

PREDIKSI EROSI LAHAN DENGAN METODE USLE

Subekti

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jenderal Sudirman KM. 3 Cilegon 42435
E-mail : www.subekti_st@yahoo.co.id

ABSTRAK

Erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau butiran-butiran tanah dari suatu tempat ketempat lain oleh media alami. Erosi ditentukan dan dipengaruhi oleh faktor-faktor : iklim, topografi, vegetasi, tanah dan kegiatan manusia. Penelitian ini membandingkan antar prediksi erosi lahan dengan USLE dengan pengukuran langsung erosi lahan pada petak (damplot) pada lahan yang memiliki kemiringan 8,49° dan gundul. Dari perhitungan erosi dengan metode USLE dan pengukuran erosi secara langsung menunjukkan bahwa erosi dari perhitungan USLE menghasilkan erosi yang lebih besar dibandingkan dengan pengukuran langsung di lapangan. Nilai dari tabel menunjukkan bahwa nilai perhitungan erosi lahan dengan USLE rata-rata 25,3% lebih tinggi. Berdasarkan angka perhitungan erosi metode USLE untuk jangka waktu 1 tahun menunjukkan bahwa erosi lahan sangat tinggi, sehingga pada tanah tersebut diperlukan tindakan konservasi tanah untuk mengendalikan erosi yang cukup besar.

Kata kunci: Erosi tanah, USLE, dan Konservasi Tanah

ABSTRACT

Erosion is a process to move or transport soil or granular of soil from one place to another place by water or air. Erosion is determined and influenced by any factors : climate, topography, vegetation, soil and human's activity. This research compare the prediction of land erosion of USLE's method with the direct measurement of land erosion on the land that have slope 8,49° and barren. Based on determination of erosion with USLE's method and direct measurement, it shows that the calculation using USLE's method give larger erosion than direct measurement. The values from table show that calculation of land erosion with USLE resulted 25,3 % higher than direct measurement. Based on calculation result of USLE method for 1 year, it shows that land erosion is very high, so the land require conservation to control large erosion.

Keywords : soil erosion, USLE, and soil conservation.

1. PENDAHULUAN

a. Latar Belakang

Tanah sebagai unsur sumberdaya alam utama yang merupakan salah satu modal dasar dalam pembangunan untuk mendukung kehidupan. Permasalahan yang timbul berupa kerusakan tanah di hulu berakibat ganda yaitu kerusakan lahan di bagian hulu berupa timbulnya lahan-lahan kritis dan di bagian hilir DAS timbul bahaya seperti banjir, kerusakan saluran-saluran irigasi, dangkalnya waduk, dan lain-lain.

Lahan kritis di luar kawasan hutan di Indonesia masih memerlukan penanganan secara lebih serius masih cukup luas. Oleh karena itu erosi tanah dan aliran permukaan perlu dikendalikan dengan cara konservasi tanah.

Besarnya erosi lahan yang terjadi dapat diprediksi dengan menggunakan USLE (*Universal Soil Loss Equation*) yang

dikembangkan oleh Wischmeir dan Smith (1978).

a. Rumusan Masalah

Penelitian ini merupakan aplikasi dari rumus USLE dalam memprediksi besarnya erosi lahan yang terjadi pada suatu tempat berdasarkan kondisi lahan tersebut.

b. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara erosi lahan yang terjadi pada suatu petak (damplot) pengujian erosi dengan dibandingkan dengan rumus USLE untuk lahan dengan kemiringan 8,49°, serta memperkirakan besarnya erosi selama 1 tahun.

c. Pembatasan Masalah

Persamaan USLE ($E = R.K.LS.C.P$) digunakan untuk memprediksi daripada erosi yang akan terjadi pada suatu lahan dengan dibandingkan erosi pada petak pengujian erosi tanah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

a. Pengertian Erosi

Menurut Arsyad (1989), erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau butiran-butiran tanah dari suatu tempat ketempat lain oleh media alami. Pada peristiwa erosi, tanah atau butiran-butiran pengikisan tanah dari suatu tempat terkikis dan terangkut kemudian diendapkan pada suatu tempat lain. Pengangkutan atau pemindahan tanah tersebut terjadi oleh media alami yaitu air dan/atau angin.

Erosi angin disebabkan oleh kekuatan angin, sedangkan erosi air ditentukan oleh kekuatan air. Daerah yang beriklim basah erosi air yang penting, sedangkan erosi angin tidak berarti. Ada dua macam utama erosi yaitu erosi normal dan erosi dipercepat. Erosi normal disebut juga erosi geologi atau erosi alami merupakan proses-proses pengangkutan tanah yang terjadi pada vegetasi alami. Erosi dipercepat adalah pengangkutan tanah yang menimbulkan kerusakan tanah sebagai akibat perbuatan manusia yang mengganggu proses keseimbangan antara proses pembentukan dan pengangkutan tanah.

Menurut bentuknya, erosi dibedakan dalam erosi lembar, erosi alur, erosi parit, erosi tebing sungai, longsor dan erosi internal. Erosi yang terjadi pada tanggul dan tepi saluran irigasi dan drainase dapat terbentuk salah satu bentuk diatas.

b. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Erosi

Secara alami erosi ditentukan dan dipengaruhi oleh faktor-faktor : iklim, topografi, vegetasi, tanah dan kegiatan manusia (Direktorat Perluasan Areal Pertanian Jakarta, 1986).

Di daerah beriklim basah faktor iklim yang mempengaruhi adalah hujan. Besarnya curah hujan, intensitas, dan distribusi hujan menentukan kekuatan disperse tanah, jumlah dan kecepatan aliran permukaan, dan kerusakan erosi.

Kemiringan dan panjang lereng adalah dua unsure topografi yang paling berpengaruh

terhadap aliran permukaan dan erosi. Unsur lain yang mungkin berpengaruh adalah konfigurasi, keseragaman dan arah lereng.

Pengaruh vegetasi terhadap aliran permukaan dan erosi dapat dikelompokkan kedalam 5 bagian : a. Intersepsi hujan oleh tajuk tanaman; b. Mengurangi kecepatan aliran dan kekuatan perusak air; c. Pengaruh akar dan kegiatan biologi yang berhubungan dengan pertumbuhan vegetative; d. Pengaruhnya terhadap stabilitas struktur dan porositas tanah; dan e. Transpirasi yang mengakibatkan kandungan air tanah berkurang

Berbagai tipe tanah mempunyai kepekaan terhadap erosi berbeda-beda. Kepekaan erosi tanah yaitu mudah atau tidaknya tanah tererosi uyang merupakan fungsi berbagai interaksi sifat-sifat fisik dan kimia tanah.

Pada akhirnya manusialah yang menentukan apakah tanah yang diusahakannya akan rusak dan tidak produktif atau menjadi baik dan produktif secara lestari.

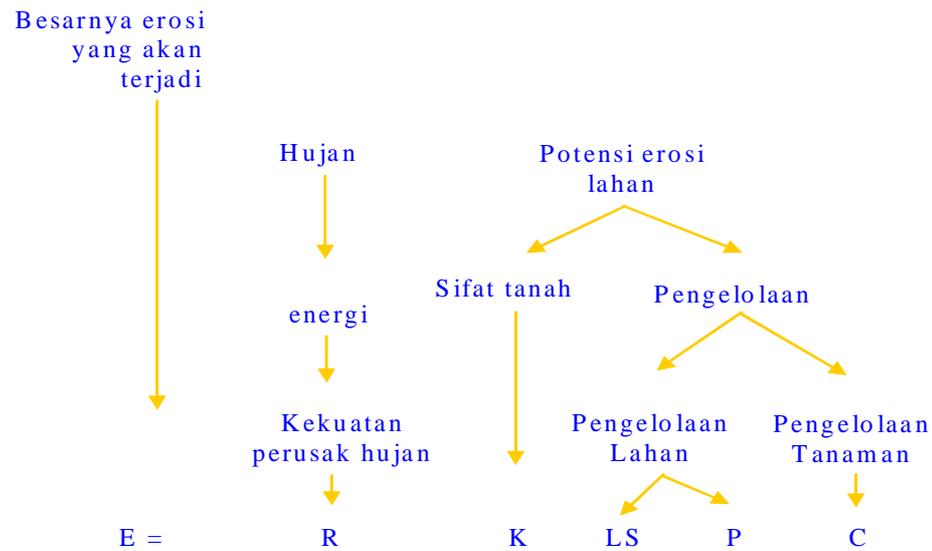
c. Kerugian Akibat Erosi Lahan

Menurut Suripin (2001) biaya dan keuntungan erosi merupakan hal yang sulit diestimasi. Dalam jangka pendek, biaya produksi pertanian (makanan) meningkat pada areal dimana erosi terjadi. Erosi juga memberi andil pada meningkatnya banjir dan suplai sedimen di daerah hilirnya.

d. Prakiraan dan Pengukuran Erosi

Dari beberapa metode untuk memprakirakan besarnya erosi permukaan, metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) yang dikembangkan oleh Wischmeir dan Smith (1978) adalah metode yang paling umum digunakan untuk memprakirakan besarnya erosi. Prakiraan besarnya erosi dengan menggunakan persamaan matematis seperti dikemukakan oleh Wischmeir dan Smith (1978) dalam Suripin 1998 dan dikenal sebagai persamaan USLE

$$E = R K L S C \quad (1)$$

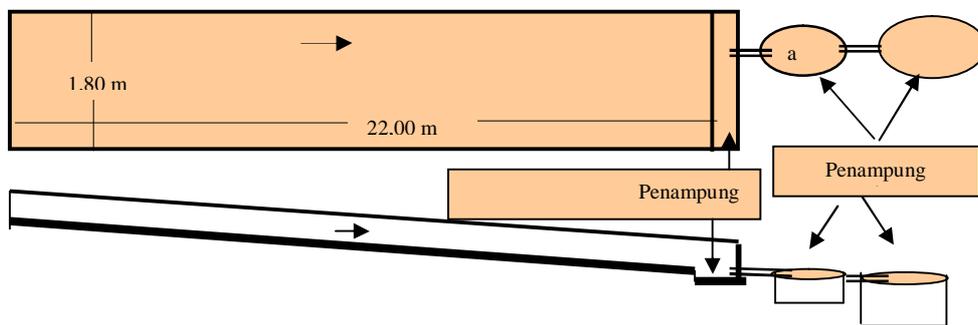


Gambar 1. Skema Persamaan USLE (Arsyad, 1989)

Untuk tujuan ini telah dikembangkan berbagai cara yang dikelompokkan kedalam:

1) Pengukuran dengan “Petak Besar”

2) Pengukuran dengan “Petak Kecil” atau lazim disebut sebagai “Pengujian Erosi”

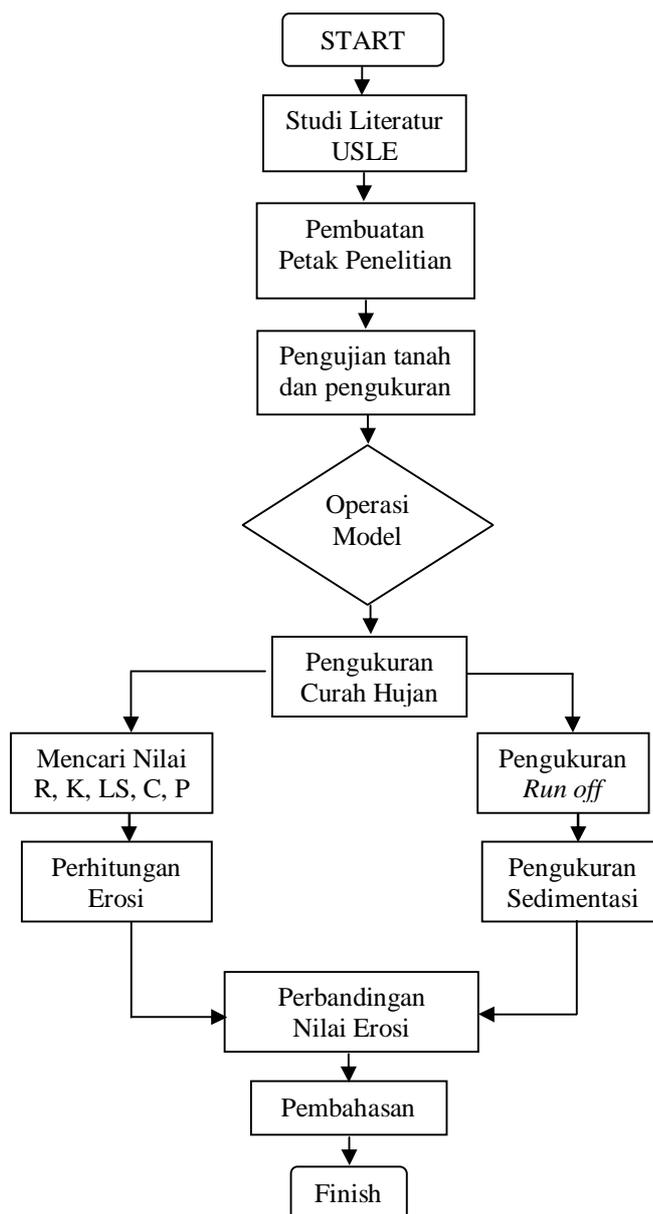


Gambar 2. Gambar dari plot yang tidak digulud

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada tahapan awal kita mengkaji terlebih dahulu persamaan USLE dan faktor-faktornya, dengan dilakukan pengujian kondisi tanah seperti infiltrasi, erodibilitas dan kemiringan lahan. Kemudian memperhitungkan besarnya erosi berdasarkan data curah hujan.

Adapun tahapan penelitian di lapangan adalah survai lokasi, pengukuran dan pembuatan Petak (Plot) penelitian, tes tanah, operasi model, mengukur curah hujan & erosi, Mengukur dan memperkirakan besarnya erosi lahan. Ukuran peta dari penelitian ini adalah 1,8 m x 22 m. Hasil perhitungan dengan metode USLE tersebut dibandingkan dengan pengukuran erosi langsung di lapangan.



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Erosi Tanah

Besarnya erosi tanah yang terjadi pada model ini dapat diketahui dari 2 (dua) tahap,

yaitu dari banyaknya tanah yang masuk di dalam penampung tanah/air dan yang ikut terlarut/dilarutkan dalam air.

Tabel 1. Erosi Tanah di penampung untuk hujan pada tanggal: 11 Januari
Curah hujan = 31.6 mm, I = 44,40 mm/jam

No	Berat basah Tanah (kg)	Berat Basah Sampel (gr)	Berat Kering Sampel (kg)	Berat Tanah Kering (kg)
1	40,563	50	37,0	30,034

Tabel 2. Perhitungan sedimen untuk Hujan Tanggal 11 Januari
Curah hujan = 31.6 mm, I = 44,40 mm/jam

No	Volume Air (lt)	Sampel gr/25 ml	Sedimen (kg)	Sedimen Total (kg)
1	56,5200	0,284	0,642	
2	103,0360	0,268	1,105	1,747

Tabel 3. Berat Hasil Erosi untuk hujan pada tanggal: 11 Januari

No	Berat Tanah penampung (kg)	Berat Sedimen (kg)	Berat Hasil Erosi (kg)
1	2	3	4 = (2)+(3)
1	30,034	1,747	31,781

Erosi total dari tiap plot dapat dihitung dari jumlah berat kering tanah dan berat sedimen dari hasil pengukuran. Data ini dari

rangkuman data dari ke-dua belas kejadian hujan yang pernah terjadi.

Tabel 4. Berat Total Erosi Tanah

No	Tanggal	Tinggi Hujan (h) mm	Intensitas (I) mm/jam	Erosi (kg)
1	2	4	3	4
1	11/01/02	31,6	44.40	31,781
2	23/01/02	47,8	39.61	66,790
3	06/02/02	39,5	52.32	50,465
4	08/02/02	53,3	55.52	77,978
5	11/02/02	36,0	66.67	36,187
6	16/02/02	51,4	49.19	75,290
7	26/02/02	28,1	43.45	25,910
8	11/03/02	48,2	63.84	78,608
9	23/03/02	44,6	58.43	63,330
10	30/03/02	38,4	71.11	53,500
11	10/04/02	49,8	45.62	72,111
12	18/04/02	42,9	60.56	60,625

b. Mencari Besarnya Erosi dari Rumus USLE dengan Hujan Tunggal

Rumus USLE : $E = R \times K \times LS \times C \times P$

R untuk hujan tunggal

$R = \sum EI_{30} \text{ \& } EI_{30,s} = 2,6 P^{1,87}$

Tabel 5. Mencari Nilai R

No	Tanggal	Tinggi Hujan (h) mm	Tinggi Hujan (h) cm	R (KJ/ha)
1	11/1/02	31,6	3,16	22,356
2	23/1/02	47,8	4,78	48,473
3	6/2/02	39,5	3,95	33,932
4	8/2/02	53,3	5,33	59,423
5	11/2/02	36,0	3,60	28,527
6	16/2/02	51,4	5,14	55,523
7	26/2/02	28,1	2,81	17,950
8	11/3/02	48,2	4,82	49,235
9	23/3/02	44,6	4,46	42,582
10	30/3/02	38,4	3,84	32,186
11	10/4/02	49,8	4,98	52,335
12	18/4/02	42,9	4,29	39,598

Sumber: BMG Jawa Tengah mengenai curah hujan rata-rata bulanan

Mencari Nilai K (Indeks Erodibilitas Tanah)

Tabel 6. Mencari Nilai K

No	Sampel	Debu+Ps. Halus (%)	Pasir (%)	Permeabilitas (cm/jam)	Bahan Organik (%)	Struktur Tanah	K T/KJ
1	A	32	30	0,26	0,60	2	0,27
2	B	29	31	2,50	0,52	2	0,15
3	C	34	32	2,04	0,48	2	0,20
4	D	29	30	1,19	0,56	2	0,19
5	E	32	41	1,80	0,42	2	0,24
6	F	31	29	1,48	0,64	2	0,21
Nilai Rata - rata							0,21

Sumber : Penelitian tanah yang diujikan di Lab. Tanah Dinas Pertanian Yogyakarta, 2002

Mencari LS (faktor panjang dan kemiringan lereng)

LS (Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng)

L = 22 m; ΔH = 3,25; S = 8,49 ° & Z = 0,50

Angka tersebut diatas merupakan hasil pengukuran petak pengujian erosi dan kemiringan tanahnya. Sehingga nilai LS didapat

$$LS = (L/22)^{0,5}(65,41. \sin^2 S + 4,56. \sin S + 0,065)$$

$$= (22/22)^{0,5}(65,41. \sin^2 8,49 + 4,56. \sin 8,49 + 0,065) = 2,163$$

Nilai dari C = 1 karena tanpa penutup lahan (lahan dibuat gundul) dan nilai P = 1 karena tidak ada tindakan konservasi

Nilai E (erosi) dengan Rumus USLE

Tabel 7. Besarnya Erosi Tanah Teoritis

No	Tanggal	Tinggi Hujan (h) mm	R (KJ/ha)	K ton/KJ	LS	C	P	E ton / ha	E (kg/Petak)
1	11/01/02	31,6	22,356	0,21	2,16	1	1	10,155	40,212
2	23/01/02	47,8	48,473					22,018	87,192
3	06/02/02	39,5	33,932					15,413	61,035
4	08/02/02	53,3	59,423					26,992	106,887
5	11/02/02	36,0	28,527					12,958	51,313

Tabel 7. Besarnya Erosi Tanah Teoritis (Lanjutan)

No	Tanggal	Tinggi Hujan (h) mm	R (KJ/ha)	K ton/KJ	LS	C	P	E ton / ha	E (kg/Petak)
6	16/02/02	51,4	55,523					25,220	99,872
7	26/02/02	28,1	17,950					8,153	32,287
8	11/03/02	48,2	49,235					22,364	88,561
9	23/03/02	44,6	42,582					19,342	76,595
10	30/03/02	38,4	32,186					14,620	57,895
11	10/04/02	49,8	52,335					23,772	94,138
12	18/04/02	42,9	39,598					17,986	71,226

Ket: $8 = (4) \cdot (5) \cdot (6) \cdot (7) = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$ (ton/ha) = Et/P

$9 = (8) \cdot 1000 / (10000 / (22 \cdot 1,8)) = (8) \cdot 39,6 / 10 = (8) \cdot 3,96$ (kg/petak)

Tabel 8. Perbandingan antara Pengukuran Erosi secara langsung dan Prediksi USLE

No	Tanggal	Tinggi Hujan (h) mm	Erosi Langsung (kg)	Erosi metode USLE (kg/Petak)	Selisih (kg)	Selisih (%)
1	11/01/02	31,6	31,781	40,212	8,431	26.5
2	23/01/02	47,8	66,790	87,192	20,402	30.5
3	06/02/02	39,5	50,465	61,035	10,570	20.9
4	08/02/02	53,3	77,978	106,887	28,909	37.1
5	11/02/02	36,0	36,187	51,313	15,126	41.8
6	16/02/02	51,4	75,290	99,872	24,582	32.6
7	26/02/02	28,1	25,910	32,287	6,377	24.6
8	11/03/02	48,2	78,608	88,561	9,953	12.7
9	23/03/02	44,6	63,330	76,595	13,265	20.9
10	30/03/02	38,4	53,500	57,895	4,395	8.2
11	10/04/02	49,8	72,111	94,138	22,027	30.5
12	18/04/02	42,9	60,625	71,226	10,601	17.5

Dari perhitungan diatas dapat kita lihat bahwa besarnya nilai erosi dengan perhitungan metode USLE nilainya lebih besar jika dibandingkan dengan pengukuran langsung di lapangan. Adapun selisih angka nilai erosi rata-rata 25,3 %. Hal ini menunjukkan bahwa nilai prediksi erosi dengan metode USLE nilainya akan menghasilkan erosi yang lebih besar dibandingkan dengan kenyataan di lapangan langsung.

Namun hal tersebut di atas harus diperhatikan dan diteliti lebih mendalam mengenai hal-hal berikut agar nilai antara perhitungan erosi dengan metode USLE mendekati kenyataan besarnya erosi yang terjadi di lapangan :

1. Kesempurnaan model (pembuatan petak)
2. Pengukuran *run-off* dan erosi pada petak
3. Penyelidikan tanah
4. Pengukuran lahan
5. Pembacaan monogram, tabel, dan rumus yang dipakai pada USLE.

c. Prediksi Erosi dengan Metode USLE untuk Jangka Waktu 1 Tahun

Dari persamaan USLE maka kita dapat memperhitungkan besarnya erosi lahan tersebut untuk jangka waktu 1 (satu) tahun.

Erosi diperhitungkan dengan Metode USLE.

$$R = \Sigma EI_{30}$$

$$EI_{30, \text{bulanan}} = 2,21 P^{1,36}$$

Tabel 9. EI30-tahunan

No	Bulan	PBulanan (mm)	EI30,bulanan
1	Januari	434	372,716
2	Pebruari	292	217,427
3	Maret	274	199,404
4	April	201	130,840
5	Mei	178	110,908
5	Juni	100	50,628
7	Juli	73	33,000
8	Agustus	67	29,367
9	September	92	45,201
10	Oktober	154	91,079
11	Nopember	228	155,304
12	Desember	285	210,369
Jumlah			1650,242

Sumber: Curah hujan rata-rata bulanan dari BMG Jawa Tengah

Tabel 10. Perhitungan Erosi untuk Berbagai Jarak Guludan

No	R	K	LS	C	P	E (ton/ha)	E (kg/petak)
1	1646,24	0,21	2,163	1	1	638,76	2.529,4

Erosi yang terjadi tersebut cukup besar, sehingga perlu adanya tindakan konservasi tanah sehingga besarnya erosi tersebut dapat berkurang. Besarnya erosi yang terjadi tergantung vegetative penutup dan jenis konservasi tanah yang diterapkan

Apabila hasil erosi tersebut terakumulasi dari erosi lahan yang cukup luas dan mengendap pada saluran maka akan mengakibatkan peningkatan sedimen (pendangkalan) pada sungai dan waduk. Hal ini dapat mengakibatkan banjir.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa besarnya erosi lahan yang dihasilkan dari perhitungan erosi lahan dengan metode USLE menghasilkan angka yang lebih besar untuk lahan tersebut di atas dengan rata-rata 25,3 %.

b. Saran

Disarankan untuk lahan gundul dengan kemiringan 8,49° agar melakukan konservasi

lahan, baik dengan penutup lahan/penanaman (*vegetative*) dengan tanaman tahunan atau tanaman penghasil kayu maupun dengan konservasi tanah mekanis atau kimia. Hal ini dimaksudkan untuk mengendalikan erosi lahan pada tanah kosong dan sangat miring.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S.,1989, Konservasi Tanah dan Air, Penerbit IPB, Bogor.
- Asdak, C.,1995, Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, UGM Yogyakarta..
- Kartasapoetra, G., Kartasapotra, A.G., Mul Mulyani Sutedjo, 2000, Teknologi Konservasi Tanah dan Air, Rineka Cipta Jakarta.
- Subekti, 2004, Efektivitas Guludan Terhadap Erosi Lahan, UNDIP Semarang.
- Suyono Sosrodarsono dan Kensaku Takeda, 1993, Hidrologi untuk Pertanian, PT. Pradnya Paramita Jakarta.
- Suripin, 2000, Konservasi Air dan Tanah, Universitas Diponegoro