

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE)

Metode USLE dapat dimanfaatkan untuk memperkirakan besarnya erosi untuk berbagai macam kondisi tataguna lahan dan kondisi iklim yang berbeda. USLE memungkinkan perencana memprediksi laju erosi rata-rata lahan tertentu pada suatu kemiringan dengan pola hujan tertentu untuk setiap jenis tanah dan penerapan pengelolaan lahan (Suripin, dalam Komariah 2015). Persamaan USLE adalah sebagai berikut :

$$E_a = R \times K \times LS \times CP \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana :

- E_a = banyaknya tanah tererosi per satuan luas per satuan waktu (ton/ha/tahun)
- R = faktor erosivitas hujan dan aliran permukaan
- K = faktor erodibilitas tanah
- LS = faktor panjang-kemiringan lereng
- CP = faktor pengelolaan tanaman dan konsevasi tanah

a. Faktor erosivitas hujan (R)

Faktor erosivitas hujan di definisikan sebagai jumlah satuan indeks erosi hujan dalam setahun. Nilai R yang merupakan daya rusak hujan, dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut (Suripin, dalam Hatas 2015):

$$R = \sum_{i=1}^n EI_{30} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana :

- R =faktor erosivitas hujan (KJ/ha/tahun)
- n =jumlah kejadian hujan dalam setahun
- EI_{30} =interaksi energi dengan intensitas maksimum 30 menit

Dalam penelitian Bols pada tahun 1978 untuk menentukan besarnya erosivitas hujan berdasarkan penelitian di Pulau Jawa dan Madura (suripin, 2004), didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$EI_{30}=6,12(Rain^{1,21}) \times Days^{-0,747} (MaxP^{0,53} \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana :

EI_{30} = indeks erosivitas hujan

$Rain$ = curah hujan Tahunan (cm)

$Days$ = jumlah hari hujan rata-rata pertahun (hari)

$MaxP$ = jumlah hujan maxsmal rata-rata dalam 24 jam

Cara menentukan besarnya indeks erosivitas hujan yang lain adalah seperti dikemukakan oleh Lenvain (DHV, 1989). Rumus matematis yang digunakan oleh Lenvain untuk menentukan faktor R tersebut didasarkan pada kajian erosivitas hujan dengan menggunakan data curah hujan beberapa tempat di Jawa.

$$R = 2,21P^{1,36} \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana :

R = indeks erosivitas

P = curah hujan bulanan (cm)

Cara menentukan besarnya indeks erosivitas hujan yang terakhir ini lebih sederhana karena hanya memanfaatkan data curah hujan bulanan.

b. Faktor erodibilitas tanah (K)

Faktor erodibilitas tanah menggunakan prakiraan besarnya nilai K untuk jenis tanah di daerah tangkapan air (Lembaga Ekologi : 1979) dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3. 1Faktor Erodibilitas Tanah (K)

No	Jenis Klasifikasi Tanah	K
1	Latosol	0.31
2	Regosol	0.12
3	Lithosol	0.16
4	Grumosol	0.21
5	Hydromof abu-abu	0.20

(Sumber : Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, 2014)

c. Faktor panjang-kemiringan lereng (*LS*)

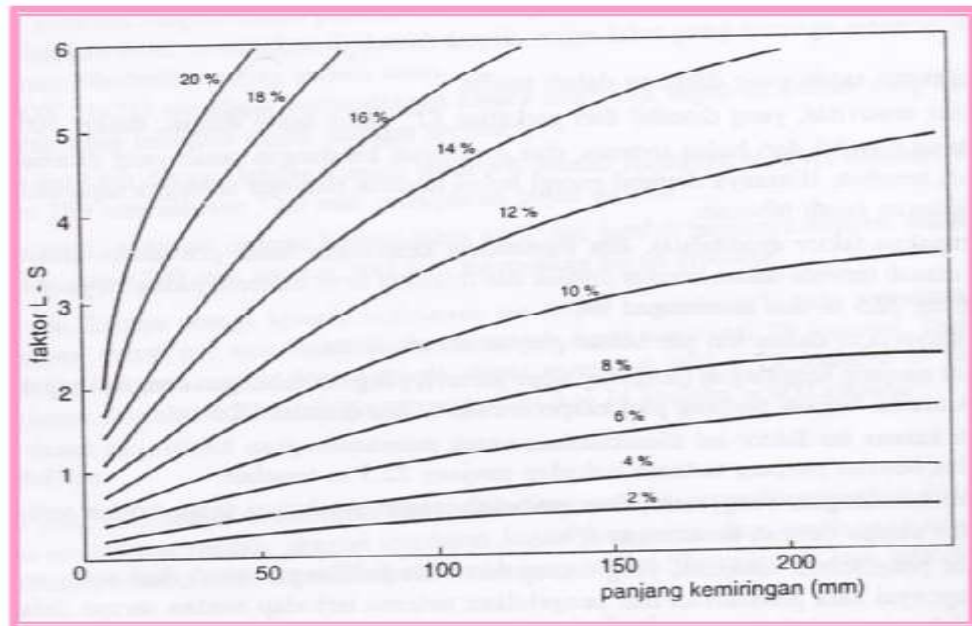
Dalam menentukan faktor panjang dan kemiringan (*LS*) data yang digunakan adalah peta topografi yaitu dengan mengetahui ketinggian tertinggi dan terendah pada suatu wilayah dan kemudian menentukan jarak kedua ketinggian tersebut. Dimana hasil atau faktor *LS* dapat diketahui melalui tabel dibawah ini :

Tabel 3.2 Faktor *LS* berdasarkan Kemiringan Lereng

No	Kemiringan Lereng (%)	Faktor <i>LS</i>
1	0-5	0,25
2	5-15	1,20
3	15-35	4,25
4	35-50	7,50
5	>50	12,00

(Sumber : RLKT (Rehabilitasi Lahan & Konservasi Tanah),Buku II 1986)

Bisa menggunakan diagram untuk memperoleh nilai kombinasi *L S*, dengan nilai $LS = 1$ jika $L = 22,13$ m dan $S = 9\%$.



Gambar 3. 1Diagram untuk memperoleh nilai LS (suripin, dalam Hatas 2015)

Faktor panjang lereng (L) didefinisikan secara matematik sebagai berikut (Schwab et al.,1981) :

$$L = (l/22,1)^m \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana :

L = panjang kemiringan lereng (m)

m = angka eksponen yang dipengaruhi oleh interaksi antara panjang lereng dan kemiringan lereng dan dapat juga oleh karakteristik tanah, tipe vegetasi. Angka eksponen tersebut bervariasi dari 0,3 untuk lereng yang panjang dengan kemiringan lereng kurang dari 0,5 % sampai 0,6 untuk lereng lebih pendek dengan kemiringan lereng lebih dari 10 %. Angka eksponen rata-rata yang umumnya dipakai adalah 0,5.

Faktor kemiringan lereng S didefinisikan secara matematis sebagai berikut (Schwab et al.,1981):

$$S = (0,43 + 0,30s + 0,04s^2) / 6,61 \dots\dots\dots (3.6)$$

Dimana :

s = kemiringan lereng aktual (%)

Seringkali dalam prakiraan erosi menggunakan persamaan *USLE* komponen panjang dan kemiringan lereng (L dan S) diintegrasikan menjadi faktor LS dan dihitung dengan :

$$LS = L^{1/2} (0,00138S^2 + 0,00965S + 0,0138) \dots \dots \dots (3.7)$$

Dimana :

L = panjang lereng (m)

S = kemiringan lereng (%)

Rumus diatas diperoleh dari percobaan dengan menggunakan plot erosi pada lereng 3 - 18 %, sehingga kurang memadai untuk topografi dengan kemiringan lereng yang terjal. Harper (1988) menunjukkan bahwa pada lahan dengan kemiringan lereng lebih besar dari 20 %, pemakaian persamaan 3.7 akan diperoleh hasil yang *overestimate*. Untuk lahan berlereng terjal disarankan untuk menggunakan rumus berikut ini (Foster and Wischmeier, 1973).

$$LS = (l / 22)^m C (\cos \alpha)^{1,50} [0,5(\sin \alpha)^{1,25} + (\sin \alpha)^{2,25}] \dots \dots \dots (3.8)$$

Dimana :

m = 0,5 untuk lereng 5 % atau lebih

= 0,4 untuk lereng 3,5 – 4,9 %

= 0,3 untuk lereng 3,5 %

C = 34,71

α = sudut lereng

l = panjang lereng (m)

d. Faktor tanaman penutup lahan dan manajemen tanaman (C)

Faktor ini menggambarkan nisbah antara besarnya erosi dan lahan yang bertanaman tertentu dan dengan manajemen (pengelolaan) tertentu terhadap besarnya erosi tanah yang tidak ditanami dan diolah bersih. Pada tanah gundul (petak baku) nilai $C = 1,0$. Faktor ini mengukur kombinasi pengaruh tanaman

dan pengelolaannya. Penentuan nilai *C* sangat sulit, dikarenakan banyaknya ragam cara bercocok tanam untuk suatu jenis tanaman tertentu dalam lokasi tertentu. Berhubung berbagai lokasi tersebut memiliki iklim yang berbeda dengan berbagai ragam cara bercocok tanam sehingga penentuan nilai *C* diperlukan banyak data. Besarnya nilai *C* tidak selalu sama dalam waktu satu tahun (Asdak, 2002). Nilai faktor *C* untuk berbagai pengelolaan tanaman disajikan dalam Tabel 3.3

Tabel 3. 3Nilai Faktor C (pengelolaan tanaman)

Jenis tanaman/tata guna lahan	Nilai C
Tanaman rumput (<i>bracharta sp</i>)	0,290
Tanaman kacang jago	0,161
Tanaman gandum	0,242
Tanaman ubi kayu	0,363
Tanaman kedelai	0,399
Tanaman serai wangi	0,434
Tanaman padi lahan kering	0,560
Tanaman padi lahan basah	0,010
Tanaman jagung	0,637
Tanaman jahe, cabe	0,900
Tanaman kentang di tanam searah lereng	1,000
Tanaman kentang di tanam searah kontur	0,350
Pola tanaman tumpeng gilir + mulsa jerami (6ton/ha/th)	0,079
Pola tanam berurutan +mulsa sisa tanam	0,347
Pola tanam berurutan	0,398
Pola tanam gilir + mulsa sisa tanaman	0,357
Kebun campuran	0,200
Lading berpindah	0,400
Tanah kosong di olah	1,000
Tanah kosong tidak di olah	0,950

Hutan tidak terganggu	0,001
Semak tidak terganggu	0,010
Alang-alang permanen	0,020
Alang-alang di bakar	0,700
Sengon di sertai semak	0,012
Sengon tidak di sertai semak dan tanpa seresah	1,000
Pohin tanpa semak	0,320

(Sumber : suripin, dalam Hatas 2015)

e. Faktor konservasi praktis (P)

Nilai faktor tindakan manusia dalam konservasi tanah (P) adalah nisbah antara besarnya erosi dari lahan dengan suatu tindakan konservasi tertentu terhadap besarnya erosi pada lahan tanpa tindakan konservasi. Nilai dasar $P = 1$ yang diberikan untuk lahan tanpa tindakan konservasi.

Beberapa nilai faktor P untuk berbagai tindakan konservasi disajikan pada Tabel 3.4

Tabel 3. 4Nilai Faktor P pada Beberapa Teknik Konservasi Tanah

Teknik Konservasi Tanah	Nilai P
Teras bangku	
a. baik	0,20
b. jelek	0,35
Teras bangku jagung, ubi kayu/kedelai	0,06
Teras bangku sorghum-sorghum	0,02
Teras tradisional	0,40
Teras galud : padi-jagung	0,01
Teras galud: ketela pohon	0,06
Teras galud: jaguing kacang + mulsa sisa tanaman	0,01

Teras galud: kacang kedelai	0,11
Tanaman dalam montur	
a. kemiringan 0-8%	0,50
b. kemiringan 9-20%	0,75
c. kemiringan >20%	0,90
Tanaman dalam jalur-jalur: jaghung-kacang tanah + mulsa mulsa limbah jerami:	0,05
a. 6 ton/ha/tahun	0,30
b. 3ton/ha/tahun	0,50
c. 1ton/ha/tahun	0,80
Tanaman perkebunan:	
a. di sertai penutup tanah rapat	0,10
b. di sertai penutup tanah sedang	0,50
Padang rumput	
a. baik	0,04
b. jelek	0,40

(Sumber : Asdak, 1995)

Jika faktor nilai C dan P digabungkan maka kriteria penggunaan lahan dan besarnya nilai CP dapat dilihat pada tabel 3.5:

Tabel 3.5 Faktor Penggunaan Lahan dan Pengolahan Tanah (CP)

No	Penggunaan Lahan	Faktor CP
1	Pemukiman	0,60
2	Kebun Campuran	0,30
3	Sawah	0,05
4	Tegalan	0,75

5	Perkebunan	0,40
6	Hutan	0,03

(Sumber : RLKT (Rehabilitasi Lahan & Konservasi Tanah)

Dengan menggunakan analisis perhitungan diatas maka kriteria erosi dapat diketahui tingkat bahaya erosi yang terjadi didaerah studi.

Tabel 3.6 Kriteria Erosi

No	Erosi (ton/Ha/th)	Kelas	Kriteria
1	0-20	I. Sangat rendah	Sangat baik
2	20-50	II.Rendah	Baik
3	50-250	III.Sedang	Sedang
4	250-1000	IV.Tinggi	Jelek
5	>1000	V.Sangat tinggi	Sangat jelek

(Sumber : RLKT (Rehabilitasi Lahan & Konservasi Tanah),Buku II 1986)

B. SDR (*Sedimen Delivery Ratio*)

Sediment Delivery Ratio (SDR) didefinisikan sebagai perbandingan jumlah antara sedimen yang betul-betul terbawa oleh aliran sungai/mengendap di dalam waduk terhadap jumlah tanah yang tererosi pada suatu daerah aliran sungai/daerah tangkapan waduk. Nilai SDR mendekati satu berarti bahwa semua tanah yang tererosi masuk kedalam sungai/waduk, hal ini hanya mungkin terjadi pada daerah aliran sungai yang kecil dan tidak mempunyai daerah-daerah yang datar atau yang mempunyai lereng-lereng yang curam, mempunyai kerapatan drainase yang tinggi, dan tanah yang terangkut mempunyai banyak butir-butir halus, atau secara umum dikatakan bahwa daerah tersebut tidak memiliki sifat yang cenderung menghambat pengendapan sedimen di dalam daerah aliran sungainya (sistem konservasi tanah belum ada). Makin luas suatu daerah aliran sungai, ada kecenderungan makin kecil nilai SDR (Suripin, dalam Ridho 2015) :

$$SDR = Y / E_a \dots\dots\dots(3.9)$$

Dengan :

SDR = *Sediment Delivery Ratio*

E_a = Banyaknya tanah tererosi persatuan luas persatuan waktu
(ton/ha/tahun)

Y = hasil sedimen (ton/ha/tahun)

Berikut persamaan yang digunakan untuk menyatakan hubungan karakteristik morfometri DAS dan SDR (*Sediment Delivery Ratio*) berdasarkan formula yang menggunakan parameter luasan dari Daerah Tangkapan Air.

1. . Metode *Bouce*

$$SDR = 0,41 \times A^{-0,3} \dots\dots\dots (3.10)$$

Dengan :

SDR = *Sediment Delivery Ratio*

A = Luas Daerah Tangkapan Air (miles)

2. Metode *Vanoni* (1975)

$$SDR = 0,42 \times A^{-0,125} \dots\dots\dots (3.12)$$

Dengan :

SDR = *Sediment Delivery Ratio*

A = Luas Daerah Tangkapan Air (miles)

3. Metode USDA SCS (1979)

$$SDR = 0,51 \times A^{-0,11} \dots\dots\dots (3.13)$$

Dengan :

SDR = *Sediment Delivery Ratio*

A = Luas Daerah Tangkapan Air (miles)

4. Metode *Renfro* (1975)

$$\log SDR = 1,7935 - 0,14191 \log A \dots\dots\dots (3.14)$$

Dengan :

SDR = *Sediment Delivery Ratio*

A = Luas Daerah Tangkapan Air (km²)

5. Metode *Auerswald* (1992)

$$SDR = -0,02 + 0,385 A^{-0,2} \dots\dots\dots (3.15)$$

Dengan :

SDR = *Sediment Delivery Ratio*

A = Luas Daerah Tangkapan Air (miles)

Untuk melakukan pendekatan dan mengetahui nilai error terhadap hasil sedimen dengan hasil perhitungan sedimen yang menggunakan beberapa metode empiris dilakukan dengan perhitungan nilai *Relative Error* dengan rumus sebagai berikut:

$$Relative\ Error = \frac{\Delta X}{X} \times 100\% \quad (3.14)$$

Dengan :

Δx = selisih antara nilai sejati dan nilai hampiran

x = nilai sejati