

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Daerah Aliran Sungai**

Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki arti penting bagi Indonesia yang wilayahnya terdapat banyak sekali sungai. DAS adalah suatu wilayah daratan yang dibatasi oleh pemisah topografi yang mengalirkan air dan semua alirannya bermuara ke sungai induk. Daerah aliran sungai didefinisikan sebagai seluruh wilayah yang didrainase oleh sungai atau suatu sistem yang menghubungkan aliran ke sungai sehingga semua aliran sungai yang berasal dari daerah tersebut semuanya dialirkan ke satu outlet. Air hujan yang diterima oleh DAS dialirkan ke sungai utama melalui anak-anak sungainya dan kemudian bermuara ke laut atau danau. Daerah aliran sungai tidak hanya meliputi aliran airnya, namun juga bentang alam di sekitar sungai (Asdak, 1995).

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, Nomor 37 tahun 2012 tentang pengelolaan daerah aliran sungai, daerah aliran sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Menurut Asdak (2010) daerah aliran sungai dibagi menjadi daerah bagian hulu, tengah, dan hilir. Daerah hulu merupakan daerah yang pertama dialiri oleh air, kemudian mengalirkan air ke daerah hilir. Jika ditelusuri lebih dalam daerah hulu, tengah, dan hilir memiliki beberapa perbedaan.

Daerah aliran sungai pada bagian hulu merupakan daerah yang pertama kali dialiri oleh air dari sumber air. Daerah hulu DAS merupakan daerah pegunungan atau daerah dataran tinggi. Karena daerahnya yang berada pada dataran tinggi, maka daerah ini cenderung memiliki tingkat kemiringan lereng yang tinggi. Tingkat kemiringan lereng yang tinggi juga membuat sungai di bagian hulu memiliki

kedalaman sungai yang lebih dalam. Sungai di daerah hulu memiliki arus air yang paling deras dikarenakan air pada daerah hulu langsung berasal dari sumber-sumber air. Daerah hulu lebih rawan terjadinya proses erosi. Kerentanan daerah hulu mengalami erosi disebabkan oleh aliran sungai yang lebih deras dan lereng yang lebih curam. Setiap kegiatan yang terjadi daerah hulu akan menyebabkan dampak ke daerah hilir. Kualitas air di daerah hulu masih baik karena dekat dengan sumber air (Asdak, 2010).

Daerah aliran sungai pada bagian tengah memiliki kemiringan lereng yang tidak terlalu curam. Pada daerah aliran sungai bagian tengah terjadi proses transportasi. Proses transportasi yang dimaksud adalah proses mengalirnya air dari bagian hulu ke bagian hilir (Asdak, 2010).

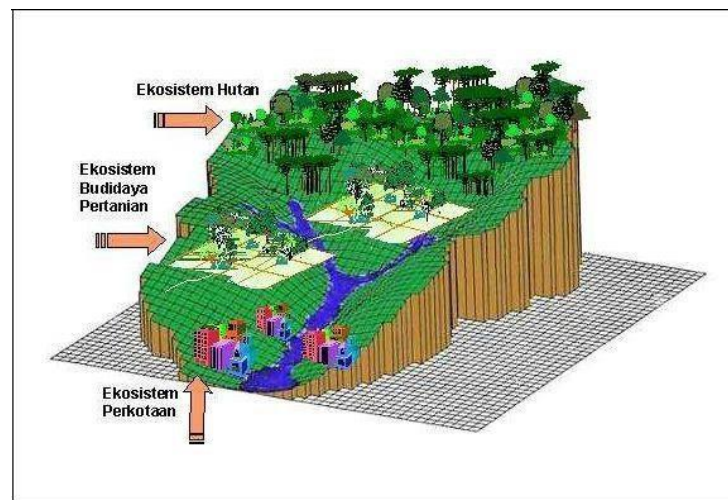
Daerah Aliran Sungai pada bagian hilir merupakan bagian akhir dari aliran sungai dan memiliki aliran air yang diteruskan dari daerah hulu. Pada bagian hilir memiliki topografi datar sampai landai. Letaknya biasanya dekat dengan pantai sebagai muara aliran sungainya. Daerah hilir biasanya memiliki sungai yang berkelok-kelok sehingga alirannya tidak terlalu deras. Daerah hilir didominasi oleh proses sedimentasi. Sedimentasi dihasilkan oleh proses erosi yang terjadi di daerah hulu yang membawa material endapan melalui aliran permukaan. Material endapan tersebut dalam jangka waktu lama bisa menjadi batuan sedimen. Karena letaknya yang berada di dataran rendah, daerah hilir rentan terjadi banjir (Asdak, 2010).

DAS dapat diartikan sebagai suatu ekosistem. Ekosistem adalah suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Tingkatan organisasi ini dikatakan sebagai suatu sistem karena memiliki komponen-komponen dengan fungsi berbeda yang terkoordinasi secara baik sehingga masing-masing komponen terjadi hubungan timbal balik (Soemarwoto 1983).

Menurut Soemarwoto (1983) DAS dapat dikatakan sebagai suatu ekosistem karena terdapat unsur biotis (makhluk hidup) seperti hewan dan tumbuh-tumbuhan dan unsur abiotis (benda mati) seperti air dan tanah. Dalam DAS juga terdapat interaksi atau hubungan timbal balik antara berbagai unsur.

Ekosistem DAS merupakan suatu wilayah yang luas, yang terdiri dari beberapa ekosistem utama:

1. Ekosistem hutan, yang bersifat sebagai ekosistem alamiah
2. Ekosistem lahan budi daya pertanian dan pedesaan yang bersifat sebagai ekosistem peralihan
3. Ekosistem perkotaan, yang bersifat ekosistem buatan atau ekosistem binaan



**Gambar 2.1** Ekosistem pada Daerah Aliran Sungai

Tingkat pertumbuhan penduduk yang tinggi menyebabkan perlu diusahakannya peningkatan kebutuhan hidup melalui pemanfaatan sumber daya alam. Usaha pemenuhan kebutuhan hidup dengan alih fungsi lahan dan penggundulan hutan untuk berbagai kepentingan seperti pertanian, peternakan, permukiman, pariwisata, dan industri dapat menurunkan fungsi asli dari daerah aliran sungai. Hal ini dikhawatirkan menyebabkan bencana seperti erosi dan kerusakan lahan di daerah hulu serta terjadi sedimentasi dan meningkatnya resiko banjir di daerah hilir. Karena kebutuhan hidup oleh meningkatnya jumlah penduduk inilah yang menyebabkan perubahan fungsi lahan. Tindakan perubahan fungsi lahan seringkali mengabaikan konservasi tanah dan air. Tanah yang terus-menerus ditanami memperbesar kemungkinan terjadinya erosi (Soemarwoto 1983).

Daerah hulu dan hilir suatu aliran sungai memiliki keterkaitan ekologis. Peningkatan erosi dan kerusakan lahan di daerah hulu memberikan dampak langsung untuk berbagai masalah di daerah hilir. Masalah yang dapat ditimbulkan

merupakan masalah biofisik dan juga masalah sosial ekonomi. Masalah-masalah ini memberikan beberapa konsekuensi antara lain penurunan produktivitas penggunaan lahan, menurunnya kualitas air sungai, debit air antara musim kemarau dan musim penghujan yang cenderung berubah-ubah dan berdampak besar pada menurunnya kesejahteraan masyarakat (Asdak, 2010).

## **2.2 Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Fungsi Daerah Aliran Sungai**

DAS dicirikan dengan terjadinya kesetimbangan ekologis oleh kondisi tutupan lahan dan penggunaan lahan. Kondisi tutupan lahan alami sudah sangat berubah karena kebutuhan manusia, sehingga manusia memanfaatkan kondisi lahan untuk berbagai jenis tata guna lahan. Tata guna lahan di kawasan daerah aliran sungai berkaitan erat dengan usaha manusia dalam memenuhi kebutuhan hidup dengan memaksimalkan penggunaan sumber daya alam. Degradasi hutan dan perubahan alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian berpotensi menyebabkan turunnya fungsi hidrologis dari Daerah Aliran Sungai itu sendiri (Suprayogo, 2016).

Menurut Berrios (2004) Penutup lahan (*land cover*) meliputi segala unsur biofisik yang terdapat dalam suatu wilayah daratan. Unsur biofisik yang dimaksud meliputi vegetasi, air dan segala unsur hara baik di permukaan tanah ataupun yang menutupi permukaan tanah. Penutup lahan mudah dideteksi oleh penginderaan jarak jauh seperti citra satelit. Tata guna lahan (*landuse*) diartikan sebagai upaya yang dilakukan oleh manusia terhadap lahan yang tersedia untuk mencapai tujuan tertentu. Tata guna lahan menggabungkan biofisik permukaan dan tujuan pemanfaatan lahan

Perubahan fungsi lahan memiliki pengaruh terhadap kondisi biofisik daerah aliran sungai. Deforestasi menyebabkan lahan lebih rentan mengalami erosi tanah dan meningkatnya air limpasan permukaan. Hal ini berdampak kepada menurunnya kualitas air dan meningkatnya potensi terjadinya sedimentasi (Suprayogo, 2016).

Menurut Juwono (2019) Perubahan lahan hutan menjadi lahan pertanian mampu menyebabkan turunnya fungsi hidrologis DAS jika mengabaikan konservasi tanah dan konservasi air. Berkurangnya air yang meresap ke tanah untuk sumber air bawah tanah menyebabkan kekeringan air. Penebangan pohon di daerah hulu juga menyebabkan aliran air di bagian hilir menjadi keruh. Air yang keruh di

bagian hiir menyebabkan berkurangnya instensitas cahaya di permukaan air yang menyebabkan terganggunya fotosintesis di bawah permukaan air

Penebangan hutan untuk kebutuhan komersial bisa menjadi masalah yang serius. Biasanya dilakukan pembersihan lahan pada hutan untuk digunakan untuk usaha pertanian. Lahan yang telah ditanami untuk usaha pertanian dalam jangka waktu tertentu akan mengalami penipisan unsur hara. Menipisnya unsur hara pada tanah menyebabkan menurunnya tingkat kesuburan tanah. Lahan yang tingkat kesuburan tanahnya rendah ditinggalkan, kemudian kegiatan pertanian dipindahkan ke tanah yang tingkat kesuburannya masih tinggi. Lahan yang tingkat kesuburan tanahnya sudah rendah ditinggalkan dalam jangka waktu tertentu hingga lahan tersebut kembali pulih dan tingkat kesuburan tanahnya naik kembali. Lamanya lahan tersebut memulihkan tingkat kesuburan tanah tergantung dari berbagai faktor seperti faktor iklim dan tanah. Hal ini menyebabkan tutupan hutan pada suatu daerah menjadi sangat menipis dan menyebabkan hutan kehilangan fungsinya (Suprayogo, 2016).

Perubahan fungsi lahan menyebabkan infiltrasi tanah menurun. Karena perubahan fungsi lahan, jumlah pohon yang memiliki peran dalam menyerap air hujan menjadi jauh berkurang. Hal ini menyebabkan air hujan yang turun langsung mengalir di atas permukaan. Meningkatnya limpasan permukaan ini menyebabkan meningkatnya debit air sungai (Indarto, 2016).

### **2.3 Erosi**

Menurut Arsyad (2010) 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 dari suatu tempat terkikis dan terangkut kemudian diendapkan pada suatu tempat lain.

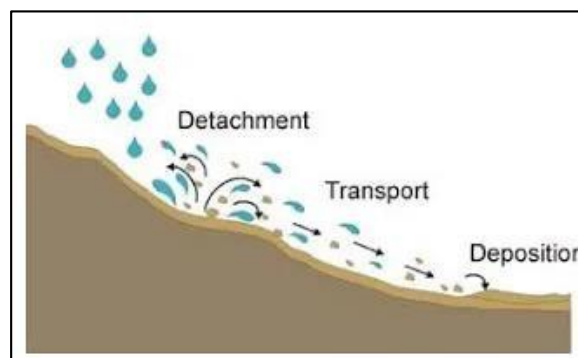
Erosi dapat disebabkan oleh perbuatan manusia (*accelarated erosion*) maupun yang terjadi secara alami. Erosi geologi merupakan erosi yang prosesnya terbentuknya berasal dari terkikisnya batuan yang ada sejak bumi terbentuk. Erosi geologi lah yang menyebabkan terbentuknya morfologi bumi saat ini. Erosi normal atau erosi alami adalah erosi yang prosesnya terjadi secara alami. Laju proses erosi normal terjadi lambat. Erosi alami merupakan proses pengangkutan tanah atau

bagian-bagian sehingga terbentuknya lapisan tanah yang tebal yang mampu mendukung pertumbuhan vegetasi secara normal. Erosi dipercepat disebabkan oleh tindakan manusia yang salah dalam mengolah sumber daya alam. Proses pengangkutan tanah pada erosi dipercepat berlangsung lebih cepat dari proses terbentuknya tanah. Erosi dipercepat dapat menyebabkan rusaknya tanah dan hilangnya keseimbangan alam (Asdak, 2002).

#### 2.4 Proses Erosi

Erosi tanah terjadi melalui beberapa proses yakni penghancuran, pengangkutan, dan pengendapan. Proses yang pertama yaitu proses pengelupasan dan pengancuran partikel-partikel tanah oleh akibat tumbukan air hujan (*detachment*). Proses selanjutnya adalah proses pengangkutan partikel-partikel tanah yang sudah dihancurkan menuju ke lereng bawah (*transport*). Proses ini bisa terjadi karena akibat air hujan dan akibat penggerusan tanah. Proses selanjutnya adalah proses pengendapan (*deposition*) atau sedimentasi. Partikel tanah yang hasil erosi yang diangkut mengendap dan merubah sedimen menjadi batuan sedimen (Meyer, 1991).

Air hujan yang turun ke permukaan tanah menyebabkan partikel-partikel tanah terlepas dari tanah dan terpercik ke segala arah. Jika air hujan yang turun tidak terinfiltrasi, maka terjadilah aliran permukaan dan partikel tanah yang terpercik diangkut turun ke lereng bawah (Irwan, 2017).



**Gambar 2.2** Proses Terjadinya Erosi

## 2.5 Jenis Erosi

Berdasarkan penyebab terjadinya erosi, erosi dibedakan menjadi erosi percik dan erosi gerusan. Erosi percik memiliki daya erosi jauh lebih besar dari erosi gerusan.

- Erosi percik (*splash erosion*)

Erosi percik adalah erosi yang terjadi karena energi kinetik air hujan yang menyebabkan pemecahan partikel-partikel tanah. Air hujan yang jatuh langsung ke permukaan tanah menyebabkan terlepasnya partikel tanah. Semakin besar dan cepat curah hujan yang jatuh menyebabkan energi kinetik hujan semakin besar. Erosi percik dipengaruhi oleh kemampuan tanah menahan kapasitas butir hujan (Asdak, 2002).



**Gambar 2.3** Erosi Percik

- Erosi gerusan (*scour erosion*)

Erosi gerusan adalah erosi yang disebabkan oleh gerusan aliran permukaan. Erosi ini terjadi apabila air hujan tidak mampu terinfiltrasi oleh tanah (Arsyad, 2010).



**Gambar 2.4** Erosi Gerusan

Berdasarkan bentuknya, erosi dibedakan menjadi beberapa bentuk yaitu:

- Erosi lembar (*sheet erosion*)

Erosi lembar adalah erosi yang terjadi oleh pengikisan lapisan permukaan tanah. Erosi lembar disebabkan oleh air hujan yang memiliki daya erosi lebih tinggi jika tidak ada vegetasi yang menahan tanah dari energi air hujan.



**Gambar 2.5** Erosi Lembar

- Erosi alur (*rill erosion*)

Erosi alur terjadi karena air yang mengalir di permukaan tanah berkumpul dan terkonsentrasi di suatu tempat sehingga pemindahan tanah lebih banyak terjadi pada tempat tersebut. Kecepatan aliran meningkat pada lintasan yang lebih mudah.





**Gambar 2.6** Erosi Alur

- Erosi parit (*gully erosion*)

Proses terjadinya erosi parit sama dengan terjadinya erosi alur. Erosi parit bisa juga disebut sebagai pengembangan dari erosi alur. Erosi parit berada pada pinggiran curam. Bentuk erosi parit bergantung dari kepekaan erosinya (Arsyad, 2010).



**Gambar 2.7** Erosi Parit

- Erosi tebing sungai (*stream/river bank erosion*)

Erosi tebing sungai terjadi akibat pengikisan tebing sungai oleh arus air pada kelokan sungai. Daya erosi tebing sungai akan semakin meningkat jika pengolahan tanah yang dilakukan terlalu dekat dengan tebing sungai.



**Gambar 2.8** Erosi Tebing Sungai

- Longsor

Longsor merupakan perpindahan tanah dengan volume besar yang terjadi di lereng yang curam. Longsor terjadi karena lapisan bawah tanah agak kedap air yang bisa menjadi bidang luncur partikel tanah. (Arsyad, 2010 dan Asdak, 2002).



**Gambar 2.9** Longsor

- Erosi Internal

Erosi internal merupakan erosi yang terjadi akibat terangkutnya butir-butir primer secara vertikal ke bawah ke dalam celah-celah atau pori-pori tanah, sehingga tanah menjadi kedap air dan udara

## 2.6 Faktor yang Mempengaruhi Erosi

Menurut Baver (1959) terjadinya erosi dipengaruhi oleh faktor-faktor iklim, topografi, vegetasi, tanah, dan tindakan manusia.

### 1. Faktor iklim

Faktor iklim yang mempengaruhi erosi antara lain adalah hujan dan juga suhu. Menurut Baver (1959), sifat hujan yang menentukan besarnya erosi adalah intensitas, jumlah, dan distribusi hujan. Erosi lebih mudah terjadi dan lebih besar daya erosinya pada daerah tropis dibandingkan daerah beriklim sedang. Semakin tinggi intensitas hujan berpengaruh pada besarnya aliran permukaan. Besarnya aliran permukaan berpengaruh pada besarnya erosi.

### 2. Faktor topografi

Faktor topografi meliputi kemiringan lereng, panjang lereng, dan bentuk lereng (Zachar, 1982). Kemiringan lereng merupakan faktor yang paling besar pengaruhnya terhadap erosi. Lereng yang semakin curam menyebabkan semakin banyak tanah yang terlepas dari tanah akibat tumbukan air hujan. Lereng yang curam menyebabkan meningkatnya kecepatan aliran permukaan yang membawa partikel tanah yang telah dihancurkan oleh air hujan.

### 3. Faktor vegetasi

Faktor vegetasi memiliki pengaruh dalam menahan aliran permukaan yang bisa menyebabkan erosi. Menurut Arsyad (2010) pengaruh vegetasi terhadap erosi dibagi menjadi:

- Kemampuan vegetasi dalam menyerap air hujan
- Pengurangan kecepatan aliran permukaan dan kekuatan perusak aliran permukaan
- Kemampuan akar dalam meningkatkan kekuatan tanah
- Kegiatan biologi yang berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif dan porositas tanah
- Besarnya transpirasi tanah oleh vegetasi.

#### 4. Faktor tanah

Faktor tanah yang menentukan besar tidaknya erosi dipengaruhi oleh sifat fisik dan sifat kimia tanah. Menurut Asdak (2010), sifat tanah yang berpengaruh terhadap kepekaan terhadap erosi adalah tekstur, struktur, bahan organik, kedalaman tanah, sifat lapisan bawah, dan tingkat kesuburan tanah.

#### 5. Faktor tindakan manusia

Tindakan manusia yang salah dalam mengolah sumber daya alam dapat meningkatkan dampak dan kemungkinan terjadinya erosi. Penebangan hutan merupakan salah satu penyebab meningkatnya kemungkinan erosi, namun manusia dapat menurunkan dampak erosi dengan melakukan terasering pada lahan dengan kemiringan lereng yang curam.

### 2.7 Prediksi Erosi Menggunakan Metode USLE

Wischmeier dan Smith (1978) mengembangkan suatu metode parametrik untuk menentukan besarnya erosi yang disebut *Universal Soil Loss Equation* (USLE). USLE merupakan suatu model untuk memprediksi besarnya dugaan laju rata-rata erosi pada suatu tanah dari berbagai parameter yang didapat. USLE merupakan metode yang masih relevan digunakan saat ini terlepas dari beberapa kelemahan yang terdapat di metode ini. Persamaan dalam metode USLE dirumuskan pada persamaan 2.1.

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \quad (2.1)$$

dimana:

A = banyaknya tanah yang tererosi (ton/ha/th)

R = faktor erosivitas hujan

K = faktor erodibilitas tanah, merupakan kepekaan tanah terhadap erosi

L = faktor panjang lereng, merupakan rasio dari besarnya erosi dari tanah dengan suatu panjang lereng tertentu terhadap erosi dari tanah.

S = faktor kemiringan lereng, merupakan rasio dari besarnya erosi dari tanah dengan suatu kemiringan lereng tertentu terhadap erosi dari tanah

C = faktor vegetasi dan pengelolaan tanaman, merupakan rasio dari besarnya erosi dari tanah dengan pengelolaan tanaman tertentu terhadap besarnya erosi dari tanah yang tidak dilakukan pengelolaan tanaman.

P = faktor konservasi tanah, merupakan rasio dari besarnya erosi dari tanah yang diberi tindakan-tindakan konservasi khusus terhadap tanah yang tidak diberi perlakuan konservasi

Kelas bahaya erosi dan tingkat bahaya erosi berdasarkan besarnya kehilangan tanah dapat dilihat lebih jelas pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Tabel Kelas dan Tingkat Bahaya Erosi

Kelas Bahaya Erosi	Erosi Tanah (ton/ha/tahun)	Tingkat Bahaya Erosi
I	<15	Sangat Rendah
II	15 - 60	Rendah
III	60 - 180	Sedang
IV	180 - 480	Tinggi
V	>480	Sangat Tinggi

Berikut dijelaskan lebih rinci mengenai parameter-parameter dalam menentukan besarnya erosi metode USLE.

### 2.7.1 Faktor Erosivitas Hujan (R)

Kemampuan hujan untuk menimbulkan erosi disebut erosivitas hujan (*rain erosivity*) (Arsyad, 2010). Erosivitas hujan didapat dari pengolahan data curah hujan. Perhitungan erosivitas hujan ditentukan dari butir-butir hujan yang jatuh ke permukaan tanah. Energi butir-butir hujan yang jatuh ke permukaan tanah dan memecah agregat tanah disebut sebagai energi kinetik hujan. Menurut Wischmeier dan Smith (1978), besarnya energi kinetik hujan diperoleh dari persamaan 2.2.

$$E = 210,3 + 89 \text{ Log } I \quad (2.2)$$

dimana:

E = energi kinetik hujan dalam ton meter I = intensitas hujan dalam cm/jam

Lenvain, 1988 merumuskan persamaan dalam mencari erosivitas hujan bulanan dengan rumus sebagaimana disajikan pada persamaan 2.3.

$$R = 2,21 \times P^{1,36} \quad (2.3)$$

dimana :

$R$  = indeks erosivitas hujan bulanan (ton.m/ha/cm hujan),

$P$  = curah hujan bulanan (cm)

Jumlah curah hujan tahunan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori. Klasifikasi curah hujan tahunan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Klasifikasi Curah Hujan

Kelas	Curah Hujan mm/tahun	Klasifikasi
1	< 1500	Sangat Rendah
2	1500 - 2000	Rendah
3	2000 - 2500	Sedang
4	2500 - 3000	Tinggi
5	> 3000	Sangat Tinggi

*Sumber : Kementerian Kehutanan (2013)*

### 2.7.2 Faktor Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas tanah didefinisikan sebagai kepekaan erosi tanah yaitu mudah tidaknya tanah tererosi. Asdak (1995) menjelaskan ada 4 sifat tanah yang penting dalam menentukan erodibilitas tanah. Parameter-parameter yang diperlukan dalam menentukan erodibilitas tanah antara lain tekstur tanah, unsur organik, struktur tanah, dan juga permeabilitas tanah.

Tekstur tanah memiliki peranan besar dalam menentukan erodibilitas tanah. Unsur utama tanah adalah pasir (*sand*), debu (*silt*), dan liat (*clay*). Tanah dengan kandungan dominan liat memiliki ikatan antar partikel yang kuat atau memiliki kemampuan menahan erosi yang besar. Tanah dengan unsur utama pasir halus dan memiliki sedikit unsur organik memiliki kemungkinan terjadi erosi yang lebih besar (Asdak, 1995).

Menurut Voroney (1981), sifat erodibilitas tanah turun secara linear dengan kenaikan unsur organik dalam tanah. Unsur organik yang terdapat pada tanah berperan dalam menahan laju erosi pada tanah. Unsur organik dalam tanah dapat memperbaiki struktur tanah dan dapat meningkatkan permeabilitas tanah. Unsur organik dapat menghambat kecepatan air larian dan menurunkan kemungkinan terjadi erosi.

Struktur tanah adalah partikel tanah di tiap lapisan tanah yang membentuk gumpalan-gumpalan. Gumpalan-gumpalan ini mempunyai bentuk, ukuran, dan kemantapan (ketahanan) yang berbeda-beda). Struktur tanah dapat mempengaruhi kemampuan tanah dalam menyerap air tanah (Arsyad, 1995).

Permeabilitas tanah merupakan kemampuan tanah dalam menyerap air ke dalam tanah melalui pori-pori tanah. Tanah dengan permeabilitas tinggi menaikkan laju infiltrasi dan menurunkan laju air larian sehingga menurunkan kemungkinan terjadinya erosi (Arsyad, 1995).

Nilai erodibilitas tanah dihitung dengan menggunakan rumus Wischmeier dan Smith (1978) yang dirumuskan pada persamaan 2.4.

$$100K = 2,1 M^{1,14} (10^{-4}) (12-a) + 3,25 (b-2) + 2,5 (c-3) \quad (2.4)$$

dimana :

K = Nilai erodibilitas tanah

M = ukuran partikel (% pasir halus + % debu) x (100 - % liat)

a = persentase bahan organik

b = kelas struktur tanah

c = kelas permeabilitas tanah

Putlisbang Pengairan Bandung merangkum nilai perkiraan erodibilitas tanah berdasarkan tipe tanah yang sering dijumpai yang dijelaskan pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Nilai Erodibilitas Berdasarkan Tipe Tanah yang Sering Dijumpai

Kode	Tipe Tanah	Nilai K
1	Tanah eutropik organik	0,301
2	Tanah hidromorphic alluvial	0,156
3	Tanah abu-abu alluvial	0,259
4	Tanah alluvial coklat keabu-abuan	0,315
5	Alluvial abu-abu dan alluvial coklat keabu-abuan	0,193
6	Kompleks tanah alluvial abu-abu dan tanah humic abu-abu	0,205
7	Kompleks tanah alluvial abu-abu dan tanah humic rendah abu-abu	0,202
8	Kompleks tanah hidromorfic abu-abu dan planosol coklat keabu-abuan	0,301
9	Planosol coklat keabu-abuan	0,251
10	Komplek tanah litosol dan tanah mediteran merah	0,215
11	Regosol abu-abu	0,304
12	Komplek regosol abu-abu dan litosol	0,172

**Tabel 2.2** Nilai Erodibilitas Berdasarkan Tipe Tanah (*lanjutan*)

Kode	Tipe Tanah	Nilai K
13	Regosol coklat	0,346
14	Regosol coklat kekuning-kuningan	0,331
15	Regosol abu-abu kekuning-kuningan	0,301
16	Komplek regosol dan litosol	0,302
17	Andosol coklat	0,278
18	Andosol coklat kekuning-kuningan	0,223
19	Komplek andosol coklat dan regosol coklat	0,271
20	Komplek rensinas, litosol dan tanah hutan coklat	0,157
21	Grumosol abu-abu	0,176
22	Grumosol abu-abu hitam	0,187
23	Komplek grumosol, regosol dan tanah mediteran	0,201
24	Komplek tanah mediteran coklat dan litosol	0,323
25	Komplek tanah mediteran dan grumosol	0,275
26	Komplek tanah mediteran coklat kemerahan dan litosol	0,188
27	Latosol coklat	0,175
28	Latosol coklat kemerahan	0,121
29	Latosol coklat hitam kemerahan	0,058
30	Latosol coklat kekuningan	0,082
31	Latosol merah	0,075
32	Latosol merah kekuningan	0,054
33	Kompleks latosol coklat dan regosol abu-abu	0,186
34	Kompleks latosol coklat dan kekuningan	0,091
35	Kompleks latosol coklat kemerahan dan latosol coklat	0,067
36	Kompleks latosol merah, latosol coklat kemerahan dan litosol	0,062
37	Kompleks latosol merah dan latosol coklat kemerahan	0,061
38	Kompleks latosol merah kekuningan, latosol coklat kemerahan dan litosol	0,064
39	Kompleks latosol coklat kemerahan dan litosol	0,075
40	Kompleks latosol merah kekuningan, latosol coklat podsolik merah kekuningan dan litosol	0,116
41	Tanah podsolik kuning	0,167
42	Tanah podsolik merah kekuningan	0,166
43	Tanah podsolik merah kekuningan	0,158
44	Kompleks podsolik kuning dan tanah hidromorphic abu-abu	0,249
45	Kompleks tanah podsolik kuning dan regosol	0,158
46	Kompleks tanah podsolik kuning, podsolik merah kekuningan dan regosol	0,175
47	Kompleks laterik merah kekuningan dan tanah podsolik merah kekuningan	0,175

Sumber : Putlisbang Pengairan Bandung dalam Hendrawan (2004)



Tingkat erodibilitas tanah berdasarkan nilai erodibilitas tanah dapat dilihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.3** Tabel Tingkat Erodibilitas

Kelas	Nilai K	Tingkat Erodibilitas
1	0,00 - 0,10	Sangat rendah
2	0,11 - 0,21	Rendah
3	0,22 - 0,32	Sedang
4	0,33 - 0,44	Agak tinggi
5	0,45 - 0,55	Tinggi
6	0,56 - 0,64	Sangat tinggi

*Sumber : Arsyad (2010)*

### 2.7.3 Faktor Panjang Lereng (L) dan Kemiringan Lereng (S)

Menurut Scwab (1981), nilai panjang lereng (L) dirumuskan oleh persamaan 2.4.

$$L = (1/22,1)m \quad (2.4)$$

dimana:

l = panjang lereng dalam meter m = konstanta yang besarnya:

m = 0,5 (untuk kemiringan lereng > 5%)

m = 0,4 (untuk kemiringan lereng 3,5% - 5%)

m = 0,3 (untuk kemiringan lereng 1% - 3%) m = 0,2 (untuk kemiringan lereng <1%)

Jika digunakan kecuraman lereng dalam persen maka persamaan faktor S menjadi:

$S = 0,065 + 0,0454 S + 0,0065 S^2$  ,untuk  $S < 12\%$   $S = (S/9)1,35$  ,untuk  $S > 12\%$

Nilai persentase kemiringan lereng dapat juga dijadikan konversi nilai LS yang dapat dilihat pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.4** Tabel Penilaian Kelas Lereng

Kelas Lereng	Kemiringan Lereng	Nilai LS	Keterangan
I	0 - 8%	0,4	Datar
II	8 - 15%	1,4	Landai
III	15 - 25%	3,1	Agak Curam
IV	25 - 40%	6,8	Curam
V	>40%	9,5	Sangat Curam

*Sumber : Kementerian Kehutanan (2013)*

#### 2.7.4 Faktor Pengolaan Tanaman (C) dan Konservasi Tanah (P)

Nilai faktor tanaman merupakan pengaruh antara jenis tanaman, pengelolaan sisa-sisa tanaman. Nilai faktor C menunjukkan seluruh pengaruh dari vegetasi, permukaan tanah, dan pengelolaan lahan terhadap besarnya kehilangan tanah oleh erosi. Nilai C pada berbagai penggunaan lahan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

**Tabel 2.4** Nilai Faktor C

No	Jenis Tanaman / tata guna lahan	Nilai C
1	Tanaman rumput	0,290
2	Tanaman kacang jogo	0,161
3	Tanaman gandum	0,242
4	Tanaman ubi kayu	0,363
5	Tanaman kedelai	0,399
6	Tanaman serai wangi	0,434
7	Tanaman padi lahan kering	0,560
8	Tanaman padi lahan basah	0,010
9	Tanaman jagung	0,637
10	Tanaman jahe, cabe	0,900
11	Tanaman kentang ditanam searah lereng	1,000
12	Tanaman kentang ditanam searah kontur	0,350
13	Pola tanam tumpang gilir + mulsa jerami	0,079
14	Pola tanam berurutan + mulsa sisa tanaman	0,347
15	Pola tanam berurutan	0,398
16	Pola tanaman tumpang gilir + mulsa sisa tanaman	0,357
17	Kebun campuran	0,200
18	Ladang berpindah	0,400
19	Tanah kosong diolah	1,000
20	Tanah kosong tidak diolah	0,950
21	Hutan tidak terganggu	0,001
22	Semak tidak terganggu	0,010
23	Alang-alang permanen	0,020
24	Alang-alang dibakar	0,700
25	Sengon dengan semak	0,012
26	Sengon tidak disertai semak dan tanpa seresah	1,000
27	Pohon tanpa semak	0,320

Sumber : Abdurachman dkk, 1984

Nilai faktor P adalah faktor tindakan konservasi tanah. Nilai faktor P merupakan nilai konservasi tertentu terhadap tanah yang diolah tanpa tindakan konservasi. Nilai faktor konservasi tanah dapat dilihat pada Tabel 2.5.

**Tabel 2.5** Nilai Faktor Konservasi Tanah (P)

No	Teknik Konservasi Tanah	Nilai P
1	Teras bangku :	
	a. baik	0,20
	b. jelek	0,35
2	Teras bangku : jagung - ubi kayu/kedelai	0,056
3	Teras bangku : sorghum - sorghum	0,024
4	Teras tradisional	0,40
5	Teras gulud : padi - jagung	0,013
6	Teras gulud : ketela pohon	0,063
7	Teras gulud : jagung - kacang + mulsa sisa tanaman	0,006
8	Teras gulud : kacang kedelai	0,105
9	Tanaman dalam kontur :	
	a. kemiringan 0 - 8 %	0,50
	b. kemiringan 9-20%	0,75
	c. kemiringan >20%	0,90
10	Tanaman dalam jalur: jagung - kacang tanah + mulsa	0,05
11	Mulsa limbah jerami :	
	a.6 ton/ha/tahun	0,30
	b.3 ton/ha/tahun	0,50
	c.1 ton/ha/tahun	0,80
12	Tanaman perkebunan	
	a. dengan penutup tanah rapat	0,10
	b. dengan penutup tanah sedang	0,50
13	Padang rumput	
	a. baik	0,04
	b. jelek	0,40

Sumber : Abdurachman dkk, 1984

Menurut Asdak (1995) Nilai faktor P dan nilai faktor C sangat berkaitan erat. Nilai faktor P di lapangan mudah diperhitungkan bila penilaian faktornya digabungkan dengan faktor C. Nilai faktor CP dapat dilihat pada Tabel 2.6.

**Tabel 2.6** Nilai Faktor CP Untuk Berbagai Faktor Penutupan Lahan

No	Penutupan Lahan	Nilai CP
1	Belukar Rawa	0,01
2	Rawa	0,01
3	Semak/Belukar	0,3
4	Pertanian Lahan Kering Campur	0,19
5	Pertanian Lahan Kering	0,28
6	Perkebunan	0,5
7	Permukiman	0,95
8	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,01
9	Hutan Mangrove Sekunder	0,01
10	Hutan Rawa Sekunder	0,01
11	Hutan Tanaman	0,05
12	Sawah	0,01
13	Tambak	0,001
14	Tanah Terbuka	0,95
15	Tubuh Air	0,001

*Sumber : BPDAS Wampu Sei Ular dalam Jayusri (2012)*

## 2.8 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem informasi berbasis komputer yang menampilkan proses-proses yang digunakan untuk memecahkan persoalan-persoalan. SIG adalah sistem yang dapat mendukung pengambilan keputusan spasial dan mampu mengintegrasikan deskripsi – deskripsi lokasi dengan karakteristik – karakteristik fenomena yang ditemukan di lokasi tersebut. SIG mengumpulkan, menyimpan, menampilkan, dan mengkorelasikan data spasial untuk dilanjutkan dalam analisis data. SIG yang lengkap mencakup metodologi dan teknologi yang diperlukan yaitu data spasial, perangkat keras, perangkat lunak dan struktur organisasi (Gistut, 1994).

### 2.8.1 Subsistem Dalam Sistem Informasi Geografis

Menurut Yousman (2004) Sistem Informasi Geografis dapat diuraikan menjadi beberapa subsistem sebagai berikut :

1) Subsistem masukan (*input*)

Subsistem masukan (*input*) memiliki peran dalam mengambil, mengumpulkan, dan mengubah data spasial dan data atribut dari berbagai sumber ke dalam bentuk digital yang dapat diterima dan dipakai dalam pengolahan SIG.

2) Subsistem manajemen

Subsistem manajemen memiliki peran dalam mengorganisasikan data atribut dan data spasial ke dalam sebuah sistem basis data.

3) Subsistem manipulasi dan analisis

Subsistem ini memiliki peran dalam membuat pemodelan data untuk menghasilkan informasi data yang diharapkan.

4) Subsistem keluaran (*output*)

Subsistem keluaran (*output*) merupakan hasil analisis data baik dalam bentuk softcopy maupun hardcopy dalam bentuk tabel, grafik, peta atau format lainnya.

### 2.8.2 Komponen Dalam Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis memiliki komponen-komponen yang saling berkaitan satu sama lain. Menurut Charter (2009), komponen-komponen pada Sistem Informasi Geografis dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok, yaitu perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), data, manusia, dan metode.

1) Perangkat lunak (*software*), yaitu komponen SIG yang berupa program-program pendukung kerja SIG seperti input data, proses data, dan output data.

2) Perangkat keras (*hardware*), yaitu berupa perlengkapan yang mendukung kerja SIG, seperti CPU, monitor, printer, digitizer, *scanner*, *plotter*, CD rom, VDU, dan *flash disk*.

3) Data, Charter dan Agtisati (2004) menyatakan data pada Sistem Informasi Geografis dibagi menjadi data spasial dan data atribut. Data spasial merupakan data yang bereferensi geografi yang umumnya ditampilkan dalam bentuk koordinat. Data spasial dapat berbentuk titik, garis, maupun

poligon. Data atribut berisi tentang karakteristik atau keterangan suatu objek. Data atribut dapat berbentuk huruf, angka, tabel, dan diagram.

- 4) Manusia, yaitu pelaku yang melakukan pengumpulan, proses, serta analisis data. Manusia merupakan komponen yang mengendalikan semua proses hingga mencapai hasil yang dibutuhkan.
- 5) Metode, yaitu cara atau langkah-langkah dalam semua proses pengolahan data. Metode pada Sistem Informasi geografis berbeda-beda untuk setiap permasalahan yang ada.

### **2.8.3 Kemampuan Analisis Dalam Sistem Informasi Geografis**

Yousman (2004) menjelaskan kemampuan analisis dalam Sistem Informasi Geografis sebagai berikut :

- 1) Klasifikasi, yaitu proses analisis dalam mengelompokkan data spasial menjadi data spasial baru.
- 2) *Overlay*, yaitu proses dalam menganalisis dan mengintegrasikan dua atau lebih data spasial yang berbeda.
- 3) *Networking*, yaitu proses yang bertitik tolak pada jaringan yang terdiri dari garis-garis dan titik-titik yang saling terhubung.
- 4) *Buffering*, yaitu proses yang menghasilkan penyangga berbentuk lingkaran atau poligon yang meliputi suatu objek sebagai pusatnya. *Buffering* dapat digunakan untuk melakukan perencanaan, perlindungan lingkungan, dan pemetaan zonasi.
- 5) Analisis tiga dimensi, digunakan untuk memudahkan pemahaman karena data divisualisasikan dalam bentuk tiga dimensi.

### **2.8.4 Sumber Data Dalam Sistem Informasi Geografis**

Sumber data dalam sistem informasi geografis dapat diperoleh dari berbagai sumber antara lain :

- 1) Data peta analog, biasanya memiliki referensi spasial seperti koordinat, skala, arah mata angin, dan sebagainya. Peta analog dapat diolah menjadi peta digital sehingga dapat terbaca oleh *hardware* pada SIG.
- 2) Data penginderaan jauh, seperti citra satelit, foto udara dan sebagainya. Pengindraan jauh merupakan upaya untuk memperoleh, menunjukkan atau

mengidentifikasi dan menganalisis objek dengan sensor pada posisi pengamatan daerah kajian.

- 3) Data terestris atau data lapangan, yaitu data yang dihasilkan dari pengamatan atau observasi lapangan, sehingga data terestris dapat menjadi data penunjang dalam pengumpulan data.

### **2.8.5 Pemetaan Sistem Informasi Geografis**

Kegiatan penggambaran peta tidak bisa lepas dari aktifitas kartografi atau pemetaan. Pemetaan adalah pengelompokkan suatu kumpulan wilayah yang berkaitan dengan beberapa letak geografis wilayah yang meliputi dataran tinggi, pegunungan, sumber daya dan potensi penduduk dalam penggunaan skala yang tepat (Munir, 2012).

### **2.8.6 Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis**

Menurut Budiyanto (2004), Sistem Informasi Geografis dapat memberikan manfaat- manfaat yaitu:

- 1) Menjelaskan lokasi atau letak
- 2) Menjelaskan kondisi ruang
- 3) Menjelaskan suatu kecenderungan dan menggambarkan suatu kemungkinan suatu fenomena terjadi di masa depan.
- 4) Menjelaskan tentang pola spasial seperti sebaran rumah-rumah penduduk, pola pengembangan wilayah, pembangunan sarana dan prasarana, dan lain-lain
- 5) Pemodelan, yang mengkaitkan berbagai informasi tentang letak, kondisi lokasi, pola atau kecenderungan yang akan terjadi di masa datang.

## **2.9 Perangkat Lunak ArcGis**

ArcGis merupakan salah satu software sistem informasi geografis yang dikembangkan oleh *Environment Science & Research Institute (ESRI)*.

Pada analisis kali ini sistem informasi geografis yang digunakan untuk perumusan erosi dengan metode USLE menggunakan perangkat lunak ArcGis 10.8. tepatnya pada ArcMap. Proses pengolahan data dilakukan untuk memperoleh nilai

faktor dari masing-masing parameter yang mempengaruhi tingkat erosi. Bahan-bahan yang diperlukan untuk menganalisis parameter tersebut antara lain:

- Peta DAS Silat yang diperoleh pada pengolahan data DEM dalam format *shapefile (.shp)*.
- Peta jenis tanah dalam format *shapefile (.shp)*.
- Peta kemiringan lereng dalam format *shapefile (.shp)*.
- Peta tutupan lahan dalam format *shapefile (.shp)*.
- Data curah hujan

Masing-masing nilai parameter dimasukkan ke dalam atribut tabel di ArcMap. Daerah yang tingkat kerawanan erosi tinggi akan memiliki total perkalian skor atribut yang besar. Nilai laju erosi yang menentukan kelas dan tingkat bahaya erosi dapat dilihat lebih jelas pada Tabel 2.7.

**Tabel 2.7** Tabel Kelas dan Tingkat Bahaya Erosi

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

*Sumber : Arsyad (2009)*



## 2.10 Penelitian Terdahulu

Penelitian dilakukan dengan meninjau penelitian-penelitian terdahulu. Penelitian terdahulu digunakan untuk menjadi tolak ukur dan dilakukan untuk menemukan inspirasi dalam melakukan penelitian sekarang. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang dijadikan pedoman dalam penelitian dan masih terkait dengan tema yang dikaji.

**Tabel 2.8** Studi Literatur

No	Nama Penulis	Judul	Hasil Penelitian	Metode Penelitian
1	Windah Widianti	Analisis Spasial Tingkat Bahaya Erosi DAS Mempawah Provinsi Kalimantan Barat Menggunakan Sistem Informasi Geografis	- Potensi laju erosi DAS Mempawah sebesar 92.828,02 ton/ha/tahun -Kategori tingkat bahaya erosi beragam dengan tingkat risiko ringan 18,24% luas wilayah, tingkat risiko sedang 52,54% total wilayah dan tingkat risiko berat 29,21% luas wilayah	- Penelitian dilakukan di DAS Mempawah -Hasil analisis data dilakukan dengan beberapa skenario persen penggunaan lahan - Penelitian dilakukan dengan metode USLE dan perhitungan berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)

Tabel 2.8 Studi Literatur (*lanjutan*)

No	Nama Penulis	Judul	Hasil Penelitian	Metode Penelitian
2	I Wayan Sutapa	Analisis Potensi Erosi Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) di Sulawesi Tengah	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potensi laju erosi terbesar pada DAS di Sulawesi Tengah terdapat pada DAS Tawaeli sebesar 5,496,737.43 ton/ha/tahun dan yang terkecil terdapat di DAS Bailo sebesar 4,446.15 ton/ha/tahun</li> <li>-Klasifikasi tingkat bahaya erosi pada DAS di Sulawesi Tengah terdapat bervariasi dengan : Kabupaten Tojo Unauna, pada umumnya klasifikasi sangat ringan; Kab. Donggala tergolong bervariasi dari ringan sampai sangat berat ; Kota Palu tergolong bahaya erosi klasifikasi sedang dan Kabupaten Touna tergolong sangat ringan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penelitian dilakukan di 17 DAS di 3 Kabupaten di Provinsi Sulawesi Tengah</li> <li>- Penelitian menggunakan analisis data dengan metode USLE dan mengklasifikasikan tingkat bahaya erosi pada tiap DAS dari yang sangat ringan hingga sangat berat</li> </ul>
3	Janixon Sinaga	Analisis Potensi Erosi Pada Penggunaan Lahan Daerah Aliran Sungai Sedau di Kecamatan Sintang Selatan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laju potensi erosi di DAS Sedau dalam jumlah yang besar terjadi pada tahun 2010 dengan nilai erosivitas hujan sebesar 3489,94 ton.m/ha/cm hujan, mengakibatkan luas lahan yang masuk dalam kriteria kelas bahaya erosi berat dan sangat berat sebesar 4303,09 ha.</li> <li>-Laju potensi erosi di DAS Sedau dalam jumlah yang kecil terjadi pada tahun 2011 dengan nilai erosivitas hujan hanya sebesar 535,71 ton.m/ha/cm hujan mengakibatkan luas lahan yang masuk dalam kriteria kelas bahaya erosi berat dan sangat berat hanya sebesar 271,95 ha.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penelitian dilakukan di DAS Sedau di Kecamatan Sintang Selatan</li> <li>- Penelitian dilakukan dengan membandingkan bahaya erosi pada tahun 2008, 2010, dan 2011</li> <li>- Peneliti meneliti tentang kualitas air di sungai tersebut dengan melakukan pemeriksaan parameter kekeruhan air</li> </ul>