kelas TBE ringan. Tindakan konservasi yang disarankan dan sesuai dilakukan di Kecamatan Jatipurno untuk

meminimalisir dan mencegah terjadinya erosi adalah pengelolaan lahan sesuai Kelas Kemampuan Lahan serta melakukan teknik konservasi tanah dan air.

Daftar Pustaka

- [1] Ali, S. A. and Hagos, H., 2016. Estimation of soil erosion using USLE and GIS in Awassa Catchment, Rift valley, Central Ethiopia, *Geoderma Regional*. Elsevier B.V., 7(2), pp. 159–166.
- [2] Aplikasi Model Teknik Sipil Dan Vegetatif Dalam Rangka Penyusunan Rencana Konservasi Desa, 2016. <https://sasaqgagah14.wordpress.com/2016/03/24/aplikasi-model-teknis-sipil-dan-vegetatif-dalam-rangka-penyusunan-rencana-konservasi-desa/> (21 August 2017).
- [3] Arga, Y., 2011. Peta dan Pertanian: Pengelolaan Lahan Pertanian. <http://yuanarga.blogspot.co.id/2011/04/pengelolaan-lahan-pertanian.html> (21 August 2017).
- [4] Asdak, C., 2007. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- [5] Badan Pusat Statistik Kabupaten Wonogiri, 2015. Kecamatan Jatipurno Dalam Angka 2015. BPS, Wonogiri.
- [6] Bakosurtanal, 2000. Peta Rupa Bumi Digital Indonesia 1508-131 Skala 1:25.000. Bogor.
- [7] Belasri, A. dan Lakhouili, A., 2016. Estimation of Soil Erosion Risk Using the Universal Soil Loss Equation (USLE) and Geo-Information Technology in Oued El. *Journal of Geographic Information System* 8, pp. 98–107.
- [8] BPDAS, 2016. Data Curah Hujan DAS Bengawan Solo. Sukoharjo.
- [9] Budiyanto, G., 2014. Pengelolaan Lahan Kering, Sebuah Model Pertanian Konservasi Di Kawasan Hulu DAS Jratunseluna Jawa Tengah. Yogyakarta. http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/1819/LAHAN_KERING.pdf?sequence=1&isAllowed=y (21 August 2017).
- [10] Dabral, P. P., Baithuri, N., Pandey, A., 2008. Soil erosion assessment in a hilly catchment of North Eastern India using USLE, GIS and remote sensing. *Water Resources Management* 22(12), pp. 1783–1798.
- [11] Departemen Kehutanan, 2009. Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTk RHL-DAS)', Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.32/Menhut-II/2009.
- [12] ESRI, 2000. Spatial Analyst. Environmental System Research Institut (ESRI) Inc. USA, Redlands California.
- [13] Fletcher, J.R dan R.G. Gibb, 1991. Land Resource Inventory Handbook for Soil Conservation Planning in Indonesia. NZ DSIR Scientific Report No.11. NZ DSIR Land Resources and Dir Gen RLR of Indonesia, 87 pp.
- [14] Hrabalíková, M. dan Janeček, M., 2016. Comparison of different approaches to LS factor calculations based on a measured soil loss under simulated rainfall. *Soil and Water Research*, pp. 1–9.
- [15] JICA, 2007. Studi Penanganan Sedimentasi Waduk Serbaguna Woogiri Republik Indonesia. Jakarta.
- [16] JICA, 2007. Studi Penanganan Sedimentasi Waduk Serbaguna Woogiri Republik Indonesia. Jakarta.
- [17] Kusmawati, T., Trigunasih, N. M., Surya Utami Dewi, I. G. A., 2012. Prediksi Erosi dan Perencanaan Konservasi Tanah dan Air pada Daerah Aliran Sungai Saba. *Agroekoteknologi Tropika* 1(1), pp. 12–23.
- [18] Leh, M., Bajawa, S., Chaubey, I., 2011. Impact of Land Use Change on Erosion Risk: An Integrated Remote Sensing, Geographic Information System and Modeling Methodology. *Land Degradation & Development*, pp. 1-13.
- [19] Mawardi, I., 2010. Kerusakan daerah aliran sungai dan penurunan daya dukung sumberdaya air di pulau jawa serta upaya penanganannya. *Jurnal Hidrosfir Indonesia* 5(2), pp. 1–11.
- [20] Pratama, A., 2015. Tingkat Kekritisn Lahan di Sub DAS Keduang Bagian Hulu, Wonogiri. *Ilmu Tanah*, Universitas Gajah Mada.
- [21] Quinton, J. N., Govers, G., Leuven, KU., Van Oost, K., 2010. The impact of agricultural soil erosion on biogeochemical cycling. *Nature Geosci* 3(5), pp. 311–314.
- [22] Rahman, M. M., Harisuseno, D., Sisinggih, D., 2012. Studi Penanganan Konservasi Lahan di Sub DAS Keduang, DAS Bengawan Solo, Kabupaten Wonogiri. *Journal Teknik Pengairan* 3(2), pp. 250–257.
- [23] Rahman, Md. R., Shi, Z. H., Chongfa, C., 2009. Soil erosion hazard evaluation-An integrated use of remote sensing, GIS and statistical approaches with biophysical parameters towards management strategies. *Ecological Modelling* 220(13–14), pp. 1724–1734.
- [24] Rusdi, Alibasyah, M., Karim, A., 2013. Evaluasi Degradasi Lahan Diakibatkan Erosi Pada Areal Pertanian Di Kecamatan Lembah Seulawah Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Konservasi Sumber Daya Lahan* 1(1), pp. 24-39.
- [25] Sintala, A., 2010. Konservasi Tanah Dan Air. 2nd edn. IPB Press, Bogor.
- [26] Tarru, S., Baharuddin, dan Anwar, 2013. Penggunaan Lahan Pada Berbagai Kelas Kemampuan Lahan Di Sub DAS Kelara Bagian Hulu Pada Desa Jenetalasa Kecamatan Rumbia Kabupaten Janeponto. Makassar. <http://pasca.unhas.ac.id/jurnal/files/9c0a90767c50c59445b1a53b71a5e73e.pdf> [21 Desember 2017].
- [27] Wuryanta, A. dan Susanti, P. D., 2015. Analisa Spasial Tekanan Penduduk Terhadap Lahan Pertanian Di Sub DAS Keduang, Kabupaten Wonogiri, (Spatial Analysis of Population Pressure on Agricultural Land in Keduang Sub Watershed, Wonogiri District, Central Java). *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 12(3), pp. 149–162.
- [28] Zuazo, V. dan Pleguezuelo, C., 2008. Review article Soil-erosion and runo ff prevention by plant covers. A review. *Agronomy Journal* 28, pp. 65–86.