

**SKRIPSI**

**ANALISIS EKSPERIMENTAL PENGARUH INTENSITAS  
HUJAN DAN KEMIRINGAN LERENG TERHADAP  
LAJU EROSI TANAH**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**WARDIYANSYAH MASHUDDIN  
D111 19 1046**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI****ANALISIS EKSPERIMENTAL PENGARUH INTENSITAS HUJAN  
DAN KEMIRINGAN LERENG TERHADAP LAJU EROSI TANAH**

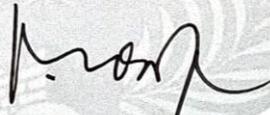
Disusun dan diajukan oleh

**Wardiyansyah Mashuddin**  
**D111 19 1046**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 30 Agustus 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing,



Dr. Eng. Ir. Muhammad Ramli, MT  
NIP. 196807181993091001

Ketua Program Studi,



Dr. Aryanti Virtanti Anas, ST., MT  
NIP. 197010052008012026

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;  
Nama : Wardiyansyah Mashuddin  
NIM : D111191046  
Program Studi : Teknik Pertambangan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Analisis Eksperimental Pengaruh Intensitas Hujan dan Kemiringan Lereng  
Terhadap Laju Erosi Tanah}

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 30 Agustus 2024

Yang Menyatakan



10000  
SEPULUH RIBU RUPIAH  
METERAL  
TEMPEL  
99BD1ALX374805453

Wardiyansyah Mashuddin

## ABSTRAK

**WARDIYANSYAH MASHUDDIN.** *ANALISIS EKSPERIMENTAL PENGARUH INTENSITAS HUJAN DAN KEMIRINGAN LERENG TERHADAP LAJU EROSI TANAH* (dibimbing oleh Dr. Eng. Ir. Muhammad Ramli, M.T.)

Pada kegiatan pertambangan, tidak akan terlepas dari keberadaan tanah disekitar area penambangan. Pada area penambangan biasanya terdapat banyak lereng-lereng yang tanahnya akan terbawa oleh air saat terjadi hujan. Oleh sebab itu penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui bagaimana pengaruh kemiringan lereng dan intensitas hujan pada laju erosi tanah secara eksperimental. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh intensitas hujan terhadap laju erosi tanah, menganalisis pengaruh kemiringan lereng terhadap laju erosi tanah serta membandingkan laju erosi tanah hasil eksperimen dan hasil prediksi menggunakan metode USLE. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental melalui beberapa kegiatan pengujian guna mendapatkan data yang diinginkan. Alat utama yang digunakan pada penelitian adalah *rainfall simulator* serta alat-alat pendukung lainnya. Kegiatan pengujian yang dilakukan yaitu mengatur debit air hujan, mengatur kemiringan lereng, pengukuran kedalaman hujan, dan pengukuran tanah tererosi. Laju erosi tanah pada hasil pengujian dibandingkan dengan laju erosi tanah prediksi metode USLE. Pengatur debit hujan pada alat *rainfall simulator* diatur pada 1,0 L/min; 1,5 L/min; 2,0 L/min, 2,5 L/min dan 3,0 L/min untuk mendapatkan intensitas hujan 30 mm/jam; 45 mm/jam; 60 mm/jam; 75 mm/jam dan 90 mm/jam. Kemiringan lereng yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 1,39%, 2,78%, 4,17%, 5,56%, dan 6,94%. Besar pengaruh intensitas hujan terhadap laju erosi hasil pengujian laboratorium setelah dilakukan uji regresi linear sederhana menggunakan *software* IDM SPSS *Statistic* yaitu sebesar 66,6%. Besar pengaruh kemiringan lereng terhadap laju erosi hasil pengujian laboratorium setelah dilakukan uji regresi linear sederhana menggunakan *software* IDM SPSS *Statistic* yaitu sebesar 28,6%. Perbandingan laju erosi hasil pengujian laboratorium dan prediksi metode USLE dapat disimpulkan bahwa laju erosi hasil pengujian laboratorium jauh lebih tinggi dibandingkan prediksi laju erosi dengan metode USLE.

Kata Kunci: Laju Erosi, *Rainfall Simulator*, USLE.

## **ABSTRACT**

**WARDIYANSYAH MASHUDDIN.** *EXPERIMENTAL ANALYSIS OF THE EFFECT OF RAINFALL INTENSITY AND SLOPES ON THE RATE OF SOIL EROSION (Supervised by Dr. Ing. Ir. Muhammad Ramli, M.T.)*

*In mining activities, it cannot be dissociated from the existence of land around the mining area. In mining areas, there are usually many slopes where soil is washed away when it rains. Therefore, this research aims to experimentally determine the influence of slope steepness and precipitation intensity on the soil erosion rate. This research aims to analyze the effect of rainfall intensity on soil erosion rate, analyze the effect of slope steepness on soil erosion rate, and compare the erosion rate soils from experimental results and prediction results using the USLE method. This research was carried out experimentally so that several testing activities were carried out to obtain the desired data. The main tools used in the research are precipitation simulators and other supporting tools. The testing activities carried out included regulating rainwater flow, adjusting slope, measuring rain depth and measuring eroded soil. The soil erosion rate results in the test results compared to the soil erosion rate predicted by USLE. The rain flow control on the rain simulator was set to 1.0 L/min; 1.5L/min; 2.0 L/min, 2.5 L/min and 3.0 L/min to achieve rain intensity of 30 mm/hour; 45mm/hour; 60mm/h; 75 mm/hour and 90 mm/hour. The magnitude of the influence of rainfall intensity on the erosion rate resulting from laboratory tests after carrying out a simple linear regression test using the IDM SPSS Statistics software is 66.6%. The magnitude of influence of slope steepness on erosion rate resulting from laboratory tests after performing a simple linear regression test using IDM SPSS Statistics software is 28.6%. Comparing the erosion rate of laboratory tests with the predictions of the USLE method, it can be concluded that the erosion rate of laboratory tests is much higher than the erosion rate predicted by the USLE method.*

*Keywords: Erosion Rate, Rainfall Simulator, USLE.*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
KATA PENGANTAR .....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan.....	2
1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan.....	2
1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Erosi.....	4
2.2 Faktor Erosivitas Hujan.....	11
2.3 Faktor erodibilitas tanah (K).....	14
2.4 Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS).....	19
2.5 Faktor penggunaan lahan (C dan P).....	23
2.6 Laju Erosi yang Diperbolehkan.....	29
2.7 Metode Prediksi USLE.....	31
BAB III METODE PENELITIAN.....	34
3.1 Gambaran Umum Penelitian.....	34
3.2 Pengumpulan Data.....	34
3.3 Analisis Data.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	43
4.1 Analisis Jenis Tanah.....	43
4.2 Analisis Intensitas Hujan.....	44
4.3 Analisis Energi Kinetik Hujan.....	45
4.4 Analisis Nilai Erosivitas Hujan.....	46
4.5 Analisis Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng.....	46
4.6 Analisis Laju Erosi.....	47
BAB V KESIMPULAN .....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA .....	56
LAMPIRAN.....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Proses terjadinya erosi (Nugroho, 2021).....	5
Gambar 2. Erosi Percik (Nugroho, 2021). ....	7
Gambar 3. Erosi Lembar (Nugroho, 2021). ....	8
Gambar 4. Erosi Alur (Nugroho, 2021). ....	8
Gambar 5. Erosi Parit (Nugroho, 2021).....	9
Gambar 6. Erosi Tebing Sungai (Nugroho, 2021). ....	10
Gambar 7. Grafik nomogram faktor LS (Wischmeier dan Smith, 1978).....	22
Gambar 8. Teras Datar (Priyono, 2002).....	24
Gambar 9. Teras Gulud (Priyono, 2002).....	25
Gambar 10. Teras Bangku (Priyono, 2002) .....	25
Gambar 11. Sengkedan (Gatot Irianto, 2007). ....	26
Gambar 12. Embung (Gatot Irianto, 2007). ....	26
Gambar 13. Pengatur debit air hujan pada alat .....	35
Gambar 14. Pengukuran kedalaman hujan.....	36
Gambar 15. Mengatur kemiringan lereng. ....	36
Gambar 16. A. Proses pengujian dengan alat <i>rainfall simulator</i> ; B. Proses penimbangan tanah tererosi.....	37
Gambar 17. Bagan alir penelitian.....	42
Gambar 18. A. Sampel tanah andosol penelitian; B. Contoh tanah andosol (Sukarman, 2014). ....	43
Gambar 19. Grafik pengaruh intensitas hujan dan kemiringan lereng terhadap laju erosi dengan pengujian laboratorium. ....	50
Gambar 20. Grafik pengaruh intensitas hujan dan kemiringan lereng terhadap laju erosi dengan perhitungan USLE. ....	52
Gambar 21. Grafik perbandingan laju erosi hasil percobaan laboratorium dan hasil prediksi USLE pada intensitas hujan 30 mm/jam.....	52
Gambar 22. Grafik perbandingan laju erosi hasil percobaan laboratorium dan hasil prediksi USLE pada intensitas hujan 45 mm/jam.....	53
Gambar 23. Grafik perbandingan laju erosi hasil percobaan laboratorium dan hasil prediksi USLE pada intensitas hujan 60 mm/jam.....	53
Gambar 24. Grafik perbandingan laju erosi hasil percobaan laboratorium dan hasil prediksi USLE pada intensitas hujan 75 mm/jam.....	54
Gambar 25. Grafik perbandingan laju erosi hasil percobaan laboratorium dan hasil prediksi USLE pada intensitas hujan 90 mm/jam.....	54

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Klasifikasi ancaman erosi. ....	11
Tabel 2. Klasifikasi intensitas hujan. ....	14
Tabel 3. Klasifikasi nilai faktor erodibilitas. ....	18
Tabel 4. Jenis tanah dan nilai K faktor erodibilitas. ....	19
Tabel 5. Klasifikasi nilai faktor LS. ....	22
Tabel 6. Nilai C faktor vegetasi penutup lahan. ....	28
Tabel 7. Nilai P faktor tindakan konservasi lahan. ....	28
Tabel 8. Nilai laju erosi yang diperbolehkan. ....	30
Tabel 9. Nilai intensitas hujan. ....	45
Tabel 10. Nilai energi kinetik hujan. ....	45
Tabel 11. Nilai faktor erosivitas hujan. ....	46
Tabel 12. Nilai faktor LS. ....	47
Tabel 13. Laju erosi tanah hasil pengujian laboratorium. ....	48
Tabel 14. Laju erosi tanah hasil perhitungan USLE. ....	51

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran A. Data Kedalaman Butiran Hujan.....	60
Lampiran B. Hasil Uji Regresi Linear Sederhana.....	64

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat-Nya yang melimpah sehingga laporan penelitian tugas akhir “Analisis Eksperimental Pengaruh Intensitas Hujan dan Tingkat Kemiringan Berbeda Terhadap Laju Erosi Tanah” dapat dilalui dengan lancar sebagaimana mestinya. Penyusunan laporan tugas akhir ini dibuat sebagai keluaran dari kegiatan penelitian tugas akhir.

Penulis sampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi untuk kelancaran kegiatan penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin yang telah memberi ruang kepada penulis untuk belajar dan berdinamika sebagai mahasiswa. Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Dr. Eng. Ir. Muhammad Ramli, M. T., dan Bapak Asta Arjunoarwan S.T., M.T., selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, serta bersedia memberikan ilmu dan saran untuk penulis serta seluruh dosen dan staf Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Penulis berterimakasih kepada teman-teman teknik pertambangan angkatan 2019 yang telah memberikan saran, dukungan, masukan serta banyak pengalaman selama penulis berkuliah. Terima kasih juga penulis ditujukan kepada salah satu alumnus Universitas Hasanuddin yang bernama A. Rezky Ananda Putri yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada ibunda, Siana dan keluarga serta saudara-saudara tersayang yang selalu memberikan dukungan, motivasi, serta semangat untuk penulis dalam menyelesaikan studinya. Kebanggaan yang sangat besarnya penulis tujukan terhadap diri sendiri sebab telah melewati banyak proses yang tidak mudah selama menyelesaikan studi di Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Laporan tugas akhir ini disusun untuk memaparkan hasil mengenai penelitian yang dilakukan penulis. Laporan tugas akhir ini disusun secara jujur sebagaimana adanya. Penulis menyadari terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan pada saat penulisan laporan kegiatan kerja praktik ini. Akhir kata,

semoga kegiatan penelitian tugas akhir ini dapat menjadi manfaat kepada semua pihak yang terlibat terutama penulis sendiri, serta semoga laporan ini dapat menyediakan informasi dan membawa manfaat bagi semua pihak.

Gowa, Agustus 2024

Wardiyansyah Mashuddin

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pertambangan merupakan sebuah aktivitas penggalian, pembongkaran, serta pengangkutan suatu endapan mineral berharga yang terkandung dalam suatu area berdasarkan beberapa tahapan kegiatan secara efektif dan ekonomis, dengan menggunakan peralatan mekanis serta beberapa peralatan sesuai dengan perkembangan teknologi saat ini. Selama kurun waktu 50 tahun, konsep dasar pertambangan relatif tidak berubah, yang berubah adalah skala kegiatannya. Mekanisasi peralatan pertambangan telah menyebabkan skala pertambangan semakin besar.

Industri pertambangan adalah salah satu industri yang padat modal, teknologi dan beresiko tinggi. Resiko kerusakan lingkungan adalah masalah yang harus dipertimbangkan semaksimal mungkin pada saat perencanaan proyek maupun saat operasional dan pasca kegiatan penambangan. Salah satu aspek lingkungan yang rentan adalah penurunan kualitas tanah akibat dari erosi air yang ditimbulkan oleh kegiatan-kegiatan selama proyek pertambangan berlangsung.

Erosi merupakan kejadian atau peristiwa hilang dan terbawanya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat menuju ke tempat lain oleh media berupa alam. Erosi terjadi karena adanya proses berurutan, yaitu pelepasan (*detachment*), pengangkutan(*transportation*) permukaan tanah terutama permukaan air tanah, dan pengendapan (*deposition*) bahan-bahan tanah oleh erosi. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian tanah terkikis dan terangkut, kemudian diendapkan di tempat lain. Proses erosi dapat menyebabkan menurunnya produktivitas dan kesuburan tanah, mengurangi daya dukung tanah terhadap produksi pertanian, serta menurunkan kualitas kehidupan (Lesmana, 2020).

Erosi secara umum terjadi akibat dari beberapa faktor, yakni iklim, karakteristik tanah, vegetasi penutup lahan, dan tata guna lahan. Penyebab utama terjadinya erosi antara lain penggunaan lahan yang tidak tepat dan curah hujan yang tinggi. Erosi permukaan dapat terjadi sebagai akibat dari aliran air dan sudut kemiringan yang merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi erosi air.

Lereng yang lebih curam akan menyebabkan erosi yang lebih besar akibat dari air limpasan yang lebih tinggi dan kecepatan aliran yang lebih cepat (Nigam et al, 2017).

Jika tanah tertimpa hujan, maka akan terjadi percikan yang menjadikan sebagian permukaan tanah menjadi lumpur. Lumpur akan terbawa oleh aliran permukaan sebagai erosi, sebagian lagi meresap kedalam tanah. Butiran yang terbawa kedalam tanah akan menyumbat pori tanah sehingga laju infiltrasi makin lama makin lambat yang berakibat semakin membesarnya aliran permukaan (Alie,2015).

Pada kegiatan pertambangan, tidak akan terlepas dari keberadaan tanah disekitar area penambangan. Pada area penambangan biasanya terdapat banyak lereng-lereng yang tanahnya akan terbawa oleh air saat terjadi hujan. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui bagaimana pengaruh kemiringan lereng dan intensitas hujan pada laju erosi tanah secara eksperimental.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari kegiatan penelitian ini adalah untuk melihat bagaimana pengaruh berbagai tingkat kemiringan lereng dan intensitas hujan terhadap erosi tanah. Selain itu, bagaimana perbandingan laju kehilangan tanah hasil pengujian eksperimen dan hasil prediksi laju erosi menggunakan Metode USLE

## **1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis pengaruh intensitas hujan terhadap laju erosi tanah.
2. Menganalisis pengaruh kemiringan lereng terhadap laju erosi tanah.
3. Membandingkan hasil kehilangan tanah pada eksperimen dan hasil prediksi laju erosi menggunakan Metode USLE.

## **1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan**

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi saat menghitung laju erosi tanah yang diakibatkan oleh kemiringan lereng dan intensitas hujan serta sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan perlakuan terhadap tanah sebagai upaya pengendalian erosi.

## **1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besar pengaruh intensitas hujan dan kemiringan lereng terhadap laju erosi secara eksperimental serta membandingkan laju erosi hasil pengujian laboratorium dengan laju erosi secara teori yakni dengan prediksi Metode USLE. Penelitian ini dilakukan di Workshop Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penelitian ini menggunakan alat *rainfall simulator* dengan variasi debit air hujan pada yaitu 1,0 L/min, 1,5 L/min, 2,0 L/min, 2,5 L/min dan 3,0 L/min yang akan diubah sebagai intensitas hujan serta variasi kemiringan lereng yaitu 1,39%, 2,78%, 4,17%, 5,56% dan 6,94%.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Erosi**

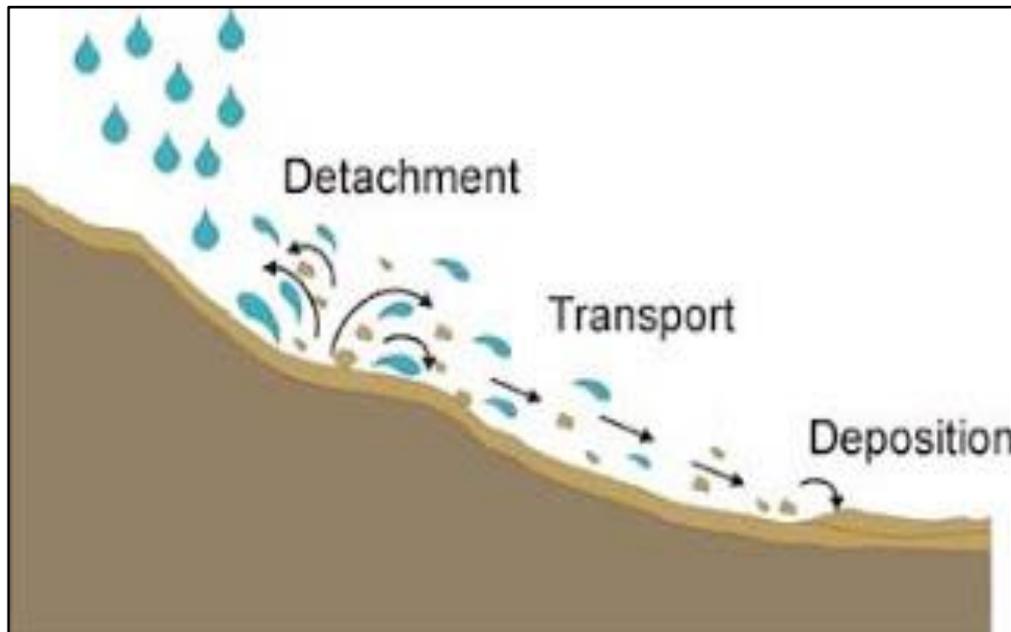
Tanah merupakan suatu sistem dinamis yang kompleks dan mengalami perubahan-perubahan dari segi fisik, kimia, dan biologi. Perubahan yang terjadi dipengaruhi oleh iklim dan aktifitas manusia. Kerusakan tubuh tanah yang diakibatkan berlangsungnya perubahan-perubahan yang berlebihan, misalnya kerusakan dengan lenyapnya lapisan olah tanah, peristiwa ini dikenal dengan erosi. Kata erosi berasal dari kata *erodere* (latin) yang berarti: pengundulan atau pelenyapan. Erosi berlangsung secara alamiah (normal atau *geological erosion*) yang kemudian berlangsungnya itu dipercepat oleh beberapa tindakan atau perlakuan manusia terhadap tanah dan tanaman yang tumbuh di atasnya (*accelated erosion*).

Erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian bagian tanah terkikis dan terangkut, kemudian diendapkan di tempat lain. Pengikisan, pengangkutan dan pemindahan tanah tersebut dilakukan oleh media alami yaitu air dan angin (Arsyad, 2010).

Proses erosi terjadi melalui penghancuran, pengangkutan, dan pengendapan (Meyer et al. 1991; Utomo 1989; dan Foth 1978). Terdapat dua penyebab utama yang aktif dalam proses ini yakni angin dan air. Pada daerah iklim tropik basah seperti Indonesia, air merupakan penyebab utama terjadinya erosi, sedangkan angin tidak mempunyai pengaruh berarti (Arsyad 2010). Beasley (1972) dan Hudson (1976) berpendapat, bahwa erosi adalah proses kerja fisik yang keseluruhan prosesnya menggunakan energi. Energi ini digunakan untuk menghancurkan agregat tanah (*detachment*), memercikkan partikel tanah (*splash*), menyebabkan gelombang (*turbulence*) pada limpasan permukaan, serta menghanyutkan partikel tanah.

Erosi tanah (*soil erosion*) terjadi melalui dua proses yakni proses penghancuran partikel-partikel tanah (*detachment*) dan proses pengangkutan (*transport*) partikel-partikel tanah yang sudah dihancurkan seperti pada Gambar 1. Kedua proses ini terjadi akibat hujan (*rain*) dan aliran permukaan (*runoff*) yang dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain curah hujan (intensitas, diameter, lama

dan jumlah hujan), sifat fisik tanah, penutupan lahan (*land cover*), kemiringan lereng, panjang lereng dan sebagainya (Wischmeier, 1978). Faktor-faktor tersebut satu sama lain bekerja secara simultan mempengaruhi erosi (Banuwa, 2008).



Gambar 1. Proses terjadinya erosi (Nugroho, 2015).

Selanjutnya, Banuwa (2008) menyatakan bahwa kehilangan tanah hanya akan terjadi jika kedua proses tersebut di atas berjalan. Tanpa proses penghancuran partikel-partikel tanah, maka erosi tidak akan terjadi, tanpa proses pengangkutan, maka erosi akan sangat terbatas sehingga erosi akan terjadi jika kedua proses di atas terpenuhi. Kedua proses tersebut di atas dibedakan menjadi empat sub proses terjadinya erosi, yakni:

1. Penghancuran oleh curah hujan;
2. Pengangkutan oleh curah hujan;
3. Penghancuran (*scour*) oleh aliran permukaan; dan
4. Pengangkutan oleh aliran permukaan.

Jika butir hujan mencapai permukaan tanah, maka partikel-partikel tanah dengan berbagai ukuran akan terpercik (*splashed*) ke segala arah, menyebabkan terjadinya penghancuran dan pengangkutan partikel-partikel tanah. Jika aliran permukaan tidak terjadi (seluruh curah hujan terinfiltrasi), maka seluruh partikel-partikel yang terpercik akibat curah hujan akan terdeposisi di permukaan tanah. Selanjutnya, jika aliran permukaan terjadi, maka partikel-partikel yang terdeposisi tersebut akan diangkut ke lereng bagian bawah atau bagian yang lebih rendah.

Hujan dengan *drop size* (ukuran butir-butir hujan) dengan energi kinetik dan massanya akan memukul agregat tanah sehingga hancur menjadi partikel-partikel tanah dan dengan mudah akan dibawa oleh limpasan hujan ke tempat-tempat yang lebih rendah (*sedimentation*). Besar dan kecepatan limpasan hujan sangat tergantung dari kemiringan tanah dan kapasitas infiltrasi (Nurpilihan, 2011).

Manik (2003) menyatakan bahwa erosi merupakan proses penghancuran, pengikisan dan pengangkutan butir-butir tanah atau bagian-bagian tanah dari satu tempat ke tempat lain oleh air atau angin. Kehilangan tanah ditempat erosi terjadi adalah sebanyak tanah yang terangkut dari tempat itu. Pada daerah yang beriklim basah seperti di Indonesia, erosi terutama disebabkan oleh air yang merupakan hasil kerja dispersi butir-butir hujan dengan aliran permukaan. Laju erosi (E) dipengaruhi oleh faktor iklim (i), lereng atau topografi (r), jenis dan tipe vegetasi (v), tanah (t), serta manusia (m), yang dirumuskan sebagai berikut:  $E = f(i.r.v.t.m)$ . .....(1)

Selanjutnya Manik (2003) menyatakan bahwa dari faktor-faktor yang mempengaruhi laju erosi tersebut, faktor yang dapat diubah manusia adalah jenis dan jenis vegetasi (tumbuhan), sebagian dari sifat tanah (kesuburan tanah, ketahanan agregat, dan kapasitas infiltrasi), serta panjang lereng. Faktor yang tidak dapat atau sulit diubah manusia adalah iklim, tipe tanah, dan kecuraman lereng. Erosi tanah memberikan dampak di dua tempat, yaitu di tempat terjadinya erosi (*internal*) dan di luar terjadinya erosi (*external*). Dampak internal berupa penurunan kesuburan dan produktivitas lahan, sedangkan dampak eksternal adalah terjadinya pencemaran perairan dan sedimentasi, yang menyebabkan pendangkalan sungai, waduk, danau atau pantai.

Erosi permukaan dapat terjadi sebagai akibat dari aliran air dan sudut kemiringan yang merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi erosi air. Oleh karena itu, lereng yang lebih curam menyebabkan erosi yang lebih besar sebagai akibat dari air limpasan yang lebih tinggi dan kecepatan aliran yang lebih cepat (Nigam et al, 2017). Erosi tanah akibat air yang umumnya dijumpai di daerah tropis diklasifikasikan menjadi beberapa jenis sebagai berikut (Yellishetty *et al*, 2013).

1. Erosi percikan (*splash erosion*)

Proses terkikisnya partikel-partikel tanah yang disebabkan oleh tenaga kinetik air hujan bebas atau sebagai air lolos. Tenaga kinetik tersebut

ditentukan oleh dua hal, yaitu massa dan kecepatan jatuhnya air. Tenaga kinetik bertambah besar tergantung dari diameter air hujan serta jarak antara ujung daun penetes (*driplets*) dan permukaan tanah. Air lolos dari vegetasi dengan ujung penetes lebar memberikan kecepatan air lolos sampai ke permukaan tanah. Tanah berlereng menyebabkan kikisan tanah lebih banyak ke arah tempat yang lebih rendah. Hal ini karena sudut datang energi kinetik air hujan akan mendorong partikel tanah tersebut ke tempat yang lebih rendah (Asdak, 2014). Contoh erosi percik dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Erosi Percik (Nugroho, 2021).

## 2. Erosi lapisan (*sheet erosion*)

Erosi lapisan atau lempeng merupakan erosi yang terjadi ketika lapisan tipis permukaan tanah di daerah berlereng terkikis oleh kombinasi air hujan dan air limpasan (*run off*). Jenis erosi ini disebabkan oleh kombinasi air hujan dan air larian yang mengalir ke tempat yang lebih rendah. Erosi ini terjadi karena aliran permukaan terkonsentrasi menjadi aliran-aliran kecil seperti alur. Aliran tersebut membentuk alur-alur kecil dengan kedalaman beberapa cm. Erosi akan bertambah seiring dengan meningkatnya *run off*, kecuraman, dan panjang lereng. Berdasarkan sumber tenaga penyebab erosi lempeng, tenaga kinetis air hujan lebih penting karena kecepatan air jatuhnya lebih besar, yaitu antara 0,3 – 0,6 m/dt (Schwab *et. al*, 1981). Contoh erosi lapisan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Erosi Lembar (Nugroho, 2015).

3. Erosi alur (*rill erosion*)

Pengelupasan yang diikuti dengan pengangkutan partikel-partikel tanah oleh aliran air larian yang terkonsentrasi di dalam saluran-saluran air. Ketika air aliran masuk ke dalam cekungan pembukaan terjadi tanah, kecepatan larian meningkat, dan terjadi *transport* sedimen. Jenis Erosi ini umumnya dijumpai pada lahan-lahan garapan dan dibedakan dari erosi parit dalam hal erosi alur yang dapat diatasi dengan cara pengerjaan atau pencangkulan tanah. Erosi alur seperti pada Gambar 4, terbentuk oleh tanah yang kehilangan daya ikat partikel tanah sejalan dengan meningkatnya kelembaban tanah di tempat tersebut. Kelembaban tanah yang berlebihan pada gilirannya akan menyebabkan tanah longsor. Bersamaan dengan longsornya tanah, kecepatan air aliran meningkat dan terkonsentrasi di tempat tersebut (Rose, 1988).



Gambar 4. Erosi Alur (Nugroho, 2015).

#### 4. Erosi parit (*gully erosion*)

Erosi parit sama dengan erosi alur, tetapi alur yang dibentuk sudah demikian besar, sehingga tidak dapat dihilangkan dengan pengolahan tanah biasa. Biasanya erosi parit yang baru terbentuk berukuran sekitar 40 cm lebarnya dengan kedalaman sekitar 30 cm. Proses pembentukan erosi parit pada kondisi tertentu yaitu perubahan-perubahan geologis atau karena pengaruh aktivitas manusia. Proses pembentukan erosi parit tidak pernah sampai pada tahap akhir. Secara umum, erosi dapat terjadi pada waktu yang berbeda-beda (Asdak, 2014). Contoh erosi parit dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Erosi Parit (Nugroho, 2015).

#### 5. Erosi tebing sungai (*streambank erosion*)

Pengikisan tanah pada tebing-tebing sungai dan penggerusan dasar sungai oleh aliran air sungai. Dua proses berlangsungnya erosi tebing sungai oleh adanya gerusan aliran sungai dan adanya longsor tanah pada tebing sungai. Semakin cepat laju aliran sungai, semakin besar kemungkinan terjadinya erosi tebing. Erosi Tebing Sungai merupakan proses terbawanya partikel partikel tanah ke bawah lewat celah atau pori pori dikarenakan menurunnya kapasitas infiltrasi. Erosi tebing sungai dalam bentuk gerusan cepat berubah menjadi tanah longsor ketika permukaan sungai surut sementara pada saat bersamaan tanah tebing sungai telah jenuh. Proses erosi tebing sungai juga

ditentukan oleh keadaan kelembapan tanah di tebing sungai menjelang terjadinya erosi (Hooke, 1979). Contoh erosi tebing sungai dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Erosi Tebing Sungai (Nugroho, 2015).

Erosi tanah adalah kejadian pengikisan lapisan tanah (umumnya yang terletak di permukaan lahan) oleh biang erosi (air hujan) yang melibatkan dua proses berurutan yang terpisah, yaitu pemecahan tanah yang diikuti oleh pengangkutan bahan-bahan tanah terpecah dan pengendapannya (Purwowidodo, 1999). Tahapan erosi tanah meliputi benturan butir-butir hujan dengan tanah, percikan tanah oleh butiran hujan ke segala arah, penghancuran bongkahan tanah oleh butiran hujan, pemadatan tanah, penggenangan air di permukaan, pelimpasan air karena adanya penggenangan dan kemiringan lahan, dan pengangkutan partikel terpercik dan/atau masa tanah yang terdispersi oleh air limpasan. Hujan akan menimbulkan erosi jika intensitasnya cukup tinggi dan jatuhnya dalam waktu yang cukup lama. Ukuran-ukuran butir hujan juga sangat berperan dalam menentukan terjadinya erosi tanah karena energi kinetik merupakan penyebab utama dalam penghancuran agregat-agregat tanah. Faktor-faktor yang mempengaruhi erosi tanah meliputi hujan, angin, limpasan permukaan, jenis tanah, kemiringan lereng, penutupan tanah baik oleh vegetasi atau lainnya, dan ada atau tidaknya tindakan konservasi (Rahim 2003).

Erosi *internal* adalah terangkutnya butir-butir tanah primer ke bawah dan masuk ke dalam celah celah atau pori-pori tanah sehingga tanah menjadi kedap air dan udara. Erosi ini tidak menyebabkan kerusakan yang berarti, karena bagian-

bagian tanah tidak hilang atau pindah ke tempat lain. Akibat dari erosi ini adalah menurunnya kapasitas infiltrasi tanah secara cepat sehingga meningkatkan aliran permukaan yang akan menyebabkan terjadinya erosi lembar atau erosi alur (Susanto, 1992).

Pemerintah dari *United States Department of Agriculture* telah menetapkan klasifikasi bahaya erosi berdasarkan laju erosi yang dihasilkan dalam satuan ton/ha/tahun. Nilai ancaman erosi yang digunakan untuk klasifikasi hasil dari perhitungan erosi yang mengacu pada ketentuan yang dipublikasikan oleh *United States Department of Agriculture* seperti pada Tabel 1 (Huda dkk, 2020).

Tabel 1. Klasifikasi ancaman erosi.

<b>Kelas Ancaman Erosi</b>	<b>Laju Erosi (ha/ton/thn)</b>	<b>Keterangan</b>
1	<15	Sangat Ringan
2	15-60	Ringan
3	60-180	Sedang
4	180-480	Berat
5	>480	Sangat Berat

Sumber: Meyer and Harmon (1984)

## 2.2 Faktor Erosivitas Hujan

Hujan merupakan faktor iklim utama dan paling menentukan terhadap aliran permukaan (air limpasan) dan sedimen yang terjadi. Selama terjadi hujan, jumlah hujan merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap jumlah air limpasan sedangkan distribusi hujan menentukan luasan erosi. Jumlah, intensitas dan distribusi hujan menentukan kekuatan dispersi hujan terhadap tanah. Bila tanah sudah jenuh air, sedangkan hujan masih terus berlangsung maka air hujan akan mengalir sebagai air limpasan. Jumlah dan kecepatan air limpasan sangat menentukan tingkat kerusakan tanah akibat erosi. Faktor hujan dinyatakan juga sebagai faktor (indeks) erosivitas hujan.

Pada daerah tropis faktor iklim yang paling besar pengaruhnya terhadap laju erosi adalah hujan. Jumlah dan intensitas hujan di Indonesia umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan negara beriklim sedang. Besarnya curah hujan menentukan kekuatan dispersi, daya pengangkutan dan kerusakan terhadap tanah. Intensitas dan besarnya curah hujan menentukan kekuatan dispersi terhadap tanah. Jumlah curah

hujan rata-rata yang tinggi tidak menyebabkan erosi jika intensitasnya rendah, demikian pula intensitas hujan yang tinggi tidak akan menyebabkan erosi bila terjadi dalam waktu yang singkat karena tidak tersedianya air dalam jumlah besar untuk menghanyutkan tanah. Sebaliknya jika jumlah dan intensitasnya tinggi akan mengakibatkan erosi yang besar (Baver, 1959).

Proses erosi oleh air merupakan kombinasi dua sub-proses yaitu penghancuran struktur tanah menjadi butir-butir hujan yang menimpa tanah dan perendaman oleh air yang tergenang di permukaan tanah yang mengakibatkan terdispersi karena diikuti pengangkutan butir-butir tanah oleh air yang mengalir di permukaan tanah. Air hujan yang jatuh menimpa tanah terbuka akan menyebabkan tanah terdispersi. Intensitas air hujan ketika melebihi kapasitas infiltrasi tanah akan mengalir di atas permukaan tanah. Jumlah air yang mengalir di permukaan tanah akan semakin besar dengan semakin curam dan panjangnya lereng permukaan tanah. Tumbuhan yang hidup di atas permukaan tanah dapat memperbaiki kemampuan tanah untuk menyerap air dan memperkecil kekuatan perusak butir-butir hujan yang jatuh dan daya dispersi serta daya angkut aliran permukaan yang dapat mengurangi laju erosi (Mihi *et al.*, 2020).

Pengaruh iklim terhadap erosi dapat bersifat langsung atau tidak langsung. Pengaruh langsung adalah melalui tenaga kinetik air hujan. Terutama intensitas dan diameter butiran air hujan. Hujan yang bersifat intensif dan berlangsung dalam waktu pendek, menghasilkan erosi lebih besar dari pada hujan dengan intensitas lebih kecil dengan waktu yang berlangsung lebih lama. Pengaruh iklim tidak langsung ditentukan melalui pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman atau vegetasi (Arsyad, 2006).

Energi kinetik hujan merupakan faktor utama dalam erosi akibat air hujan. Energi kinetik hujan adalah nilai energi total yang terjadi akibat transformasi jatuh butiran hujan menjadi energi mekanik yang memberikan nilai pada suatu intensitas tertentu dan merupakan estimasi dari distribusi ukuran butir hujan intensitas tersebut. Energi kinetik hujan menyebabkan hancurnya agregat permukaan tanah hingga mempermudah pengangkutan bila terjadi aliran permukaan. Hudson (1985) pada penelitiannya menyatakan bahwa energi kinetik dapat dihitung menggunakan rumus dasar:

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 \quad \text{.....(2)}$$

dimana,

- $E_k$  = energi kinetik hujan  
 $m$  = massa butiran hujan (kg)  
 $v$  = kecepatan butiran hujan (m/detik)

Menurut Hudson, energi kinetik juga dapat dihitung menggunakan rumus:

$$E_k = 11,87 + 8,73 \log I \quad \text{.....(3)}$$

dimana,

- $E_k$  = energi kinetik hujan (*joule/m<sup>2</sup>/mm*)  
 $I$  = intensitas hujan (mm/jam)

Jumlah, intensitas dan distribusi hujan menentukan kekuatan dispersi hujan terhadap tanah. Bila tanah sudah jenuh air, sedangkan hujan masih terus berlangsung maka air hujan akan mengalir sebagai air limpasan. Jumlah dan kecepatan air limpasan sangat menentukan tingkat kerusakan tanah akibat erosi. Faktor hujan dinyatakan juga sebagai faktor (indeks) erosivitas hujan.

Indeks daya erosi (erosivitas) curah hujan (R) merupakan rata-rata daya erosi curah hujan. Menurut Suresh (1997) nilai R dapat dinyatakan sebagaimana berikut:

$$R = E_k \times h_{\text{total}} \quad \text{.....(4)}$$

dimana,

- $R$  = indeks erosivitas hujan (*joule/m<sup>2</sup>*)  
 $E_k$  = energi kinetik hujan (*joule/m<sup>2</sup>/mm*)  
 $h_{\text{total}}$  = kedalaman hujan total (mm)

Persamaan USLE menetapkan bahwa nilai R yang merupakan daya perusak hujan (erosivitas hujan) bulanan atau tahunan dapat dihitung dari data curah hujan yang didapat dari stasiun curah hujan. Cara menentukan besarnya indeks erosivitas hujan dapat menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Lenvain sebagai berikut (A'yunin, 2008):

$$R = 2,21P^{1,36} \quad \text{..... (5)}$$

dimana,

- $R$  = indeks erosivitas hujan,  
 $P$  = curah hujan bulanan (cm).

Jumlah curah hujan yang tinggi mungkin tidak menyebabkan erosi, jika intensitasnya rendah. Demikian pula suatu hujan yang intensitasnya tinggi, tetapi terjadi dalam waktu singkat, mungkin tidak akan menimbulkan erosi karena tidak cukup air untuk mengangkut tanah. Sebaliknya jika jumlah dan intensitasnya tinggi akan mengakibatkan erosi.

Hudson (Dalam Arsyad, 2006) menemukan dalam penelitiannya di Rhodesia bahwa terdapat batas intensitas hujan tertentu yang menimbulkan erosi, yaitu kira-kira 25 mm/jam. Hal ini disebabkan pada intensitas hujan yang kurang dari 25 mm/jam jumlah tanah terpecik sedikit dan sering sekali tidak menimbulkan air limpasan yang mengangkut partikel-partikel tanah, sehingga erosi tidak terjadi. Atas dasar ini, jumlah energi kinetik dari intensitas hujan setiap periode yang nilainya lebih besar dari 25 mm/jam atau *inch*/jam dapat digunakan sebagai indeks erosivitas hujan.

Klasifikasi curah hujan menurut (Arsyad, 2006) ditunjukkan dalam tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Klasifikasi intensitas hujan.

<b>Intensitas hujan (mm/jam)</b>	<b>Klasifikasi</b>
0 – 5	Sangat rendah
5 – 10	Rendah
11 – 25	Sedang
26 – 50	Agak tinggi
51 – 75	Tinggi
>75	Sangat tinggi

Sumber : Arsyad (2006).

### **2.3 Faktor erodibilitas tanah (K)**

Faktor terpenting yang mempengaruhi kepekaan erosi tanah adalah sifat fisik tanah. Dua sifat fisik tanah yang sangat mempengaruhi besarnya erosi dan air limpasan ialah kapasitas infiltrasi dan daya tahan tanah terhadap dispersi (Utomo, 1989). Sifat fisik tanah yang menentukan kapasitas infiltrasi adalah struktur, tekstur dan kandungan air tanah. Kapasitas infiltrasi ditentukan oleh kemantapan agregat tanah dan ketahanan terhadap kekuatan geser air. Tanah-tanah yang agregatnya mantap bisa mempertahankan porositasnya sehingga kapasitas infiltrasi tetap tinggi. Daya tahan

tanah terhadap dispersi merupakan sifat tanah yang sangat menghambat jumlah erosi. Daya tahan ini sangat dipengaruhi oleh ukuran agregat dan kemantapan agregat tanah. Pengaruh kemantapan agregat terhadap erodibilitas tanah, yaitu:

1. Dalam hal kemudahan terlepasnya butir tanah dari agregat, butir/partikel yang kecil lebih mudah diangkut oleh air dari pada butir yang besar. Sehingga apabila agregatnya tahan terhadap gaya perusak, maka erosi yang terjadi secara nisbi kecil.
2. Dalam hal pencucian partikel lempung dan debu yang kemudian menempati pori kasar, sehingga menyebabkan penurunan kapasitas infiltrasi.

Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap erosi adalah jenis tanah yang mana setiap jenis tanah memiliki nilai erodibilitas yang berbeda-beda. Perbedaan nilai erodibilitas dipengaruhi oleh tekstur, struktur, permeabilitas dan kandungan bahan organik tanah, faktor-faktor tersebut dapat menentukan kepekaan suatu tanah terhadap peristiwa erosi. Ketahanan tanah terhadap dispersi ditentukan oleh bahan perekatnya, yaitu bahan organik, koloid lempung, kation-kation besi dan aluminium. Sebagai bahan pengikat, bahan organik berperan dalam memantapkan struktur tanah sehingga menahan daya tahan tanah terhadap pukulan butir-butir hujan. Bahan organik yang cepat melapuk akan memberikan pengaruh maksimum selama 20 – 30 hari dalam pembentukan agregat. Bahan organik tanah yang lambat didekomposisi akan memberikan pengaruh yang relatif lama dalam pembentukan agregat tanah (Arsyad, 2006).

Struktur tanah dapat dikatakan baik apabila di dalamnya terdapat distribusi ruang pori-pori di dalam dan diantara agregat yang dapat diisi air dan udara dan sekaligus mantap keadaannya, dengan demikian tidak mudah atau tahan erosi sehingga pori-pori tanah tidak gampang tertutup oleh partikel-partikel tanah halus yang mengakibatkan infiltrasi tertahan dan *run off* menjadi besar (Sarief, 1989).

Erodibilitas tanah yang dapat di artikan mudah atau tidaknya suatu tanah tererosi. Erodibilitas tanah diartikan sebagai mudah tidaknya suatu tanah dapat dihancurkan oleh kekuatan jatuhnya butir-butir hujan dan kekuatan aliran permukaan. Erodibilitas alami tanah merupakan sifat kompleks yang tergantung pada laju infiltrasi tanah dan kapasitas tanah untuk bertahan terhadap penghancuran agregat serta pengangkutan oleh hujan dan aliran permukaan. Semakin tinggi nilai

erodibilitas suatu tanah semakin mudah tanah tersebut tererosi. Erodibilitas tanah dipengaruhi oleh tekstur tanah, struktur tanah, bahan organik, dan permeabilitas. Konsep dari erodibilitas tanah dan bagaimana menilainya merupakan suatu hal yang kompleks (*complicated*), karena kepekaan tanah terhadap erosi (erodibilitas tanah) dipengaruhi oleh banyak faktor, yakni sifat fisik, mekanik, hidrologi, kimia, geologi, mineralogi, biologi, karakteristik profil tanah, serta pengaruh dari faktor-faktor tersebut terhadap pertumbuhan vegetasi (Dariah, et al. 2004).

Penentuan erodibilitas tanah dibagi menjadi empat jenis. Hal tersebut sebagai syarat penentu mudah tidaknya tanah tererosi (Asdak, 2014).

- a. Tekstur tanah, biasanya berkaitan dengan ukuran dan porsi partikel tanah dan akan membentuk tipe tanah tertentu. Tiga unsur utama adalah pasir (*sand*), debu (*silt*), dan liat (*clay*). Tanah terbentuk oleh kombinasi ketiga unsur tersebut di atas. Tanah dengan unsur dominan liat, ikatan antar partikel-partikel tanah tergolong kuat dan dengan demikian tidak mudah tererosi. Hal yang sama juga berlaku untuk tanah dengan unsur dominan pasir (tanah dengan tekstur kasar), kemungkinan untuk terjadinya erosi pada jenis tanah ini adalah rendah. Pada analisis tekstur, fraksi bahan organik tidak diperhitungkan, biasa juga disebut besar butir tanah, termasuk salah satu sifat tanah yang paling sering ditetapkan. Hal tersebut disebabkan karena tekstur tanah berhubungan erat dengan pergerakan air dan zat terlarut, udara, pergerakan panas, berat volume tanah, luas permukaan spesifik (*specific surface*), kemudahan tanah memadat (*compressibility*), dan lain-lain.
- b. Unsur organik, terdiri atas limbah tanaman dan hewan sebagai hasil proses dekomposisi. Unsur organik cenderung memperbaiki struktur tanah dan bersifat meningkatkan permeabilitas tanah, kapasitas tampung air tanah, dan kesuburan tanah. Kumpulan unsur organik di atas permukaan tanah dapat menghambat kecepatan air larian, sehingga menurunkan potensi erosi.
- c. Struktur tanah, adalah susunan partikel-partikel tanah yang membentuk agregat. Struktur tanah mempengaruhi kemampuan tanah dengan menyerap air tanah. Struktur tanah granular dan lepas mempunyai kemampuan besar dalam meloloskan air larian (infiltrasi) sehingga menurunkan laju aliran dan memacu pertumbuhan tanaman. Struktur tanah yang padat atau liat dapat

menambah laju aliran karena semakin kecil kemampuan untuk meloloskan air lariannya. Struktur tanah yang padat juga dapat mengurangi besar pengikisan akibat air hujan.

Permeabilitas adalah suatu sifat geometri tanah itu sendiri yang menunjukkan kemampuan tanah didalam menghantarkan zat tertentu melalui pori- porinya. Permeabilitas tanah, menunjukkan kemampuan tanah dalam meloloskan air. Struktur dan tekstur tanah serta unsur organik lainnya ikut ambil bagian dalam menentukan permeabilitas tanah. Tanah dengan permeabilitas tinggi menaikkan laju infiltrasi. Kepekaan tanah terhadap erosi berbeda-beda tergantung sifat fisika dan kimia tanah. Faktor erodibilitas merupakan faktor kepekaan tanah terhadap erosi atau mudah tidaknya tanah tererosi. Kepekaan erosi tanah dapat diketahui dengan mengetahui terlebih dahulu data tektur tanah, bahan organik tanah, struktur tanah, dan permeabilitas tanah. Permeabilitas tanah, bahan organik tanah dan tekstur tanah diperoleh dari uji laboratorium, sedangkan struktur tanah diperoleh dari pengamatan langsung pada sampel tanah (Sutrisno, 2013).

Tanah lateritik yang mengandung seskuioksida tinggi dan silika yang rendah membentuk agregat yang mantap dan tahan terhadap erosi. Tanah grumosol dari bahan induk napal lebih peka erosi dibanding andosol dan latosol dari bahan induk vulkan. Erodibilitas tanah adalah mudah tidaknya tanah untuk tererosi. Perbedaan kepekaan erosi berbagai jenis tanah dapat sangat besar sehingga jenis tanah tertentu dapat digolongkan dalam tanah yang peka dan tidak peka erosi (Arsyad, 2006).

Nilai erodibilitas dipengaruhi oleh kondisi tekstur tanah, struktur tanah, bahan organik tanah, dan permeabilitas tanah. Semakin tinggi bahan organik tanah maka akan meningkatkan permeabilitas tanah sehingga mengurangi erosi. Pada hal struktur tanah, tanah yang paling peka terhadap erosi adalah tanah yang paling rendah persentase agregasinya. Tanah yang memiliki tekstur pasir dan debu yang tinggi maka akan meningkatkan infiltrasi sehingga erosi menjadi rendah. Sebaliknya jika kandungan liat pada tanah tinggi maka akan menurunkan infiltrasi sehingga erosi menjadi besar. Jika nilai permeabilitas tanah tinggi maka nilai erodibilitas tanahnya rendah. Sebaliknya jika nilai permeabilitas rendah, maka erodibilitas tanah tinggi didukung dengan struktur tanah granular sangat halus yang memiliki sifat infiltrasi yang tinggi, sehingga mengurangi erosi permukaan (Ayuningtyas, 2018).

Erodibilitas tanah (kepekaan erosi tanah), yaitu laju erosi per indeks erosi hujan (R) untuk suatu tanah, yang didapat dari petak percobaan standar, yaitu petak percobaan yang panjangnya 22,1 m terletak pada lereng 9 %, tanpa tanaman. Kepekaan erosi tanah ini sangat dipengaruhi oleh tekstur, kandungan bahan organik, permeabilitas dan kemantapan struktur tanah (Arsyad, 2010).

Klasifikasi nilai erodibilitas tanah di Indonesia dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Klasifikasi nilai faktor erodibilitas.

No	Nilai K	Klasifikasi
1	< 0,10	Sangat rendah
2	0,10 – 0,15	Rendah
3	0,15 – 0,20	Agak Rendah
4	0,20 – 0,25	Sedang
5	0,25 – 0,30	Agak tinggi
6	0,30 – 0,35	Tinggi
7	> 0,35	Sangat tinggi

Sumber : Utomo W. H (1994).

Faktor erodibilitas tanah atau faktor kepekaan erosi tanah merupakan daya tahan tanah baik terhadap penglepasan maupun pengangkutan, terutama tergantung pada sifat-sifat tanah, seperti tekstur, stabilitas agregat, kekuatan geser, kapasitas infiltrasi, kandungan bahan organik dan kimiawi. Nilai faktor erodibilitas tanah ditentukan untuk tiap satuan lahan kemudian dicocokkan dengan tabel klasifikasi nilai erodibilitas tanah (Nigam *et al*, 2017). Nilai erodibilitas tanah dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 4 sebagai berikut (Ezzaouini *et al*, 2020):

$$K = \frac{2,731 M 1,14 (10-a) (12-a) + 3,25 (b-2) + 2,5 (c-3)}{100} \dots\dots(6)$$

dimana,

K = faktor erodibilitas tanah,

M = parameter ukuran butir,

a = persentase bahan organik (% c x 1,724),

b = kode struktur tanah yang digunakan dalam klasifikasi tanah,

c = kode permeabilitas tanah.

Pada beberapa jenis tanah yang ada di Indonesia, Arsyad, 2010 dalam penelitiannya menetapkan nilai-nilai untuk faktor erodibilitas tanah, yang didapatkan dari perhitungan rumus diatas sebagaimana yang ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Jenis tanah dan nilai K faktor erodibilitas.

No.	Jenis Tanah	Nilai K rataaan
1.	Latosol ( <i>Haplorthox</i> )	0,09
2.	Latosol Merah ( <i>Humox</i> )	0,12
3.	Latosol Merah Kuning ( <i>Typic Haplorthox</i> )	0,26
4.	Latosol Coklat ( <i>Typic Tropodolt</i> )	0,23
5.	Latosol ( <i>Epiaquic Tropodolt</i> )	0,31
6.	Regosol ( <i>Troporthents</i> )	0,14
7.	Regosol ( <i>Oxic Dystropept</i> )	0,12 – 0,16
8.	Regosol ( <i>Typic Entropept</i> )	0,29
9.	Regosol ( <i>Typic Dystropept</i> )	0,31
10.	Gley Humic ( <i>Typic Tropoquept</i> )	0,13
11.	Gley Humic ( <i>Tropaquept</i> )	0,20
12.	Gley Humic ( <i>Aquic Entropept</i> )	0,26
13.	Litosol ( <i>Litic Eutropept</i> )	0,16
14.	Andosol ( <i>Andept</i> )	0,28
15.	Grumosol ( <i>Chromudert</i> )	0,21
16.	Hidromorf Abu-Abu ( <i>Tropofluent</i> )	0,20
17.	Podsolik ( <i>Tropudults</i> )	0,16
18.	Podsolik Merah Kuning ( <i>Tropodults</i> )	0,32
19.	Mediteran ( <i>Tropohumults</i> )	0,10
20.	Mediteran ( <i>Tropaqualfs</i> )	0,23
21.	Mediteran ( <i>Tropudalfs</i> )	0,22

Sumber: Arsyad (2010).

## 2.4 Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS)

Kemiringan lereng dinyatakan dalam derajat atau persen. Dua titik yang berjarak horizontal 100 m yang mempunyai selisih tinggi 10 m membentuk lereng 10%. Kecuraman lereng 100% sama dengan kecuraman 45 derajat. Selain dari memperbesar jumlah aliran permukaan makin curamnya lereng juga memperbesar

kecepatan aliran permukaan yang dengan demikian memperbesar energi angkut air. Semakin curam lereng, jumlah butir-butir tanah yang terpercik ke atas oleh tumbukan butir hujan semakin banyak. Jika lereng permukaan dua kali lebih curam, banyaknya erosi 2 sampai 2,5 kali lebih besar. Pengaruhnya kemiringan lereng terhadap aliran permukaan dan daya penghanyutannya berbeda sehubungan dengan caranya pun yang berbeda. Pada satu pihak, kemiringan mempengaruhi perbandingan infiltrasi dan aliran permukaan dan di pihak lain kemiringan berpengaruh pula terhadap kecepatan aliran permukaan. Pada kemiringan tanah yang curam yang tidak bergelombang atau tidak bertanggung-tanggung, mengalirnya air ke bagian bawah akan berlangsung sangat cepat.

Daya kikis atau daya tumbuk arus air terhadap permukaan tanah akan semakin kuat sehingga banyak bagian tanah permukaan cerai berai dan terangkut ke bagian bawah. Jadi makin besar kemiringan lereng, maka akan semakin besar pula erosi. Pada kemiringan tanah yang tidak begitu curam mengalirnya air hujan di permukaan tidak akan secepat pada kemiringan yang curam, apalagi kalau permukaan tanahnya bergelombang, aliran air permukaan akan makin berkurang, sehingga kesempatan air untuk merembes ke dalam tanah akan lebih besar.

Topografi diartikan sebagai tinggi rendahnya permukaan bumi yang menyebabkan terjadi perbedaan lereng. Kemiringan dan panjang lereng adalah dua unsur topografi yang paling berpengaruh terhadap aliran permukaan dan erosi. Kecepatan limpasan yang besar ditentukan oleh kemiringan lereng yang tidak terputus dan panjang serta terkonsentrasi pada saluran-saluran yang mempunyai potensi besar untuk terjadinya erosi alur dan parit (Suripin, 2004).

- a. Kemiringan lereng, akan meningkatkan timbulnya erosi. Percikan butir air hujan pada lahan datar melemparkan partikel-partikel tanah ke udara secara acak. Partikel tanah pada lahan miring lebih banyak terlempar ke arah bawah. Peningkatan kemiringan lereng mengakibatkan semakin besarnya proporsi lemparan partikel tanah.
- b. Sudut lereng, menentukan keseimbangan antara limpasan permukaan dengan infiltrasi. Sudut lereng yang semakin besar berakibat pada dominasi jumlah limpasan permukaan terhadap infiltrasi. Wilayah dengan limpasan permukaan besar dan kecepatan aliran permukaan tinggi memiliki ancaman

erosi yang besar. Semakin curam lereng, akan memperbesar jumlah aliran permukaan, kecepatan aliran permukaan dan energi angkut aliran permukaan, sama halnya jika semakin kecil sudut lereng maka kecepatan aliran dan energi angkut aliran air akan semakin kecil, serta air yang masuk kedalam tanah akan semakin tinggi. Sudut lereng dinyatakan dalam derajat atau persen.

- c. Panjang lereng, dihitung mulai dari titik pangkal terjadinya aliran permukaan sampai suatu titik dimana air masuk ke dalam saluran atau sungai. Air mengalir di permukaan tanah akan berkumpul di ujung lereng, sehingga lebih banyak air yang mengalir dan semakin besar kecepatannya di bagian bawah lereng daripada bagian atas lereng. Akibatnya tanah bagian bawah lereng lebih banyak mengalami erosi yang lebih besar dibandingkan tanah bagian atas. Lereng yang semakin panjang cenderung semakin banyak air terakumulasi, sehingga aliran permukaan menjadi lebih tinggi kedalamannya.
- d. Konfigurasi lereng, lereng permukaan tanah dapat berbentuk cembung (*konveks*) atau cekung (*konkaf*). Pengamatan secara umum menunjukkan bahwa erosi lapisan lebih besar pada permukaan cembung, sedangkan pada permukaan cekung akan cenderung terjadi erosi alur atau erosi parit. Posisi dan letak lereng pada suatu kawasan berpengaruh terhadap jumlah hujan dan jumlah air yang diterima. Wilayah yang terletak di dasar cekungan mungkin memiliki curah hujan yang rendah dari pada wilayah yang memiliki elevasi lebih tinggi.

Keseragaman lereng dan arah lereng, lereng tidak akan selalu memiliki keseragaman kemiringan, dimana lereng curam diselingi dalam jarak pendek oleh lereng-lereng yang lebih datar. Pengaruh tidak langsung dari ketidakseragaman kemiringan lereng adalah lebih sulit untuk dilakukan bercocok tanam tanaman semusim dari pada lereng yang seragam. Arah hadap lereng merupakan faktor yang penting. Arah hadap lereng pada wilayah lintang tinggi menentukan intensitas penyinaran matahari

Pengaruh medan terhadap erosi diwakili oleh faktor panjang lereng yang mencerminkan fakta bahwa hasil erosi berbanding lurus terhadap sudut lereng dan panjang lereng yang curam. Semakin curam suatu lereng, maka erosi yang dihasilkan juga semakin besar. Panjang lereng merupakan jarak rata-rata yang ditempuh

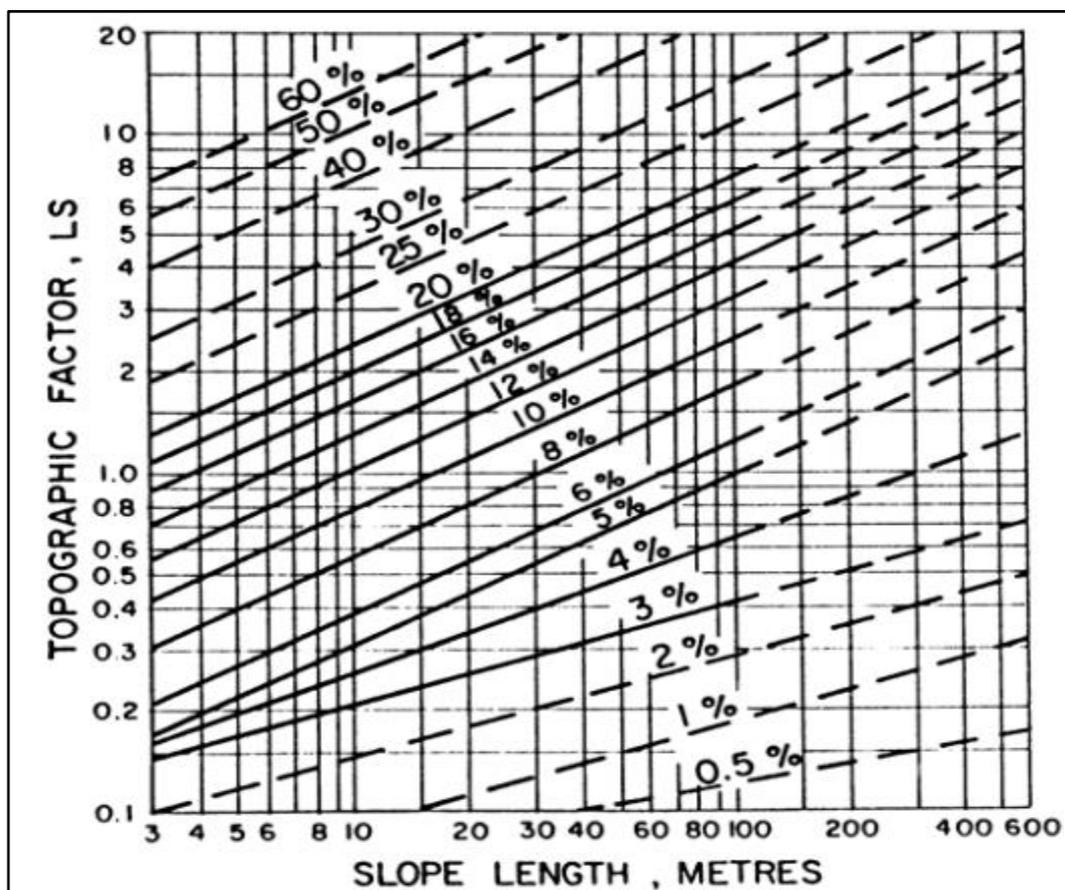
limpasan sebelum mencapai saluran drainase. Secara umum, faktor *length slope* memberikan gambaran apakah suatu lokasi tertentu yang terkena curah hujan memiliki energi untuk transportasi sedimen (Bamutaze *et al*, 2010). Faktor kemiringan dan panjang lereng dapat ditentukan dengan tabel 5 berikut (Saputra, 2022):

Tabel 5. Klasifikasi nilai faktor LS.

Kelas Lereng	Kemiringan	Nilai LS
I	0% - 8%	0,40
II	8% - 15%	1,40
III	15% - 25%	3,10
IV	25% - 45%	6,80
V	>45%	9,50

Sumber: Saputra dan Jaji (2022)

Nilai Kemiringan dan panjang lereng (LS) dapat juga ditentukan berdasarkan grafik nomogram pada Gambar 1. Secara umum, nilai dari faktor kemiringan dan panjang lereng didapatkan berdasarkan data aktual atau topografi suatu daerah.



Gambar 7. Grafik nomogram faktor LS (Wischmeier dan Smith, 1978).

## 2.5 Faktor penggunaan lahan (C dan P)

Pada dasarnya teknik konservasi dibedakan menjadi tiga yaitu secara vegetatif, mekanik dan kimia. Teknik konservasi mekanik dan vegetatif telah banyak diteliti dan dikembangkan. Metode vegetatif yaitu metode konservasi dengan menanam berbagai jenis tanaman seperti tanaman penutup tanah, tanaman penguat teras, penanaman dalam *strip*, pergiliran tanaman serta penggunaan pupuk organik dan mulsa.

Teknik konservasi tanah secara vegetatif mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan teknik konservasi tanah secara mekanis maupun kimia, antara lain karena penerapannya relatif mudah, biaya yang dibutuhkan relatif murah, mampu menyediakan tambahan hara bagi tanaman, menghasilkan hijauan pakan ternak, kayu, buah maupun hasil tanaman lainnya (dalam bidang pertanian). Pada dasarnya konservasi tanah secara vegetatif adalah segala bentuk pemanfaatan tanaman ataupun sisa-sisa tanaman untuk mengurangi erosi. Tanaman ataupun sisa-sisa tanaman berfungsi sebagai pelindung tanah terhadap daya pukulan butir air hujan maupun terhadap daya angkut air aliran permukaan (*run off*), serta meningkatkan peresapan air ke dalam tanah.

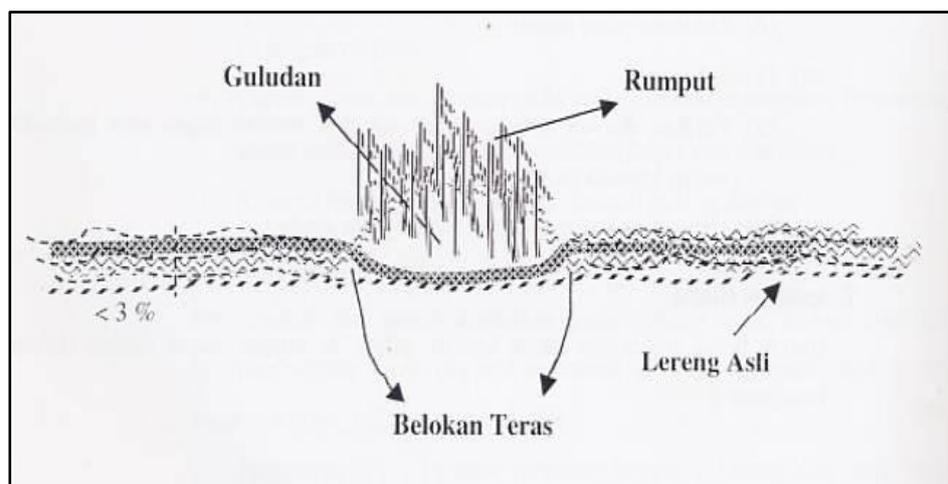
Beberapa bagian dari vegetasi yang mampu menahan laju erosi diantaranya yaitu kanopi berfungsi menahan laju butiran dan mengurangi tenaga kinetik butiran air dan pelepasan partikel tanah sehingga pukulan butiran air dapat dikurangi. Air yang masuk di sela-sela kanopi (*interception*) sebagian akan kembali ke atmosfer akibat evaporasi. Fungsi perlindungan permukaan tanah terhadap pukulan butir air hujan merupakan hal yang sangat penting karena erosi yang terjadi di Indonesia penyebab utamanya adalah air hujan. Semakin rapat penutupannya akan semakin kecil resiko hancurnya agregat tanah oleh pukulan butiran air hujan.

Pengaruh vegetasi terhadap laju erosi adalah vegetasi mampu menangkap atau intersepsi air hujan, sehingga energi kinetik dari air hujan tidak langsung menghantam permukaan tanah. Pengaruh intersepsi air hujan oleh tumbuhan pada erosi melalui dua cara yaitu memotong secara langsung air hujan sehingga tidak langsung jatuh ke permukaan tanah dan memberikan kesempatan penguapan secara langsung dari dedaunan dan dahan, sehingga dapat meminimalkan pengaruh negatif pada struktur tanah.

Tanaman penutup mengurangi energi aliran, meningkatkan kekasaran sehingga mengurangi kecepatan aliran permukaan dan selanjutnya memotong aliran permukaan untuk melepas dan memotong aliran permukaan untuk melepas dan mengangkut partikel sedimen. Perakaran tanaman meningkatkan stabilitas tanah dengan meningkatkan kekuatan tanah, granulitas dan porositas. Aktivitas biologi yang berkaitan dengan pertumbuhan tanaman memberikan dampak positif pada porositas tanah. Tanaman mendorong transpirasi air sehingga lapisan tanah atas lebih kering dan memadatkan lapisan dibawahnya.

Teknik konservasi tanah secara mekanis atau disebut juga sipil teknis adalah suatu metode konservasi dengan mengatur aliran permukaan sehingga tidak merusak lapisan olah tanah (*top soil*) yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. Metode ini mengupayakan terbentuknya fisik lahan atau merekayasa bidang olah lahan hingga sesuai dengan prinsip konservasi tanah sekaligus konservasi air. Teknik ini meliputi guludan, pembuatan teras gulud, teras bangku, teras individu, teras kredit, pematang kontur, teras kebun, barisan batu, dan teras batu (Suripin, 2004).

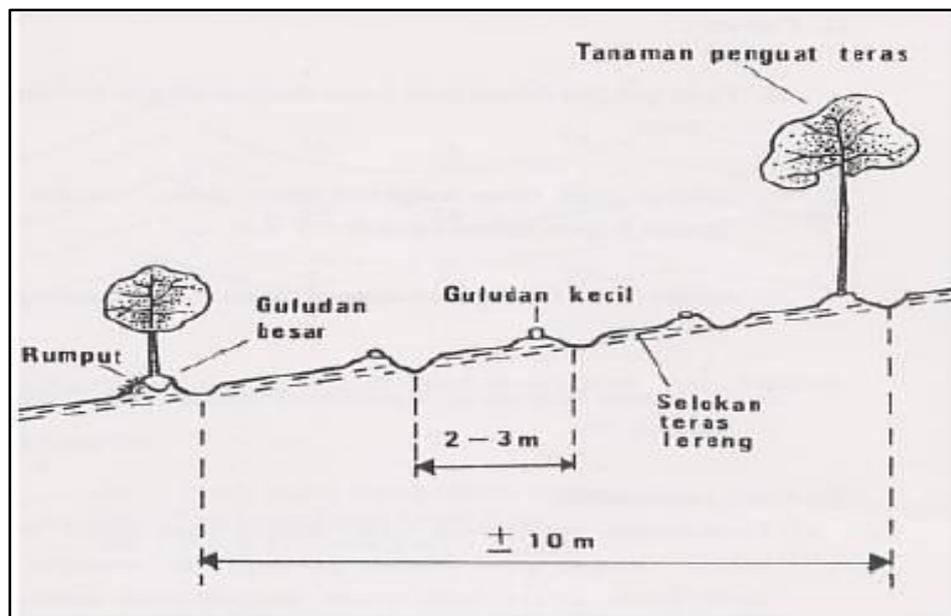
1. Teras Datar, adalah teknik konservasi tanah berupa tanggul tanah sejajar kontur yang dilengkapi saluran di atas dan di bawah tanggul, bidang olah tidak diubah dari kelerengan permukaan asli. Syarat teknis kemiringan lereng  $< 5\%$ . Gambar 8 dibawah merupakan bentuk teras datar.



Gambar 8. Teras Datar (Priyono, 2002).

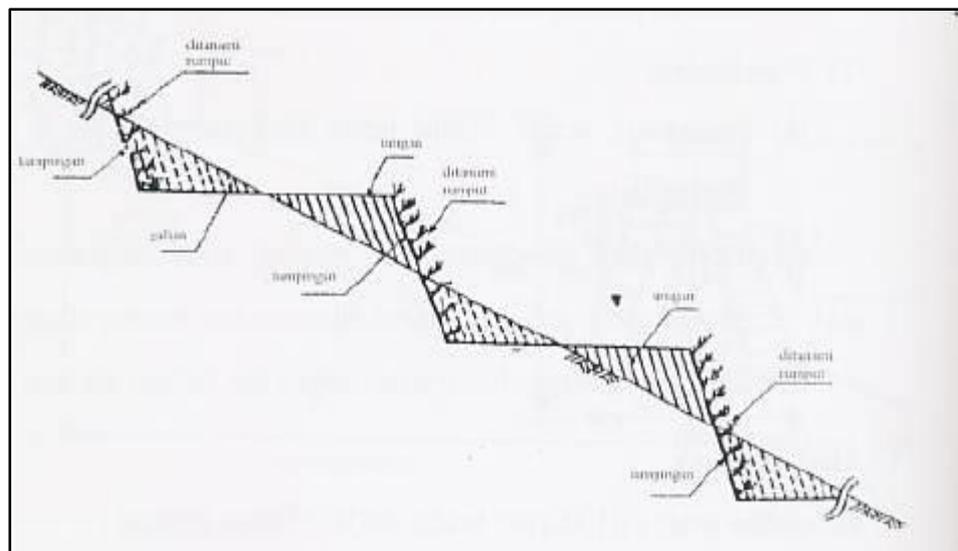
2. Teras Gulud, adalah teknik konservasi tanah berupa guludan tanah dan saluran air. Diantara guludan besar terdapat beberapa guludan kecil sejajar kontur serta dilengkapi dengan SPA (Saluran Pembuangan Air). Syarat

teknis kemiringan lereng 40%. Bentuk teras gulud dapat dilihat pada Gambar 9.



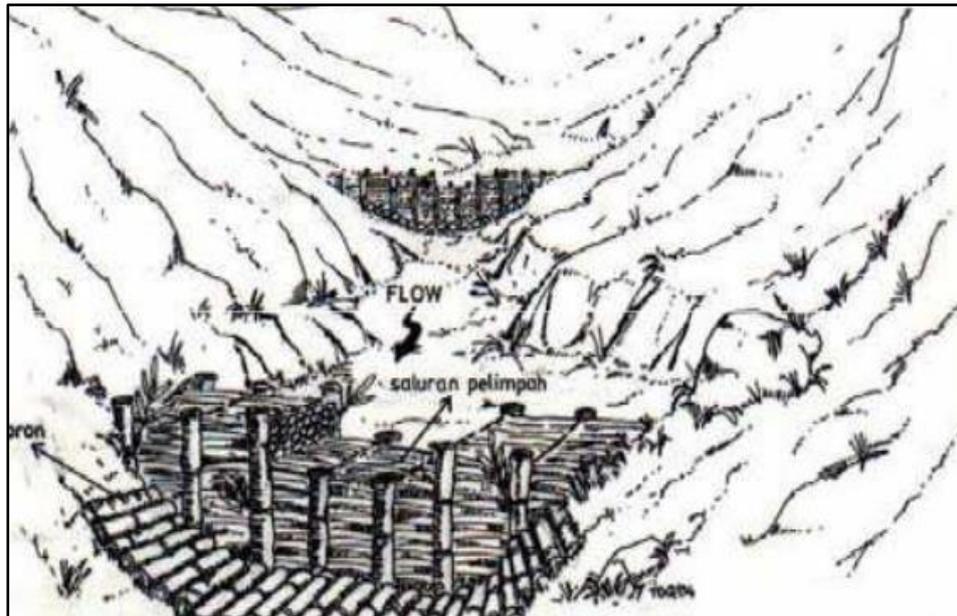
Gambar 9. Teras Gulud (Priyono, 2002).

3. Teras Bangku, adalah teknik konservasi tanah dengan cara mengubah permukaan lahan miring menjadi teras-teras yang menyerupai bangku dan mengikuti garis kontur. Syarat teknis kemiringan lereng 10 – 40%. Bentuk teras bangku dapat dilihat pada gambar 10.



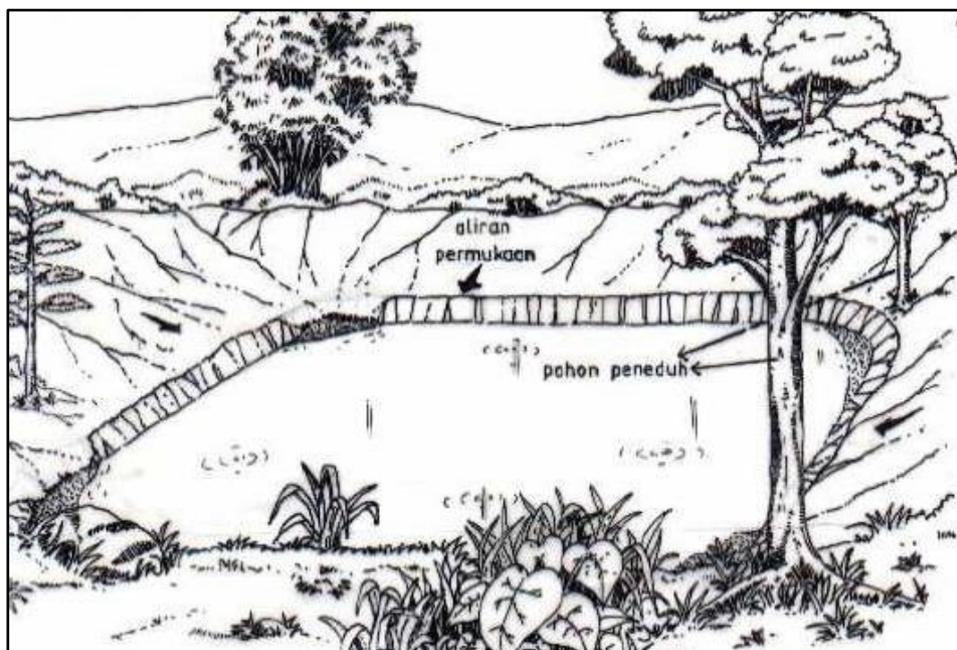
Gambar 10. Teras Bangku (Priyono, 2002)

4. Sengkedan, adalah teknik konservasi tanah dengan cara menempatkan batang, cabang, ranting kayu atau bambu mengikuti garis kontur dengan jarak tertentu. Bentuk sengkedan dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Sengkedan (Gatot Irianto, 2007).

5. Embung, merupakan teknik konservasi tanah berupa pembuatan kolam penampung air permukaan. Standar teknis kemiringan lereng 2 – 18%. Bentuk Embung dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Embung (Gatot Irianto, 2007).

Kegiatan manusia dikenal sebagai salah satu faktor paling penting terhadap terjadinya erosi tanah yang cepat dan intensif. Kegiatan-kegiatan tersebut kebanyakan berkaitan dengan perubahan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap erosi, misalnya perubahan penutup tanah akibat penggundulan/pembabatan hutan.

Kegiatan-kegiatan manusia di muka bumi ini sering mengganggu keseimbangan antara pembentukan tanah dan laju erosi tanah yang tentu saja membuka kemungkinan bagi manusia untuk melindungi tanah dari bahaya erosi melalui kegiatan konservasi, seperti penghijauan, terasering, serta kegiatan lain yang dapat mengurangi laju erosi.

Perencanaan konservasi tanah dan air memerlukan data dan informasi, diantaranya adalah data bahaya erosi yang dapat diperoleh dengan cara melaksanakan prediksi erosi. Memang erosi tidak dapat dihentikan sama sekali, bahkan pada pertanian yang sustainable sekalipun. Namun erosi bisa dikendalikan hingga di bawah ambang batas yang diperbolehkan. Laju erosi yang diperbolehkan untuk berbagai macam tanah dapat diduga berdasarkan sifat tanah dan substratnya. Untuk menilai apakah erosi sudah terkendali atau belum diperlukan data laju erosi dari lahan yang bersangkutan. Mengendalikan erosi tanah berarti mengurangi pengaruh faktor-faktor erosi tersebut, sehingga prosesnya terhambat atau berkurang. Upaya tersebut dilakukan dengan cara meredam energi hujan, meredam daya gerus aliran permukaan, dan mengurangi kuantitas aliran permukaan. Teknik-teknik pengendalian erosi sudah dikenal merupakan gabungan beberapa upaya tersebut.

Faktor koefisien vegetasi atau tanaman (C) dan pengelolaan lahan (P) mengacu pada hasil karakteristik satuan lahan suatu lokasi. Faktor penutupan revegetasi merupakan faktor yang menunjukkan keseluruhan pengaruh dari faktor vegetasi, kondisi permukaan tanah, dan pengelolaan lahan terhadap besarnya tanah yang hilang (erosi). Faktor ini mencerminkan pengaruh praktik penanaman dan pengelolaan terhadap laju erosi tanah dan pilihan pengelolaan terhadap taktik konservasi (Renard *et al*, 1997).

Faktor tindakan konservasi (P) adalah nisbah antara tanah tererosi rata-rata dari lahan yang mendapat perlakuan konservasi tertentu terhadap tanah tererosi rata-rata dari lahan yang diolah tanpa tindakan konservasi dengan catatan faktor-faktor penyebab erosi yang lain diasumsikan tidak berubah. Faktor P menunjukkan proporsi kehilangan tanah yang dikurangi dengan penerapan langkah-langkah seperti pembuatan kontur atau pengupasan oleh pengguna lahan (Nigam *et al*, 2017). Nilai faktor vegetasi penutup lahan dapat dilihat pada Tabel 6 dan nilai faktor konservasi lahan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 6. Nilai C faktor vegetasi penutup lahan.

<b>No.</b>	<b>Tata Guna Lahan</b>	<b>Nilai C</b>
1.	Savana dan Praire	0,01
2.	Rawa	0,01
3.	Semak/Belukar	0,3
4.	Pertanian Lahan Kering Campuran	0,19
5.	Pertanian Lahan Kering	0,28
6.	Kebun – Pekarangan	0,2
7.	Kebun Campuran Kerapatan Sedang	0,2
8.	Hutan Produksi Tebang Pilih	0,2
9.	Hutan Tidak Terganggu	0,01
10.	Hutan Alam Seresah Bayak	0,001
11.	Hutan Alam Seresah Sedikit	0,005
12.	Sawah Irigasi	0,02
13.	Tegalan Tidak Spesifik	0,7
14.	Tanah Terbuka Untuk Tanaman	1
15.	Tubuh Air	0,001

Sumber: Saputra dan Jaji (2022)

Tabel 7. Nilai P faktor tindakan konservasi lahan.

<b>No.</b>	<b>Tindakan Konservasi Tanah</b>	<b>Nilai P</b>
1.	Teras Bangku	
	- konstruksi baik	0,04
	- Konstruksi sedang	0,15
	- Konstruksi kurang baik	0,35
	- Teras tradisional baik	0,40
2.	Strip tanaman rumput (padang rumput)	0,40
3.	Pengolahan tanah dan penanaman menurut garis kontur	
	- Kemiringan 0 - 8 %	0,50
	- Kemiringan 9 - 20 %	0,75
	- Kemiringan > 20 %	0,90
4.	Tanpa tindakan konservasi	1,00

Sumber: Sutapa (2010)

## 2.6 Laju Erosi yang Diperbolehkan

Prediksi erosi dari sebidang lahan adalah metode untuk memperkirakan laju erosi yang akan terjadi dari tanah yang digunakan dalam suatu penggunaan lahan dan pengelolaan tertentu. Jika laju erosi yang akan terjadi telah dapat ditetapkan, maka dapat ditentukan kebijaksanaan penggunaan tanah dan tindakan konservasi tanah dapat yang diperlukan agar tidak terjadi kerusakan tanah dan tanah dapat digunakan secara produktif. Tindakan konservasi tanah dan penggunaan lahan yang diterapkan adalah yang dapat menekan laju erosi agar sama atau lebih kecil dari laju erosi yang masih dapat dibiarkan atau diperbolehkan. Erosi yang diperbolehkan secara sederhana dapat dinyatakan sebagai suatu laju yang tidak boleh melebihi laju pembentukan tanah. Pengikisan di bagian atas akibat erosi selalu diikuti pembentukan tanah baru pada bagian bawah profil tanah, tetapi laju pembentukannya tidak mampu mengimbangi hilangnya tanah yang tererosi.

Tujuan penetapan batas laju erosi yang dapat dibiarkan adalah agar dapat menurunkan laju erosi yang terjadi pada suatu lahan baik pertanian maupun non pertanian terutama pada lahan-lahan yang mempunyai kemiringan yang berlereng. Secara teori dapat dikatakan bahwa laju erosi harus seimbang dengan laju pembentukan tanah, namun dalam prakteknya sangat sulit untuk mencapai keadaan yang seimbang tersebut (Nurpilihan dkk, 2011).

Penetapan batas tertinggi laju erosi yang masih dapat dibiarkan atau ditoleransikan adalah perlu, oleh karena tidaklah mungkin menekan laju erosi menjadi nol dari tanah-tanah yang diusahakan untuk pertanian terutama pada tanah-tanah yang berlereng. Akan tetapi suatu kedalaman tanah tertentu harus dipelihara agar didapat suatu volume tanah yang cukup, baik bagi tempatberjangkarnya akar tanaman dan untuk tempat menyimpan air serta unsur hara yang diperlukan oleh tanaman (Arsyad, 2010).

Besarnya erosi dan kemungkinan terjadinya banjir cukup beralasan mengingat Indonesia mempunyai curah hujan yang cukup tinggi dan tanahnya peka terhadap erosi. Supli Effendi Rahim (2000), menyatakan erosi yang diperbolehkan secara sederhana dapat dinyatakan sebagai suatu laju yang tidak boleh melebihi laju pembentukan tanah. Pengikisan dibagian atas akibat erosi selalu diikuti pembentukan tanah baru pada bagian bawah profil tanah, tetapi laju pembentukannya tidak mampu

mengimbangi hilangnya tanah tererosi. Besarnya erosi tanah yang masih dapat dibiarkan berdasarkan keadaan tanah yang dikeluarkan oleh SCS-USDA dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai laju erosi yang diperbolehkan.

<b>Kondisi Tanah</b>	<b>Laju Erosi (Kg/m<sup>2</sup>/th)</b>	<b>Sumber</b>
Skala makro (misal DAS)	0,2	Morgan (1980)
Skala meso (misal lahan pertanian)		
Tanah berlempung tebal dan subur ( <i>Mid-West</i> , USA)	0,6 – 1,1	Wischmeier & Smith (1978)
Tanah dangkal yang mulai tererosi	0,2 – 0,5	Hudson (1971), Smith & Stamey (1965)
Tanah berlempung tebal dari endapan vulkanik	1,3 – 1,5	Hudson (1971)
Tanah yang mempunyai kedalaman:		
• 0 – 25 cm	1,2	
• 25 – 50 cm	0,2 – 0,5	
• 50 – 100 cm	0,5 – 0,7	Arnoldus (1977)
• 100 – 150 cm	0,7 – 0,9	
• > 150 cm	1,1	
Tanah tropika yang sangat mudah tererosi	2,5	Morgan (1980)
Skala mikro (misal daerah terbangun)	2,5	Morgan (1980)
Tanah dangkal diatas batuan	0,112	Morgan (1980)
Tanah dalam diatas batuan	0,224	Morgan (1980)
Tanah lapisan dalam padat diatas batuan lunak	0,448	Thomsom (1957)
Tanah dengan permeabilitas lambat diatas batuan lunak	1,121	Soewardjo, dkk (!975)
Tanah yang permeabel diatas batuan lunak	1,341	Soewardjo, dkk (!975)

Sumber: Suripin (2004).

Nilai erosi yang diperbolehkan mampu memberikan gambaran besarnya erosi tanah yang masih bisa ditoleransikan terjadi pada suatu lahan sehingga produktivitas lahan tetap terjaga secara berkelanjutan (Hardjowigeno, 2003; Arsyad, 2010). Perhitungan Erosi yang diperbolehkan berdasarkan atas kedalaman ekivalen tanah dan jangka waktu kelestarian sumber daya tanah (*resource life*) yang diharapkan. Kedalaman ekivalen tanah didapat dengan mengalikan kedalaman tanah (mm) dengan faktor kedalaman tanah. Faktor kedalaman tanah ditentukan berdasarkan atas besarnya dan kecepatan penurunan produktivitas tanah (*deterioration quality*). Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin dalam kedalaman efektif tanah maka nilai erosi yang diperbolehkan juga semakin tinggi, demikian pula dengan bobot isi tanah yakni semakin tinggi bobot isi maka nilai erosi yang diperbolehkan juga semakin tinggi.

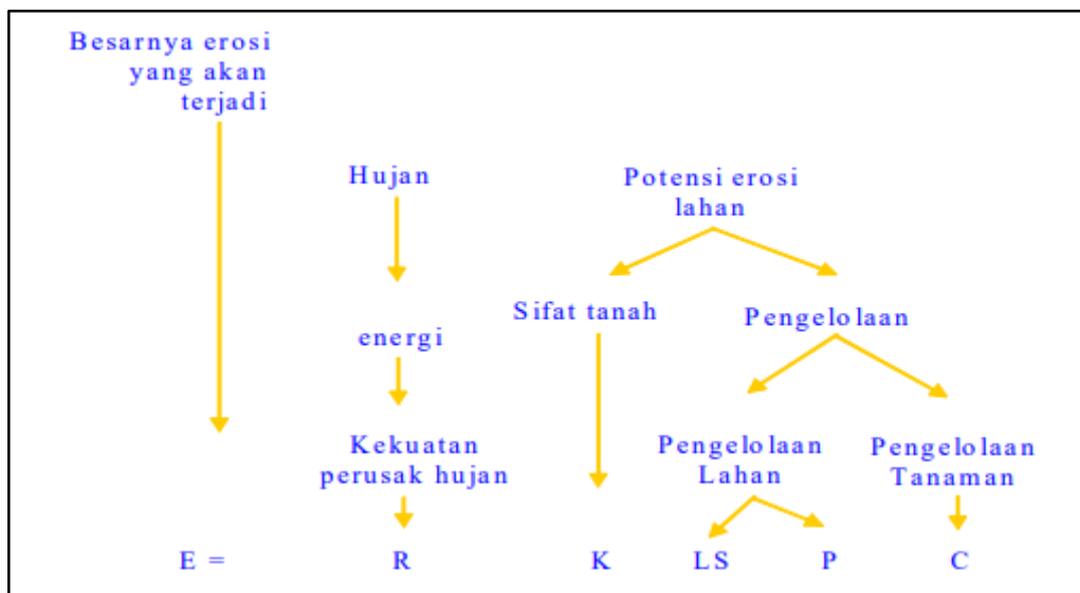
## **2.7 Metode Prediksi USLE**

Mengetahui besarnya erosi yang terjadi di suatu wilayah merupakan hal yang penting, karena selain dapat mengetahui banyaknya tanah yang terangkut juga dapat digunakan sebagai salah satu jalan untuk mencari sebuah solusi dari permasalahan tersebut. Prediksi erosi dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung yaitu melalui model prediksi erosi. Prediksi erosi yang dilakukan secara langsung menemui banyak kendala, salah satunya adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan cukup lama, sehingga digunakan sebuah model prediksi erosi.

Prediksi erosi adalah metode untuk memperkirakan laju erosi yang akan terjadi dari tanah yang digunakan untuk penggunaan lahan dan pengelolaan tertentu. Metode prediksi merupakan alat untuk menilai apakah suatu program atau tindakan konservasi tanah telah berhasil mengurangi erosi dari suatu bidang tanah atau suatu daerah aliran sungai (DAS). Selain itu, prediksi erosi juga sebagai alat bantu untuk mengambil keputusan dalam perencanaan konservasi tanah pada suatu areal. Metode USLE paling umum digunakan untuk memperkirakan jumlah erosi riil tahunan. Suatu model parametrik untuk memprediksi erosi dari suatu bidang tanah telah dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978), yang disebut *The Universal Soil Loss Equation* (USLE) (Banuwa, 2013).

Metode USLE dapat digunakan untuk memprediksi rata-rata erosi dalam jangka waktu yang panjang dari suatu area usaha tani dengan sistem pertanaman dan pengelolaan lahan tertentu. Metode ini juga bermanfaat untuk tanah tempat bangunan dan penggunaan *non-pertanian*, tetapi metode ini tidak dapat memprediksi pengendapan dan tidak memperhitungkan hasil sedimen dari erosi parit, tebing sungai, dan dasar sungai. Perkiraan besarnya erosi tersebut dibatasi oleh faktor-faktor topografi, vegetasi maupun meteorologi (Mihi *et al*, 2020).

USLE memungkinkan perencana menduga laju rata-rata erosi suatu tanah tertentu pada suatu kecuraman lereng dengan pola hujan tertentu untuk setiap macam pertanaman dan tindakan pengelolaan (tindakan konservasi tanah) yang mungkin dilakukan atau yang sedang digunakan. Persamaan yang digunakan mengelompokkan berbagai parameter fisik dan pengelolaan yang memengaruhi laju erosi ke dalam enam peubah utama yang nilainya untuk setiap tempat dapat dinyatakan secara numerik. USLE adalah suatu model erosi yang dirancang untuk memprediksi rata-rata erosi jangka panjang dari erosi lembar atau alur di bawah keadaan tertentu. Model ini tidak dapat memprediksi pengendapan dan tidak memperhitungkan hasil sendimen dari erosi parit, tebing sungai, dan dasar sungai. Adapun skema persamaan prediksi USLE dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Skema persamaan prediksi USLE (Arsyad, 1989)

*Universal Soil Loss Equation* (USLE) dikembangkan di *National Runoff and Soil Loss Data Centre* yang didirikan dalam tahun 1954 oleh *The Science and*

*Education Administration* Amerika Serikat (dahulu namanya *Agricultural Research Service*) bekerja sama dengan Universitas Purdue (Wischmeier dan Smith, 1978). Proyek-proyek penelitian federal dan negara bagian menyumbang lebih dari 10.000 petak-tahun data erosi dan aliran permukaan untuk analisis statistik (Banuwa, 2013).

Sampai saat ini USLE masih dianggap rumus yang paling mendekati kenyataan, sehingga lebih banyak digunakan dari pada rumus lainnya. Persamaan kehilangan tanah tersebut dapat dituliskan sebagai berikut (Alie, 2015).

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \quad \text{..... (6)}$$

dimana,

- A = erosi yang terjadi (ton/ha/tahun),
- R = erosivitas hujan (kj/ha/tahun),
- K = erodibilitas tanah,
- LS = kemiringan dan panjang lereng (m dan %),
- CP = faktor penutup lahan dan tindakan konservasi,