

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai

2.1.1 Pengertian daerah aliran sungai

Sungai merupakan salah satu sumber daya air utama yang mempunyai peran penting bagi hidup dan kehidupan manusia. Menurut Soejono Sosrodarsono (1985), sungai merupakan perpaduan antara alur sungai dan aliran didalamnya, dimana alur sungai tersebut merupakan alur panjang di permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari air hujan. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa wilayah sungai adalah kesatuan wilayah tata pengairan hasil pengembangan satu dan atau lebih daerah pengaliran. Sungai terdiri dari daerah aliran sungai (DAS), wilayah sungai (WS), sempadan sungai (SS), dan badan sungai (BS) yang merupakan satu kesatuan ekosistem integral.

Menurut Asdak (2002:4), daerah aliran sungai adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkan ke laut melalui sungai utama. Wilayah daratan tersebut dinamakan daerah tangkapan air (*catchment area*) yang merupakan suatu ekosistem dengan unsur utamanya terdiri atas sumber daya alam (tanah, air dan vegetasi) dan sumber daya manusia sebagai pemanfaat sumber daya alam.



Gambar 2. 1 Daur Hidrologi DAS

Sumber: <http://www.fitriani.blogger.com/html>. (diakses pada tanggal 9 Agustus 2009)

2.1.2 Bentuk daerah aliran sungai

Menurut Soewarno (1991:23), pola sungai menentukan bentuk suatu daerah aliran sungai. Bentuk daerah aliran sungai mempunyai arti penting dalam hubungannya dengan aliran sungai, yaitu berpengaruh terhadap kecepatan terpusatnya air. Pada umumnya bentuk daerah aliran sungai dapat dibedakan menjadi 4 macam, yaitu : (Sosrodarsono, 1985:169)

a. Daerah pengaliran bulu burung

Jalur daerah di kiri kanan sungai utama dimana anak-anak sungai mengalir ke sungai utama disebut pengaliran bulu burung. Daerah pengaliran mempunyai debit banjir yang kecil, oleh karena waktu tiba banjir dari anak-anak sungai itu berbeda-beda. Sebaliknya banjir berlangsung agak lama.

b. Daerah pengaliran radial

Daerah pengaliran yang berbentuk kipas atau lingkaran dan dimana anak-anak sungainya mengkonsentrasi ke suatu titik secara radial disebut daerah pengaliran radial. Daerah pengaliran dengan corak demikian mempunyai banjir yang besar di dekat titik pertemuan anak-anak sungai.

c. Daerah pengaliran paralel

Bentuk ini mempunyai corak dimana dua jalur daerah pengaliran yang bersatu di bagian pengaliran yang bersatu dibagian hilir. Banjir itu terjadi disebelah hilir titik pertemuan sungai-sungai.

d. Daerah pengaliran yang kompleks

Hanya beberapa buah daerah aliran yang mempunyai bentuk-bentuk ini dan disebut daerah pengaliran yang kompleks.

2.2 Erosi

2.2.1 Pengertian erosi

Erosi adalah suatu peristiwa hilang atau terkikisnya tanah atau bagian tanah dari suatu tempat yang terangkut ke tempat lain, baik disebabkan oleh pergerakan air dari suatu tempat yang terangkut ke tempat lain, ataupun angin (Arsyad, 1983). Didaerah tropis basah seperti Indonesia erosi terutama disebabkan oleh air. Erosi air timbul apabila terdapat aksi dispersi dan tenaga pengangkut oleh air hujan yang mengalir dipermukaan tanah. Selama terjadi hujan, limpasan

permukaan berubah terus dengan cepat, tetapi pada waktu mendekati akhir hujan, limpasan permukaan berkurang dengan laju yang sangat rendah dan pada saat ini tidak terjadi erosi.

Menurut kejadian, erosi terdiri dari erosi geologi (*geological erosion*) dan erosi dipercepat (*accelerated erosion*). Erosi geologi merupakan erosi yang berlangsung secara alamiah, terjadi secara normal di lapangan melalui tahapan sebagai berikut:

1. Pemecahan agregat-agregat tanah atau bongkah-bongkah tanah ke dalam partikel-partikel tanah yaitu butiran tanah-tanah kecil.
2. Pemindahan partikel-partikel tanah tersebut terjadi dengan melalui penghanyutan ataupun karena kekuatan angin.
3. Pengendapan partikel-partikel tanah yang terpindahkan atau terangkut di tempat-tempat yang lebih rendah atau di dasar-dasar sungai.

Pada keadaan ini, tidak dikhawatirkan oleh proses erosi karena peristiwa tersebut masih merupakan proses keseimbangan alam, artinya keseimbangan kehilangan tanah masih sama atau lebih kecil dari proses pembentukan tanah.

Erosi dipercepat merupakan erosi yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia, misalnya kesalahan dalam pengelolaan tanah dalam pelaksanaan pertanian.

2.2.2 Proses erosi

Dua penyebab terjadinya erosi adalah erosi karena sebab alamiah dan erosi karena aktivitas manusia. Erosi alamiah dapat terjadi karena proses pembentukan tanah dan proses erosi yang terjadi untuk mempertahankan keseimbangan tanah secara alami dan umumnya masih memberikan media yang memadai untuk berlangsungnya pertumbuhan kebanyakan tanaman. Sedang erosi karena kegiatan manusia kebanyakan disebabkan oleh terkelupasnya lapisan tanah bagian atas akibat cara bercocok tanam yang tidak mengindahkan kaidah-kaidah konservasi tanah.

Proses erosi bermula dengan terjadinya penghancuran agregat tanah sebagai akibat pukulan air hujan yang mempunyai energi lebih besar daripada daya tahan tanah. Hancuran dari tanah ini akan menyumbat pori-pori tanah, kemudian kapasitas infiltrasi tanah akan menurun dan mengakibatkan air mengalir dipermukaan dan disebut sebagai limpasan permukaan. Limpasan permukaan

mempunyai energi untuk mengikis dan mengangkat partikel tanah yang telah hancur. Selanjutnya jika tenaga limpasan permukaan sudah tidak mampu lagi mengangkat bahan-bahan hancuran tersebut, maka bahan-bahan ini akan diendapkan. Dengan demikian 3 bagian yang berurutan, yaitu :

1. Pengelupasan (*detachment*)
2. Pengangkutan (*transportation*)
3. Pengendapan (*sedimentation*)

2.2.3 Klasifikasi erosi

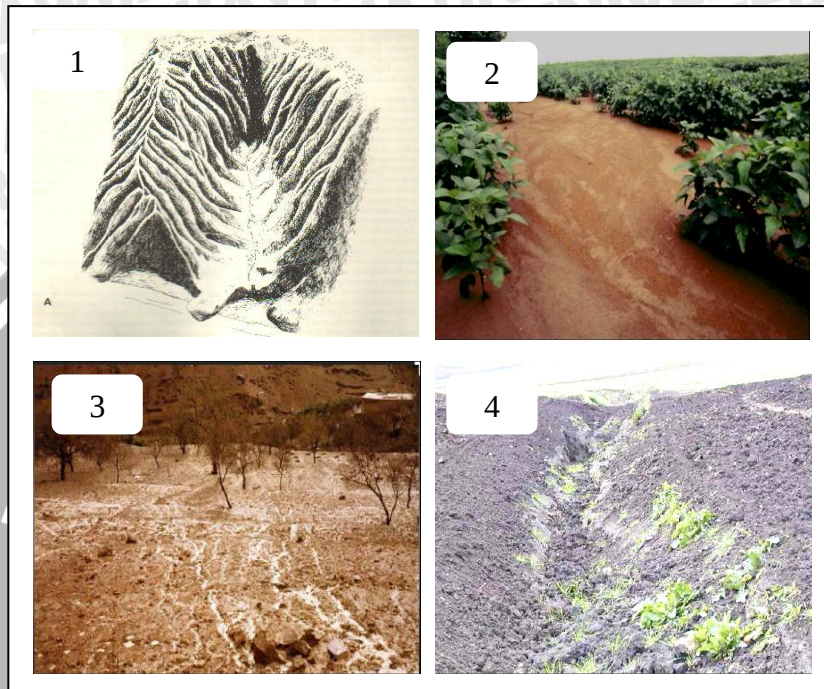
Para pakar konservasi tanah pada mulanya mengklasifikasikan erosi berdasarkan bentuknya, yaitu :

- a) Erosi Lembar (*sheet erosion*)
- b) Erosi Alur (*riil erosion*)
- c) Erosi Selokan (*gully erosion*)

Erosi lembar ditandai dengan pengikisan permukaan kulit bumi secara merata, dan gejala ini sulit dikenal sehingga baru diketahui dalam waktu yang lama. Jika air yang mengalir pada permukaan terkumpul dalam jumlah yang cukup banyak pada suatu tempat akan menyebabkan tanah yang tererosi dari tempat terkumpulnya air tersebut lebih besar daripada erosi tempat lain. Sehingga akhirnya membentuk selokan-selokan kecil, dan gejala ini disebut Erosi Alur. Jika alur yang terbentuk semakin besar menjadi selokan, maka gejala erosinya disebut Erosi Selokan. Perbedaan antara erosi alur dan erosi selokan terletak pada ukuran dan keterlanjutannya. Erosi alur masih bisa diperbaiki dengan pengolahan tanah, sedangkan erosi selokan tidak mungkin lagi.

Klasifikasi tersebut diatas saat sekarang dirasa kurang sesuai, karena dalam klasifikasi tersebut tidak memperhitungkan kekurangan agregat yang terjadi karena pukulan air hujan. Pukulan air hujan merupakan fase pertama dan terpenting dari erosi (Hudson,1976). Lebih lanjut sebenarnya hampir tidak ada kenyataan yang menunjukkan bahwa limpasan permukaan mempunyai kedalaman dan kekuatan yang sama pada semua tempat sehingga mengikis permukaan bumi secara merata (*sheet*). Oleh karena itu Morgan (1979) membedakan bentuk erosi menjadi :

1. Erosi Percikan (*splash erosion*)
2. Erosi Limpasan Permukaan (*overland flow / surface run off erosion*)
3. Erosi Alur (*riil erosion*)
4. Erosi Selokan (*gully erosion*)



Gambar 2. 2 Bentuk-bentuk Erosi

Keterangan:

- Gambar 1: Erosi Percikan
- Gambar 2: Erosi Limpasan Permukaan
- Gambar 3: Erosi Alur
- Gambar 4: Erosi Selokan

Sumber: <http://www.gettyimages.com/html>. (diakses pada tanggal 9 Agustus 2009)

Pengamatan di Indonesia, disamping keempat bentuk tersebut ternyata sering kali juga terjadi perpindahan massa tanah secara bersama-sama. Kejadian ini terutama terjadi pada tanah dengan lapisan atas yang sangat dangkal, atau terletak diatas lapisan tanah yang tidak tembus air, dan juga pada teras yang baru dibangun. Proses ini oleh Carson dan Utomo (1986) disebut erosi massa (*mass wasting*) untuk membedakan dengan tanah longsor. Disamping kelima bentuk tersebut, ada bentuk khusus erosi yaitu tanah longsor (*land slide*) dan erosi yang terjadi pada tebing sungai, danau atau laut (*stream bank erosion*). (Utomo,1994:19-20)

2.2.4 Faktor-faktor yang mempengaruhi erosi

Erosi tanah merupakan suatu fungsi kerja yang mencakup pemecahan partikel-partikel tanah dari agrerat-agrerat dan pemindahan partikel terpecah ke tempat lain. Energi untuk melakukan hal ini disediakan oleh tumbukan butir hujan dan tekanan yang diberikan oleh limpasan. Tekanan limpasan ini akan meningkat dengan meningkatnya kemiringan lahan dan kecepatan limpasan (Lal,1979).

Sinukaban (1980) menyatakan bahwa erosi tanah merupakan suatu peristiwa alami yang ditunjang oleh kegiatan manusia. Sejak awal pembentukan alam, erosi ini sudah terjadi, tetapi kemampuannya belum menimbulkan kerusakan merugikan. Setelah adanya kegiatan manusia maka terjadi peningkatan laju erosi sehingga keseimbangan antara pembentukan tanah dan kehilangan tanah terganggu.

Erosi terjadi melalui proses penghancuran/pengikisan, pengangkutan dan pengendapan. Dengan demikian intensitas erosi ditentukan oleh faktor-faktor yang mempengaruhi ketiga proses tersebut. Hudson (1976) melihat erosi dari dua segi yaitu faktor penyebab, yang dinyatakan dalam erosivitas, dan faktor tanah yang dinyatakan dalam erodibilitas. Jadi kalau dinyatakan dalam fungsi maka :

$$E = f \{ \text{Erosivitas} , \text{Erodibilitas} \} \quad (2-1)$$

Di alam, proses erosi tidak sederhana hasil kali erosivitas dan erodibilitas saja, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kedua variabel tersebut. Erosivitas dalam erosi air merupakan manifestasi hujan, dipengaruhi oleh adanya vegetasi dan kemiringan, dan erodibilitas juga dipengaruhi oleh adanya vegetasi. Dan akhirnya aktivitas manusia tentunya juga sangat mempengaruhi faktor-faktor tersebut. Oleh karena itu dapat dikemukakan pula bahwa erosi adalah fungsi dari hujan (H), Tanah (T), Kemiringan (K), Vegetasi (V), dan Manusia (M). Jadi apabila dinyatakan dalam fungsi, maka :

$$E = f \{ H, T, K, V, M \} \quad (2-2)$$

Artinya erosi akan dipengaruhi oleh sifat hujan, tanah, derajat dan panjang lereng, adanya penutup tanah yang berupa vegetasi dan aktivitas manusia dalam hubungannya dengan pemakaian tanah.

2.2.5 Dampak erosi

a) Dampak erosi terhadap tanah

Menurut Russel (1973), air hanya akan mengalir di permukaan tanah apabila jumlah air hujan lebih besar daripada kemampuan tanah untuk menginfiltrasikan air ke lapisan yang lebih dalam. Dengan menurunnya porositas tanah, akibatnya aliran air di permukaan akan makin bertambah banyak. Aliran air di permukaan mempunyai akibat yang penting. Lebih banyak air yang mengalir di permukaan tanah maka lebih banyak tanah yang terkikis dan terangkut banjir yang dilanjutkan terus ke sungai untuk akhirnya diendapkan.

Dari uraian ini jelas bahwa pengaruh erosi ini dapat menimbulkan kemerosotan kesuburan fisik dari tanah itu. Akibat langsung dari erosi ini adalah hilangnya lapisan atas atau lapisan olah tanah, sedikit demi sedikit, sehingga sampai pada lapisan bawah (*sub soil*), yang umumnya memiliki sifat fisik yang lebih jelek lagi.

b) Dampak erosi terhadap produktivitas sumber daya alam

Besarnya daya dukung dan kelestarian produktivitas sumberdaya alam tanah dan air sangat ditentukan oleh interaksi antara manusia cara manusia mengelola sumberdaya alam itu sendiri dengan faktor lingkungan biofisik

Apabila penggunaan sumberdaya tanah melampaui batas kemampuan tanah yang bersangkutan tanpa ada usaha-usaha teknologi tertentu sebagai masukan (*input*), maka akan terjadi tanah-tanah gersang yang tidak produktif sama sekali. Hal yang demikian itu tentunya akan lebih mengkhawatirkan lagi dan berbahaya. Jika terjadi di daerah-daerah aliran sungai.

2.2.6 Perhitungan laju erosi

Salah satu metode perhitungan erosi adalah dengan menggunakan pendugaan laju erosi *USLE* dan *MUSLE*. Dalam penelitian ini, perhitungan laju erosi menggunakan metode *USLE* hal ini dikarenakan terlalu rumit dan memakan waktu yang lama jika menggunakan metode *MUSLE*.

a) Laju erosi

USLE (*Universal Soil Loss Equation*) merupakan salah satu persamaan yang pertama kali dikembangkan untuk mempelajari erosi lahan. *USLE* memungkinkan perencana untuk memprediksi laju erosi tahunan rata-rata suatu lahan tertentu pada suatu kemiringan dengan pola hujan tertentu untuk setiap macam jenis tanah dan penerapan pengelolaan lahan (tindakan konservasi lahan).

USLE dirancang untuk memprediksi erosi jangka panjang dari erosi lembar (sheet erosion) dan erosi alur di bawah kondisi tertentu. Persamaan dapat juga digunakan untuk memprediksi erosi pada lahan-lahan non pertanian, tetapi tidak dapat digunakan untuk memprediksi pengendapan dan tidak memperhitungkan hasil edimen dari erosi parit, tebing sungai, dan dasar sungai.

Pada sebuah DAS, laju erosi tahunan pada umumnya dimodelkan secara empirik dengan *Universal Soil Loss Equation (USLE)*, sebagai (Wischmeier & Smith, 1978):

$$A = Ls.Cp.K.R \quad (2-3)$$

Keterangan

A : laju erosi,

LS : indeks kemiringan lereng,

Cp : nilai usaha konservasi

K : erodibilitas dan

R : erosivitas.

C didapat dari **Tabel 2.1** yang menunjukkan pengaruh vegetasi, serasah, keadaan permukaan tanah dan pengelolaan lahan terhadap besarnya tanah yang tererosi. Tata guna lahan dikelompokkan berdasarkan tutupan vegetasi atau keterbukaan lahan.

Tabel 2.1 Nilai C

No.	Jenis Tata Guna Lahan	C
1.	Sungai/kolam/danau	0.0001
2.	Zona industri	0.0005
3.	Permukiman	0.0007
4.	Vegetasi air/lahan basah	0.001
5.	Hutan	0.002
6.	Semak, belukar, taman	0.003
7.	Kebun, lahan kering	0.005
8.	Lahan terbuka	0.4
9.	Zona pertambangan	0.7

Sumber: Evaluasi Perubahan Perilaku Erosi Daerah Aliran Sungai Citarum Hulu dengan Pemodelan Spasial, 2006.

Resistensi sedimen dipengaruhi oleh tekstur tanah, stabilitas agregat dan kapasitas peresapan yang bergantung pada sifat organik dan kimiawi tanah. R adalah indeks yang menyatakan kapasitas gaya eksternal yang dibangkitkan oleh hujan untuk melepaskan partikel sedimen dari permukaan tanah yang dinyatakan sebagai fungsi dari curah hujan P dalam persamaan Lenvain (*DHV Consulting Engineers*, 1989):

$$R = 2.21.P^{1.36} \quad (2-4)$$

- Faktor Indeks Erosivitas Hujan (R)

Erosivitas merupakan kemampuan hujan untuk menyebabkan terjadinya erosi. Untuk menghitung indeks erosivitas, dibutuhkan data curah hujan yang diperoleh dari stasiun pencatat curah hujan. Ada dua macam alat pencatat curah hujan yaitu alat pencatat curah hujan otomatis dan alat pencatat curah hujan manual atau sederhana.

Kemampuan air hujan sebagai penyebab terjadinya erosi adalah bersumber dari laju dan distribusi tetesan air hujan yang akan mempengaruhi besarnya energi kinetik hujan. Oleh karena itu erosivitas sangat berkaitan dengan energi kinetik hujan (Asdak, 2001:357).

- Faktor Erodibilitas Tanah (K)

Faktor erodibilitas tanah (K) adalah besaran yang menunjukkan kemampuan tanah dalam menahan daya pemecahan tanah oleh air hujan. Besarnya faktor erodibilitas tanah sangat dipengaruhi oleh tekstur tanah, kandungan bahan organik, struktur tanah, dan permeabilitas tanah. Dimana masing-masing tanah mempunyai ketahanan yang berbeda terhadap erosi. Jadi tanah yang memiliki nilai erodibilitas (K) yang tinggi dengan curah hujan yang sama, akan lebih mudah tererosi daripada tanah dengan tingkat erodibilitas (K) rendah.

Tanah dengan partikel tanah yang berukuran besar akan tahan terhadap erosi karena sukar diangkut, demikian juga tanah yang didominasi oleh partikel yang berukuran halus, sebab adanya pengikatan oleh bahan semen. Sedangkan tanah yang mudah tererosi adalah tanah berdebu dan pasir halus.

- Faktor Panjang Lereng (L) dan Kemiringan Lereng (S)

Sifat lereng yang mempengaruhi energi penyebab erosi adalah kemiringan (*slope*), panjang lereng dan bentuk lereng (Utomo, 1987:83). Kemiringan lereng mempengaruhi kecepatan dan volume limpasan permukaan. Semakin curam suatu lereng, maka laju limpasan permukaan akan semakin cepat, dan laju infiltrasi juga akan berkurang sehingga volume limpasan permukaan semakin besar. Panjang lereng ini mempengaruhi energi untuk erosi, terutama karena panjang lereng mempengaruhi volume limpasan sehingga juga mempengaruhi kemampuan untuk membuat tanah tererosi.

Penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh bentuk lereng terhadap erosi masih terbatas. Untuk lahan dengan derajat kemiringan dan panjang lereng yang sama, erosi dari lereng berbentuk cembung akan lebih besar apabila dibandingkan dengan erosi dari lereng berbentuk cekung (Utomo, 1987:87). Untuk menghitung nilai LS, Morgan, 1979 menggunakan persamaan sebagai berikut (Utomo, 1987:147):

$$LS = \sqrt{\frac{L}{100}} \cdot (0,136 + 0,0975 S + 0,0139 S^2) \quad (2-5)$$

dengan :

LS : Faktor panjang dan kemiringan lereng

L : Panjang lereng (m)

S : Kemiringan lereng (%)

- Faktor Konservasi (*CP*)

Faktor tanaman (*C*) ialah perbandingan antara besarnya erosi dari lahan yang ditanami suatu jenis tanaman terhadap besarnya erosi tanah yang tidak ditanami dan diolah bersih (Arsyad, 2000:254). Berdasarkan hasil penelitian Pusat Penelitian Tanah Bogor terhadap daerah di Jawa, bahwa nilai faktor *C* berbagai tanaman dan pengelolaan tanaman yang dapat dilihat pada **Lampiran 5**.

Sedangkan nilai faktor tindakan manusia dalam konservasi tanah (*P*) adalah nisbah antara besarnya erosi rata-rata dari lahan dengan suatu tindakan konservasi tertentu terhadap besarnya erosi pada lahan tanpa tindakan konservasi, dengan catatan faktor-faktor penyebab erosi yang lain diasumsikan tidak berubah. Tabel nilai *P* dapat dilihat pada **Lampiran 6**.

Penilaian faktor *P* di lapangan lebih mudah digabungkan dengan faktor *C* karena dalam kenyataannya, kedua faktor tersebut berkaitan erat. Beberapa nilai faktor *CP* yang telah berhasil ditentukan berdasarkan penelitian di Pulau Jawa ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Perkiraan Nilai Faktor *CP* Berbagai Jenis Penggunaan Lahan

No.	Konservasi dan Pengelolaan Tanaman	Nilai CP
1.	Lahan tanpa tanaman	1,000
2.	Hutan :	
a.	Tak terganggu	0,001
b.	Tanpa tanaman bawah	0,030
c.	Tanpa tanaman bawah dan serasah	0,500
3.	Semak :	
a.	Tak terganggu	0,010
b.	Sebagian berumput	0,100
4.	Kebun :	
a.	Campuran asli	0,020
b.	Kebun	0,070
c.	Pekarangan	0,200
5.	Perkebunan :	
a.	Penutupan tanah sempurna	0,010
b.	Penutupan tanah sebagian	0,070
6.	Perumputan :	
a.	Penutupan tanah sebagian, ditumbuhi alang-alang	0,020
b.	Pembakaran alang-alang setahun sekali	0,060
c.	Serai wangi (<i>Citronella grass</i>)	0,650
d.	Savanna dan padangrumput	0,010
e.	Rumput <i>Brochioria</i>	0,002
7.	Perladangan :	
a.	1 tahun tanam, 1 tahun bero	0,280
b.	1 tahun tanam, 2 tahun bero	0,190
8.	Tanaman pertanian :	
a.	umbi-umbian	0,630
b.	bebijian	0,510
c.	kacang-kacangan	0,360
d.	tembakau	0,580
e.	kapas, tembakau	0,500
f.	campuran	
g.	padi irigasi	
9.	Pertanian dengan konservasi :	0,06 – 0,20
a.	Mulsa jerami	0,20 – 0,40
b.	Mulsa kacang tanah	0,10 – 0,30
c.	Strip	0,64
d.	Strip <i>Crotalaria</i>	0,040
e.	Teras bangku	0,140
f.	Teras guludan (contour cropping)	

Sumber : Utomo, 1994:151 dan Asdak, 2002:376

• Kelas Erosi

Analisis Laju Erosi merupakan analisis evaluatif untuk mengetahui seberapa besar tingkat erosi pada wilayah wilayah tertentu. Pada skripsi ini, menggunakan metode *USLE* (*Universal Soil Loss Equation*) dalam menghitung

besaran laju erosi dan menggunakan analisis spasial dengan *tools ArcView 3.2*. Data spasial tingkat erosi diperoleh dari pengolahan data spasial sistem lahan (*land system*). Namun karena tidak didapati informasi tentang bahaya erosi pada data spasial sistem lahan (*land system*) maka dilakukan *overlay* data spasial kelas lereng, jenis tanah, curah hujan, dan tutupan lahan.

Klasifikasi Tingkat Erosi dan skor untuk masing-masing kelas tingkat erosi ditunjukkan pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3 Kelas Erosi

Kelas	Besaran/Deskripsi	Skor
Ringan	Tanah dalam (> 60 cm) < 25% lapisan tanah atas hilang dan atau erosi alur pada jarak 20-50 m Tanah dangkal (< 60 cm) < 25% lapisan tanah atas hilang pada jarak > 50 m	5
Sedang	Tanah dalam 25-75% lapisan tanah atas hilang dan atau erosi alur pada jarak kurang dari 20 m Tanah dangkal 25-50% lapisan tanah hilang dan atau erosi alur dengan jarak 20 – 50 m	4
Berat	Tanah dalam Lebih dari 75% lapisan tanah atas hilang dan atau erosi parit dengan jarak 20-50 m Tanah dangkal 50-75% lapisan tanah hilang	3
Sangat Berat	Tanah dalam Semua lapisan tanah atas hilang > 25% lapisan tanah bawah dan atau erosi parit dengan kedalaman sedang pada jarak kurang dari 20 m Tanah dangkal > 75% lapisan tanah atas telah hilang, sebagian lapisan tanah bawah telah tererosi	2

Sumber: Analisis Spasial Tingkat Kekritisitas DAS, 2005

2.2.7 Perhitungan bahaya erosi

Tingkat Bahaya Erosi (TBE) diperoleh dengan cara membandingkan antara hasil perhitungan laju erosi dengan kedalaman efektif tanah pada daerah aliran sungai.

Tingkat bahaya erosi (TBE) diperoleh dengan cara membandingkan tingkat laju erosi pada suatu unit lahan dengan kedalaman efektif. Klasifikasi tingkat bahaya erosi dapat dilihat pada **Tabel 2.4**.

Tabel 2. 4 Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi

Erosi Solum Tanah (cm)	Kelas Bahaya Erosi (ton/ ha/ tahun)				
	I (<15)	II (15-60)	III (60-180)	IV (180-480)	V (>480)
A. Dalam (> 90)	SR	R	S	B	SB
B. Sedang (60-90)	R	S	B	SB	SB
C. Dangkal (30-60)	S	B	SB	SB	SB
D. Sangat Dangkal (<30)	B	SB	SB	SB	SB

Sumber : Utomo, WH, 1994;59

Keterangan :

SR = Sangat Ringan

S = Sedang

B = Berat

R = Ringan

SB = Sangat Berat

2.3 Sumber daya lahan

Istilah lahan digunakan berkenaan dengan permukaan bumi beserta segenap karakteristik-karakteristik yang ada padanya dan penting bagi perikehidupan manusia (Christian dan Stewart, 1968). Secara lebih rinci, istilah lahan atau land dapat didefinisikan sebagai suatu wilayah di permukaan bumi, mencakup semua komponen biosfer yang dapat dianggap tetap atau bersifat siklis yang berada di atas dan di bawah wilayah tersebut, termasuk atmosfer, tanah, batuan induk, relief, hidrologi, tumbuhan dan hewan, serta segala akibat yang ditimbulkan oleh aktivitas manusia di masa lalu dan sekarang; yang kesemuanya itu berpengaruh terhadap penggunaan lahan oleh manusia pada saat sekarang dan di masa mendatang (Brinkman dan Smyth, 1973; dan FAO, 1976). Lahan dapat dipandang sebagai suatu sistem yang tersusun atas (i) komponen struktural yang sering disebut karakteristik lahan, dan (ii) komponen fungsional yang sering disebut kualitas lahan. Kualitas lahan ini pada hakekatnya merupakan sekelompok unsur-unsur lahan (*complex attributes*) yang menentukan tingkat kemampuan dan kesesuaian lahan (*Framework for Land Evaluation, FAO, 1976*).

Sumberdaya lahan merupakan sumberdaya alam yang sangat penting untuk kelangsungan hidup manusia karena diperlukan dalam setiap kegiatan manusia, seperti untuk pertanian, daerah industri, daerah pemukiman, jalan untuk transportasi, daerah rekreasi atau daerah-daerah yang dipelihara kondisinya untuk tujuan ilmiah. Sitorus (2001) mendefinsikan sumberdaya lahan (*land resources*) sebagai lingkungan fisik terdiri dari iklim, relief, tanah, air dan

vegetasi serta benda yang ada di atasnya sepanjang ada pengaruhnya terhadap penggunaan lahan. Oleh karena itu sumberdaya lahan dapat dikatakan sebagai ekosistem karena adanya hubungan yang dinamis antara organisme yang ada di atas lahan tersebut dengan lingkungannya (Mather, 1986). Dalam rangka memuaskan kebutuhan dan keinginan manusia yang terus berkembang dan untuk memacu pertumbuhan ekonomi yang semakin tinggi, pengelolaan sumberdaya lahan seringkali kurang bijaksana dan tidak mempertimbangkan aspek keberlanjutannya sehingga kelestariannya semakin terancam. Akibatnya, sumberdaya lahan yang berkualitas tinggi menjadi berkurang dan manusia semakin bergantung pada sumberdaya lahan yang bersifat marginal (kualitas lahan yang rendah).

2.3.1 Perubahan penggunaan lahan

Perubahan penggunaan lahan adalah bertambahnya suatu penggunaan lahan dari satu sisi penggunaan ke penggunaan yang lainnya diikuti dengan berkurangnya tipe penggunaan lahan yang lain dari suatu waktu ke waktu berikutnya, atau berubahnya fungsi suatu lahan pada kurun waktu yang berbeda. (Wahyunto et al., 2001). Perubahan penggunaan lahan dalam pelaksanaan pembangunan tidak dapat dihindari. Perubahan tersebut terjadi karena dua hal, pertama adanya keperluan untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang makin meningkat jumlahnya dan kedua berkaitan dengan meningkatnya tuntutan akan mutu kehidupan yang lebih baik. Para ahli berpendapat bahwa perubahan penggunaan lahan lebih disebabkan oleh adanya kebutuhan dan keinginan manusia. Menurut McNeill et al., (1998) faktor-faktor yang mendorong perubahan penggunaan lahan adalah politik, ekonomi, demografi dan budaya. Aspek politik adalah adanya kebijakan yang dilakukan oleh pengambil keputusan yang mempengaruhi terhadap pola perubahan penggunaan lahan. Selanjutnya pertumbuhan ekonomi, perubahan pendapatan dan konsumsi juga merupakan faktor penyebab perubahan penggunaan lahan. Sebagai contoh, meningkatnya kebutuhan akan ruang tempat hidup, transportasi dan tempat rekreasi akan mendorong terjadinya perubahan penggunaan lahan. Teknologi juga berperan dalam menggeser fungsi lahan. Grubler (1998) mengatakan ada tiga hal bagaimana teknologi mempengaruhi pola penggunaan lahan.

Pertama, perubahan teknologi telah membawa perubahan dalam bidang pertanian melalui peningkatan produktivitas lahan pertanian dan produktivitas tenaga kerja. Kedua, perubahan teknologi transportasi meningkatkan efisiensi tenaga kerja, memberikan peluang dalam meningkatkan urbanisasi daerah perkotaan. Ketiga, teknologi transportasi dapat meningkatkan aksesibilitas pada suatu daerah.

2.3.2 Klasifikasi kemampuan lahan

- **Pengertian kemampuan lahan**

Kemampuan lahan pada hakekatnya merupakan penggambaran tingkat kecocokan sebidang lahan untuk suatu penggunaan tertentu (Sitorus, 1985). Dalam bidang pertanian, kesesuaian lahan dikaitkan dengan penggunaannya untuk usaha pertanian. Brinkman dan Smyth (1973) telah menemukan beberapa kualitas lahan yang menentukan tingkat kesesuaian lahan bagi tanaman. Kualitas lahan ini adalah ketersediaan air tanah, ketersediaan unsur hara, daya menahan unsur hara, kemasaman, ketahanan terhadap erosi, sifat olah tanah, kondisi iklim, dan kondisi daerah perakaran tanaman. Konsepsi ini telah dikembangkan lebih lanjut oleh Soeprtohardjo dan Robinson (1975), yang telah mengemukakan beberapa faktor penting lainnya, yaitu kedalaman efektif tanah, tekstur tanah di daerah perakaran, pori air tersedia, batu-batu di permukaan tanah, kesuburan tanah, reaksi tanah, keracunan hara, kemiringan, erodibilitas tanah, dan keadaan agro iklim.

Suatu bagan umum untuk evaluasi lahan pertanian telah dikembangkan oleh FAO (1976). Menurut bagan ini istilah lahan mengandung makna lingkungan fisik yang mencakup iklim, relief, tanah, air, dan vegetasi. Proses evaluasi lahan pada hakekatnya melibatkan klasifikasi interpretatif, baik yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Sistem evaluasi lahan dengan komputer (*Land Evaluation Computer System, LECS*) pada dasarnya merupakan penjabaran dari kerangka evaluasi lahan (*Framework for Land Evaluation, FAO, 1976*). Penggunaan fasilitas komputer dalam analisis kesesuaian lahan sangat diperlukan karena:

- a. Melibatkan banyak data yang meliputi berbagai unit lahan, berbagai taraf pengelolaan, jenis-jenis tanaman pertanian dan tanaman hutan
- b. Penilaian dilakukan secara kuantitatif untuk menyatakan tingkat kesesuaian tanaman

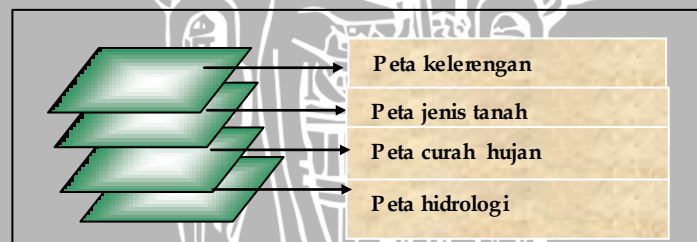
- c. Pemodelan diperlukan untuk lebih memahami interaksi yang rumit dalam sistem pertanian (Wood dan Dent, 1983).

Meningkatnya kebutuhan penggunaan lahan telah mendorong munculnya pemikiran untuk melakukan perencanaan pemanfaatan sumberdaya lahan yang terbatas, secara arif dan bijaksana. Suatu pemanfaatan sumberdaya diikuti usaha konservasi agar lahan tetap dapat dimanfaatkan di masa mendatang, oleh karena itu diperlukan informasi mengenai sifat dan potensi lahan melalui kegiatan evaluasi lahan. Kegiatan evaluasi lahan yang ditujukan untuk memperoleh kajian penggunaan lahan dalam kaitannya dengan daya dukung dan daya tampung lahan. Kajian penggunaan lahan dalam arahan fungsi pemanfaatan lahan, yaitu dengan memperhatikan aspek keseimbangan antara potensi dengan pemanfaatannya. Salah satu bentuk kegiatan evaluasi secara kualitatif adalah dengan mengklasifikasikan kemampuan lahan (Wani Hadi Utomo, 1994:76).

- **Perhitungan kemampuan lahan**

Analisis *overlay* pada penelitian menggunakan bantuan perangkat lunak *software ArcView 3.2* Adapun variabel yang digunakan meliputi fisik dasar (kelerengan, jenis tanah, curah hujan, dan hidrologi).

Gambar 2. 3 Teknik Overlay



Sumber : Dinas Kehutanan: “Tinjauan Analisis Spasial”, 2006

Berdasarkan tiga faktor pembatas fisik dasar yang terdiri dari kelerengan/topografi, jenis tanah, dan curah hujan maka dilakukan penjumlahan skor yang akan menghasilkan empat fungsi peruntukkan kawasan, sedangkan untuk hidrologi tidak dilakukan skoring. Penilaian terhadap masing –masing faktor pembatas fisik dasar dijelaskan sebagai berikut:

1. Kelerengan/Topografi

Topografi merupakan kelerengan yang dinyatakan dalam prosentase kemiringan dan dilihat berdasarkan sudut kemiringan.

Tabel 2. 5 Nilai Keleirengan

Kelas	Keleirengan	Nilai
I	0 – 2% (datar)	20
II	2 – 15% (landai – agak miring)	40
III	15 – 40% (agak miring – Curam)	80
IV	> 40% (sangat curam)	100

Sumber: Surat Keputusan Menteri Pertanian No. 837/KPTS/UM/1980

2. Jenis tanah

Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian No. 837/KPTS/UM/1980, tentang kriteria cara penetapan hutan lindung, dimana bentuk klasifikasi ini berdasarkan kepekaan tanah terhadap erosi dan telah diberi nilai bobot dalam tabel berikut ini.

Tabel 2. 6 Nilai Tingkat Kepekaan Jenis Tanah

Kelas	Jenis Tanah	Tingkat Kepekaan	Nilai
I	Aluvial, Tanah Glei, Planosol, Hidromorf	Tidak peka	15
II	Latosol	Kurang peka	30
III	Brown forest soil, Noncolcic brown, Mediteran	Agak peka	45
IV	Andosol loterik, Gromosol, Potsol, Padsolik	Peka	60
V	Regosol, Litosol, Orgosol, Rezina	Sangat peka	75

Sumber: Surat Keputusan Menteri Pertanian No. 837/KPTS/UM/1980

3. Curah hujan

Pada daerah atau wilayah yang beriklim basah, komponen iklim yang sangat berpengaruh terhadap kerusakan tanah adalah curah hujan dan yang menyebabkan pengikisan tanah maupun pencucian unsur-unsur hara yang diperlukan tanaman.

Tabel 2. 7 Nilai Intensitas Hujan Harian

Kelas	Intensitas hujan harian	Klasifikasi	Nilai/Bobot
I	s/d 13,6 mm/hr	Sangat Rendah	10
II	13,6 – 20,7 mm/hr	Rendah	20
III	20,7 – 27,7 mm/hr	Sedang	30
IV	27,7 – 34,8 mm/hr	Tinggi	50

Sumber: Surat Keputusan Menteri Pertanian No. 837/KPTS/UM/1980

Pekerjaan yang dilakukan untuk menilai faktor-faktor yang menentukan daya guna lahan, kemudian mengelompokkan atau menggolongkan penggunaan lahan sesuai dengan sifat yang dimilikinya disebut klasifikasi kemampuan lahan (*Land Capability Classification*). Dalam pekerjaan klasifikasi kemampuan lahan yang dinilai hanyalah faktor pembatasan lahan, jadi hanya kualitas lahan. Lebih khusus lagi kualitas lahan dalam hubungannya dengan erosi. Dalam pekerjaan kesesuaian lahan, disamping faktor pembatas (kualitas lahan) juga dinilai

keperluan (*requirement*) tanaman yang akan diusahakan. Kualitas lahan juga lebih luas, tidak saja yang berhubungan dengan erosi, tetapi juga faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, misalnya derajat keasaman dan kesuburan tanah.

Pada dasarnya sistem klasifikasi kemampuan lahan yang digunakan pada banyak negara dewasa ini adalah dikembangkan dari sistem USDA. USDA telah mengembangkan sistem klasifikasi kemampuan lahan yang banyak digunakan di negara-negara agraris, termasuk Indonesia, yaitu (Utomo, 1994: 75):

a. Divisi

Pembagian lahan menjadi divisi berdasarkan pada mampu tidaknya suatu lahan untuk diusahakan menjadi lahan pertanian. Ada 2 divisi lahan, yaitu divisi (1) untuk lahan yang dapat diusahakan menjadi lahan pertanian dan divisi (2) untuk lahan yang tidak dapat dijadikan sebagai lahan pertanian.

b. Kelas

Kelas merupakan klasifikasi kemampuan tanah yang lebih detail dari pada divisi. Penggolongan dalam kelas berdasarkan pada intensitas faktor pembatas yang tidak dapat diubah, yaitu kelerengan lahan, tekstur tanah, kedalaman efektif, kondisi drainase tanah, dan tingkat erosi yang terjadi.

Lahan dikelompokkan ke dalam kelas I sampai VIII. Ancaman kerusakan dan besarnya faktor penghambat meningkat seiring dengan bertambahnya kelas kemampuan lahan. Tanah kelas I-IV merupakan lahan yang sesuai untuk usaha pertanian, sedangkan kelas V-VIII tidak sesuai untuk usaha pertanian. Walaupun dipaksakan untuk usaha pertanian, dikhawatirkan akan mendapatkan hasil yang tidak optimal, membutuhkan biaya yang sangat tinggi, maupun dapat merusak kondisi lahan.

Tabel 2. 8 Deskripsi Kelas Kemampuan Lahan

Kelas	Deskripsi
Lahan yang cocok untuk pertanian dan pemakaian lainnya	
Kelas I	Lahan kelas ini merupakan lahan serbaguna (biasanya berupa sawah irigasi dengan tanaman padi sedikitnya 2 kali panen setahun), tanahnya dalam (>90 cm), drainase baik, tidak terpengaruh kekeringan, hara cukup tersedia, dan responsif terhadap pemakaian pupuk. Lereng kurang dari 4% serta tidak terancam banjir dan erosi.
Kelas II	Lahan kelas ini mempunyai pembatas fisik ringan jika digarap untuk tanaman pertanian tanpa teras dan biasanya berupa sawah irigasi dimana ketersediaan air secara normal memungkinkan sedikitnya 2 kali panen setahun, rentan terhadap pengendapan dan erosi, kedalaman tanah sedang (60-90 cm), dan bertekstur halus sampai agak kasar. Iklim yang kurang menguntungkan bersifat ringan; bulan kering sampai dengan 5 bulan berturut-turut dengan curah hujan < 100 mm/bln, dan 7-9 bulan basah dengan curah hujan > 200 mm/bln.
Kelas III	Lahan yang tergolong kelas III memiliki keterbatasan yang agak banyak dibanding kelas II, rentan terhadap pengendapan dan erosi, kesuburan alami rendah, kedalaman tanah dangkal sampai sedang (30-60 cm). Iklim yang kurang menguntungkan bersifat sedang; bulan kering sampai dengan 6 bulan berturut-turut dengan curah hujan < 100 mm/bln, dan 5-6 bulan basah dengan curah hujan > 200 mm/bln. Sesuai untuk segala bentuk usaha tani, agroforestri, dan padang rumput serta hutan produksi.
Kelas IV	Lahan pada kelas ini mempunyai pembatas fisik berat dengan kesuburan alami rendah, kedalaman tanah sangat dangkal sampai dangkal (15-30 cm). Iklim yang kurang menguntungkan tinggi; bulan kering sampai dengan 5 bulan berturut-turut dengan curah hujan < 100 mm/bln, dan 3-4 bulan basah dengan curah hujan > 200 mm/bln. Sering terjadi pada ketinggian 750 m dpl. Sesuai untuk budidaya tanaman pertanian umum, agroforestri, dan padang rumput serta hutan produksi.
Lahan yang penggunaannya terbatas – biasanya tidak cocok untuk usaha pertanian	
Kelas V	Lahan kelas V memiliki kedalaman tanah sangat dangkal (< 15 cm) dan atau terdapat banyak batu pada seluruh profil. Pembatas iklim ringan untuk padang rumput dan hutan produksi dengan 6-7 bulan kering berturut-turut (curah hujan < 100 mm/bln) dan 3-5 bulan basah (curah hujan > 200 mm/bln). Lahan ini sesuai untuk padang rumput, agroforestri, hutan, dan juga sesuai untuk budidaya tanaman pertanian umum jika teras bangku dapat dibuat.
Kelas VI	Lahan kelas VI adalah lahan dengan kemiringan lereng duram sampai sangat curam (35-65%), kedalaman tanah sangat dangkal (10-15 cm) pada lahan datar atau sedikit miring, banyak batu-batu terdapat di seluruh profil. Pembatas iklim sedang dimana bulan kering berlangsung selama 3 bulan berturut-turut dengan curah hujan < 100 mm/bln dan bulan basah 2 bulan berturut-turut (curah hujan > 200 mm/bln). Paling sesuai untuk agroforestri, hutan produksi, atau padang rumput.
Kelas VII	Lahan kelas VII biasanya terletak pada kemiringan yang sangat curam sampai terjal (45-85%), kedalaman tanah amat sangat dangkal (<10 cm) dan batu-batu banyak sekali, kesuburan alami sangat rendah, pembatas iklim berat untuk padang rumput dan hutan produksi dengan bulan kering 4-7 bulan berturut-turut dengan curah hujan < 100 mm/bln serta bulan basah sampai dengan 2 bulan (curah hujan >200 mm/bln). Lebih sesuai untuk hutan, padang rumput, dan agroforestri pola kayu/rumput.
Kelas VIII	Lahan kelas VIII mempunyai pembatas fisik yang sangat berat seperti lereng yang terjal (lebih 85%), kondisi tanah amat sangat buruk, sering mengalami banjir yang merusakkan, drainase sangat jelek sehingga rumput tidak bisa tumbuh. Kelas ini lebih sesuai untuk dijadikan hutan lindung atau suaka alam.

Sumber : Fletcher & Gibb, 1990:44

KELAS KEMAMPUAN LAHAN			Intensitas dan Macam Penggunaan Meningkatkan							
Hambatan / Ancaman	Meningkat		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Pilihan Penggunaan	Berkurang		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII

Gambar 2. 4 Skema Hubungan antara Kelas Kemampuan Lahan dengan Intensitas dan Macam Penggunaan Lahan

c. Sub kelas

Sub kelas adalah pembagian lebih lanjut dari kelas berdasarkan jenis faktor penghambat dominan, yaitu bahaya erosi (e), genangan air (w), penghambat terhadap perakaran tanaman (s) dan iklim (c). Jenis-jenis faktor penghambat ditulis di belakang angka kelas, misalnya IIIe artinya lahan kelas III yang mempunyai tingkat erosi tinggi. Subkelas erosi terdapat pada lahan yang masalah utama yaitu terjadinya erosi. Ancaman erosi dapat berasal dari kecuraman lereng dan kepekaan erosi tanah.

d. Satuan Pengelolaan

Kemampuan lahan dalam tingkat satuan pengelolaan memberi keterangan yang lebih spesifik tentang cara pengelolaan lahan tersebut. Dalam klasifikasi kemampuan satuan pengelolaan lahan diberi simbol dengan menambahkan angka-angka Arab di belakang simbol subkelas, yang menunjukkan besarnya tingkat faktor penghambat. Misalnya IIIe₃ menunjukkan lahan kelas III dengan faktor penghambat erosi sedang.

Faktor-faktor klasifikasi pada tingkat kelas adalah faktor pembatas yang bersifat permanen dan digolongkan berdasarkan besarnya intensitas faktor penghambat. Adapun faktor-faktor penghambat berupa faktor lereng, tekstur, permeabilitas, kedalaman efektif tanah, drainase, gejala erosi yang terjadi, dan faktor khusus (Utomo, 1994:76).

Berikut ini merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi pada kelas lahan yaitu adalah:

- **Lereng**

Di Indonesia, pengelompokan kemiringan dijadikan 7 kelas (sesuai dengan sistem USDA), yaitu:

- l_0 : Datar (0 – 3%)
- l_1 : landai / berombak (3 – 8%)
- l_2 : agak miring/bergelombang (8 – 15%)
- l_3 : miring berbukit (15 – 30%)
- l_4 : agak curam (30 – 45%)
- l_5 : curam (45 – 65%)
- l_6 : sangat curam (> 65%)

- **Tekstur**

Tekstur yang dimaksud disini adalah tekstur tanah atas. Kelas tekstur yang digunakan adalah 12 kelas tekstur USDA yang dikelompokkan menjadi 5 kelompok:

- t_1 = Tanah bertekstur halus : meliputi lempung kepasiran, lempung keliatan, dan lempung.
- t_2 = Tanah bertekstur agak halus : meliputi geluh lempung kepasiran, geluh kelempungan, dan geluh lempung keliatan.
- t_3 = Tanah bertekstur sedang : meliputi geluh, geluh keliatan, dan liat.
- t_4 = Tanah bertekstur agak kasar : meliputi geluh kepasiran.
- t_5 = Tanah bertekstur kasar : meliputi pasir kegeluhan dan pasir.

- **Permeabilitas**

Permeabilitas adalah kemampuan tanah untuk mengalirkan air dan udara. Secara kuantitatif yang dimaksud permeabilitas adalah aliran air pada tanah jenuh per satuan waktu pada gradien hidraulik tertentu. Pada umumnya kelas

permeabilitas yang dipakai adalah sistem USDA, dengan sedikit modifikasi untuk masing-masing negara. Contoh modifikasi kelas permeabilitas di beberapa Negara tampak pada **Tabel 2.9**.

Tabel 2. 9 Permeabilitas menurut sistem USDA, Filipina dan Indonesia

Tingkat Permeabilitas (cm per jam)	USDA	Filipina	Indonesia
< 0.125	Sangat lambat (1)		
0.125 – 0.5	Lambat (2)	1	Lambat (p_1)
0.5 – 2.0	Agak Lambat (3)		Agak lambat (p_2)
2.0 – 6.25	Sedang (4)	2	Sedang (p_3)
6.25 – 12.5	Agak cepat (5)		Agak cepat (p_4)
12.5 – 25.0	Cepat (6)	3	Cepat (p_5)
> 25.0	Sangat cepat (7)	4	

Catatan: Untuk Indonesia, P_1 (<0.5), dan P_5 (>12.5)

Sumber: Sistem USDA, 2003

- **Kedalaman Efektif (*Solum*) Tanah**

Kedalaman efektif adalah kedalaman tanah sampai sejauh mana tanah dapat ditumbuhi akar, menyimpan cukup air dan hara. Jadi pada umumnya kedalaman efektif dibatasi adanya kerikil dan bahan induk atau lapisan keras yang lain sehingga tidak lagi dapat ditembus akar tanaman.

Dalam sistem USDA, dikenal 4 kelas kedalaman efektif yang dipakai di Indonesia (Utomo, WH,1994:78) yaitu:

- k_0 : dalam, > 90 cm
- k_1 : sedang, 60 – 90 cm
- k_2 : dangkal, 30 – 60 cm
- k_3 : sangat dangkal, < 30 cm

- **Drainase**

Drainase menggambarkan tata air pada suatu daerah. Keadaan drainase dilihat dari warna profil tanah, ada 5 kelas drainase (Utomo, WH,1994:78) yaitu:

- d_1 : baik ; tanah mempunyai peredaran udara yang baik. Seluruh profil tanah dari atas sampai lapisan bawah berwarna terang seragam, tidak terdapat bercak-bercak.
- d_2 : Agak baik; tanah mempunyai peredaran udara baik. Tidak terdapat bercak-bercak berwarna kuning, coklat atau kelabu pada lapisan atas dan bagian lapisan bawah.

- d₃ : Agak buruk; lapisan tanah atas mempunyai peredaran udara baik, jadi pada lapisan ini tidak terdapat bercak-bercak berwarna kuning, kelabu atau coklat. Pada seluruh lapisan tanah bawah terdapat bercak-bercak kuning kelabu atau coklat.
- d₄ : Buruk; Pada tanah atas bagian bawah dan seluruh lapisan tanah terdapat bercak-bercak kuning dan kelabu atau coklat.
- d₅ : Sangat buruk; seluruh lapisan permukaan tanah berwarna kelabu atau terdapat bercak-bercak kelabu, coklat atau kekuningan. Terdapat air yang menggenang di permukaan tanah dalam waktu yang lama sehingga menghambat pertumbuhan tanaman.

- **Kepekaan Erosi**

Kepekaan tanah terhadap erosi dikelompokkan menjadi:

- KE₁ = 0,00 sampai 0,1 : sangat rendah
- KE₂ = 0,11 sampai 0,2 : rendah
- KE₃ = 0,21 sampai 0,32 : sedang
- KE₄ = 0,33 sampai 0,43 : agak tinggi
- KE₅ = 0,44 sampai 0,56 : tinggi
- KE₆ = 0,56 sampai 0,64 : sangat tinggi

- **Gejala Erosi yang Terjadi**

Penilaian erosi didasarkan pada gejala erosi yang sudah terjadi. Kerusakan karena erosi dikelompokkan menjadi 5 kelompok (Utomo, WH,1994:78) yaitu :

- e₀ : Tidak ada erosi
- e₁ : Ringan, jika 25% lapisan tanah atas hilang
- e₂ : Sedang, jika 25% – 75% lapisan tanah atas hilang
- e₃ : Berat, jika 75% lapisan tanah atas hilang dan 25% lapisan tanah bawah hilang
- e₄ : Sangat berat, jika lebih dari 25% lapisan bawah hilang

Tabel 2. 10 Klasifikasi Kelas Kemampuan Lahan

Faktor Pembatas	Kelas Kemampuan							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1. Tekstur tanah	$t_1/t_2/t_3$	$t_1/t_2/t_3$	$t_1/t_2/t_3/t_4$	$t_1/t_2/t_3/t_4$	*	$t_1/t_2/t_3/t_4$	$t_1/t_2/t_3/t_4$	t_5
2. Permeabilitas	p_2/p_3	p_2/p_3	$p_2/p_3/p_4$	$p_2/p_3/p_4$	p_1	*	*	p_5
3. Lereng (%)	l_0	l_1	l_2	l_3	*	l_4	l_5	l_6
4. Kepekaan Erosi	KE_1/KE_2	KE_3	KE_4/KE_5	KE_6	*	*	*	*
5. Drainase	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	**	**	d_5
6. Kedalaman Efektif	k_0	k_1	k_2	k_2	*	k_3	*	*
7. Gejala Erosi yang Terjadi	e_0	e_1	e_2	e_3	**	e_4	e_5	*

*) Dapat mempunyai nilai faktor penghambat dari kelas yang lebih rendah.

**) Permukaan tanah selalu selalu tergenang.

Sumber : Utomo, WH, 1994:80

2.4 Kekritisan Lahan

2.4.1 Pengertian lahan kritis

Kekritisan lahan pada mulanya dapat menyangkut salah satu atau beberapa anasir lahan, seperti iklim, tanah, timbunan, flora, fauna, atau beberapa diantaranya sekaligus. Akan tetapi oleh karena anasir-anasir lahan berada dalam ikatan sistem, kekritisan salah satu anasir lambat laun dapat menjalar ke anasir yang lain. Iklim merupakan faktor pembentuk tanah, menentukan tingkat ketersediaan air dan mempengaruhi kehidupan flora dan fauna. Maka kekritisan lahan bias menggandeng kekritisan tanah, air, flora dan fauna. Kekritisan tanah dan flora saling menggandeng. Dalam menangani kekritisan lahan perlu diketahui terlebih dahulu anasir lahan lahan yang menjadi asal mula kekritisan. Disamping itu pengukuran kekritisan lahan perlu dibedakan menurut macam penggunaan lahan, apakah untuk pertanian tanaman semusim, pertanian tanaman tahunan, peternakan, permukiman, industri, atau kritis untuk segala macam penggunaan (Notohadiprawiro, 1977).

Istilah kritis dapat mengandung berbagai makna. Kritis dapat berkaitan dengan keadaan biofisik. Kekritisan biofisik dapat menyangkut fungsi produksi, fungsi lingkungan, fungsi konstruksi, fungsi-fungsi lain, atau semua fungsi lahan. Keadaan ini dapat merupakan bawaan alami (bencana alam) atau oleh tingkah laku orang (salah menggunakan lahan).

2.4.2 Penyebab lahan kritis

Ada beberapa sebab yang dapat mengakibatkan terjadinya lahan kritis. Menurut Notohadiprawiro, 1977 penyebab terjadinya lahan kritis yaitu:

- Penyebab lahan kritis bila ditinjau segi sosial-ekonomi
Apabila lahan tersebut dibiarkan terbengkelai atau tidur, digunakan bawah kemampuan potensialnya. Hal ini akan mengakibatkan lahan tersebut menjadi kritis. Yang artinya bahwa lahan tersebut sudah barang tentu tidak bisa berfungsi secara optimal kembali.
- Penyebab lahan kritis bila ditinjau dari segi potensi menurut gatra geografi
Lahan dapat bersifat kritis jika nisbah luas lahan terhadap jumlah penduduk terlalu kecil. Karena hal ini dapat mengimbas pada penggunaan lahan yang bersifat eksploratif. Pada akhirnya, penggunaan lahan yang seperti ini akan menjurus pada kerusakan biofisik lahan
- Penyebab lahan kritis yang lain adalah apabila berpotensi membahayakan lahan lain yang berada di bawah kendalinya. Misalnya, lahan di lereng vulkan tempat bahan piroklasik menimbun bersifat kritis karena longsor bahan tadi akan merusak lahan hilirnya.

2.4.3 Perhitungan kekritisian lahan

Penetapan batas tertinggi laju erosi yang masih dapat dibiarkan atau ditoleransikan, adalah perlu karena tidak mungkin menekan laju erosi menjadi nol dari tanah-tanah yang diusahakan untuk pertanian terutama pada tanah-tanah yang berlereng (Arsyad, 2000). Erosi merupakan proses alamiah yang tidak bisa untuk dihilangkan sama sekali atau tingkat erosinya nol, khususnya untuk lahan-lahan yang diusahakan untuk pertanian. Tindakan yang dilakukan adalah mengusahakan supaya erosi yang terjadi masih di bawah ambang batas yang maksimum (*permissible erosion*), yaitu besarnya erosi yang terjadi tidak melebihi laju pembentukan tanah

Erosi yang diperbolehkan adalah kecepatan erosi yang masih berada di bawah laju pembentukan tanah. Laju erosi yang dinyatakan dalam mm/tahun atau ton/ha/tahun yang terbesar yang masih dapat dibiarkan atau ditoleransikan agar terpelihara suatu kedalaman tanah yang cukup bagi pertumbuhan tanaman/tumbuhan yang memungkinkan tercapainya produktivitas yang tinggi

secara lestari disebut erosi yang masih dapat dibiarkan atau ditoleransikan disebut nilai T.

- **Erosi yang Diperbolehkan (*Permissible Erosion*)**

Penetapan batas tertinggi laju erosi yang masih dapat dibiarkan atau ditoleransikan, adalah perlu karena tidak mungkin menekan laju erosi menjadi nol dari tanah-tanah yang diusahakan untuk pertanian terutama pada tanah-tanah yang berlereng (Arsyad, 2000). Erosi merupakan proses alamiah yang tidak bisa untuk dihilangkan sama sekali atau tingkat erosinya nol, khususnya untuk lahan-lahan yang diusahakan untuk pertanian. Tindakan yang dilakukan adalah mengusahakan supaya erosi yang terjadi masih di bawah ambang batas yang maksimum (*permissible erosion*), yaitu besarnya erosi yang terjadi tidak melebihi laju pembentukan tanah

Erosi yang diperbolehkan adalah kecepatan erosi yang masih berada di bawah laju pembentukan tanah. Laju erosi yang dinyatakan dalam mm/tahun atau ton/ha/tahun yang terbesar yang masih dapat dibiarkan atau ditoleransikan agar terpelihara suatu kedalaman tanah yang cukup bagi pertumbuhan tanaman/tumbuhan yang memungkinkan tercapainya produktivitas yang tinggi secara lestari disebut erosi yang masih dapat dibiarkan atau ditoleransikan disebut nilai T.

Terdapat beberapa cara dalam menentukan nilai T dan besarnya nilai T tanah pada beberapa negara telah ditetapkan. Thompson (1957) menyarankan sebagai pedoman penetapan nilai T dengan menggunakan kedalaman tanah, permeabilitas lapisan bawah dan kondisi substratum. Di Indonesia sendiri, hasil penelitian Hardjowigeno (1987) menetapkan besarnya T maksimum untuk tanah-tanah di Indonesia adalah 2,5 mm per tahun, yaitu untuk tanah dalam dengan lapisan bawah (*subsoil*) yang permeabel dengan substratum yang tidak terkonsolidasi (telah mengalami pelapukan). Tanah-tanah yang kedalamannya kurang atau sifat-sifat lapisan bawah yang lebih kedap air atau terletak di atas substratum yang belum melapuk, nilai T harus lebih kecil dari 2,5 mm per tahun (Arsyad, 2000). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 2.11**.

Tabel 2. 11 Nilai Batas Maksimum Erosi yang Diperbolehkan untuk Tanah di Indonesia

No.	Sifat Tanah dan Substratum	Batas Erosi Yang Diperbolehkan (T)	
		(ton/ha/th)	(mm/th)
1.	Tanah sangat dangkal di atas batuan	0,0	0,0
2.	Tanah sangat dangkal di atas bahan telah melapuk (tidak terkonsolidasi)	4,8	0,4
3.	Tanah dangkal di atas bahan telah melapuk	9,6	0,8
4.	Tanah dengan kedalaman sedang di atas bahan telah melapuk	14,4	1,2
5.	Tanah yang dalam dengan lapisan bawah yang kedap air di atas substrata yang telah melapuk	16,8	1,4
6.	Tanah yang dalam dengan lapisan bawah berpermeabilitas lambat, di atas substrata telah melapuk	19,2	1,6
7.	Tanah yang dalam dengan lapisan bawahnya berpermeabilitas sedang, di atas substrata telah melapuk	24,0	2,0
8.	Tanah yang dalam dengan lapisan bawah yang permeabel, di atas substrata telah melapuk	30,0	2,5

Sumber : Arsyad., 2000:244

Keterangan:

$$\frac{\text{ton/ha/th}}{\text{berat volume tanah} \times 10} = \text{mm/tahun}$$

- Berat volume tanah berkisar antara 0,8 sampai 1,6 gr/cc akan tetapi pada umumnya tanah-tanah berkadar liat tinggi mempunyai berat volume antara 1,0 sampai 1,2 gr/cc

• Indeks Bahaya Erosi

Besarnya nilai bahaya erosi dinyatakan dalam Indeks Bahaya Erosi yang didefinisikan sebagai berikut (Hammer,1981 dalam Arsyad, 2000):

$$\text{Indeks Bahaya Erosi} = \frac{\text{Erosi Potensial (ton/ha/th)}}{T \text{ (ton/ha/th)}} \quad (2-6)$$

Dengan T adalah besarnya erosi yang masih diperbolehkan, besarnya indeks bahaya erosi dapat ditentukan sebagaimana tertera pada **Tabel 2.12.**

Tabel 2. 12 Klasifikasi Indeks Bahaya Erosi

Nilai Indeks Bahaya Erosi	Kelas
< 1,0	Rendah
1,01 - 4,0	Sedang
4,01 - 10,0	Tinggi
> 10,01	Sangat Tinggi

Sumber : Hammer (1981) dalam Arsyad (2000)

2.5 Sistem Informasi Geografis

Dalam rangka mendeteksi perubahan yang terjadi di permukaan bumi diperlukan suatu teknik yang dapat mengidentifikasi perubahan-perubahan atau fenomena melalui pengamatan pada berbagai waktu yang berbeda. Menurut Singh (1989) salah satu data yang paling banyak digunakan adalah data penginderaan jauh dari satelit yang dapat mendeteksi perubahan karena peliputannya yang berulang-ulang dengan interval waktu yang pendek dan terus menerus.

Sistem Informasi Geografis (SIG) menurut Chrisman (1997) adalah suatu sistem perangkat lunak maupun keras, data, orang, organisasi dan institusi yang melakukan pengumpulan, penyediaan, analisis menyimpulkan informasi yang meliputi area di bagian bumi. Sedangkan menurut Rind (1988) mencoba mendefinisikan SIG dengan istilah sistem komputer yang ditujukan untuk pengumpulan, pemeriksaan, pepaduan dan analisis informasi yang berkaitan dengan permukaan bumi.

Berikut ini merupakan tahapan-tahapan cara kerja Sistem Informasi Geografis:

A. Pemasukan data

Pemasukan data geografis dalam SIG berupa data grafis, yaitu peta batas sub DAS, peta tataguna lahan, peta kemiringan lahan, peta infiltrasi tanah, dan peta topografi.

Digitasi dilakukan dengan cara menelusuri delienasi yang dibuat pada peta *analog* sehingga seluruhnya dipindahkan kedalam komputer dengan perantara meja digitizer. Proses digitasi dilakukan dengan memanfaatkan fasilitas ADS (*Arc Digitize System*) dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a) Menentukan titik-titik kontrol dengan maksud agar koordinat pada peta dapat dipindahkan pada sistem koordinat yang memiliki *digitizer*. Pada studi ini digunakan sistem koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*)
- b) Digitasi dilakukan dengan menelusuri kenampakan dipeta yang berupa titik, garis dan area dengan alat penelusur pada meja *digitizer*. Setiap kenampakan diberikan kode/ID yang berbeda.

B. Analisis dan Manipulasi Data

Satuan pemetaan harus ditentukan nilainya (*score*) agar dapat dipadukan dengan peta yang lain untuk tujuan analisis.

Kemampuan SIG dapat juga dikenali dari fungsi-fungsi analisis yang dapat dilakukannya. Secara umum terdapat dua jenis fungsi analisis dalam SIG yang meliputi fungsi analisis spasial dan fungsi analisis atribut (basis data atribut).

Fungsi analisis spasial dari SIG terdiri dari :

1. *Reclassify* (Klasifikasi): Fungsi ini mengklasifikasikan atau mengklasifikasi kembali suatu data spasial/atribut menjadi data spasial yang baru dengan menggunakan kriteria tertentu. Misalnya dengan menggunakan data spasial ketinggian dari permukaan bumi (topografi) dapat diturunkan data spasial kemiringan atau gradien permukaan bumi yang dinyatakan dalam persentase nilai-nilai kemiringan. Nilai-nilai prosentase kemiringan ini dapat diturunkan lagi menjadi data spasial baru yang dapat digunakan untuk merancang suatu pengembangan wilayah.
2. *Network* (Jaringan): Fungsi ini merujuk pada data-data spasial yang berupa titik-titik atau garis-garis sebagai suatu jaringan yang tak terpisahkan. Fungsi ini sering digunakan dalam bidang transportasi dan *utility* misalnya: aplikasi jaringan kabel, jaringan listrik, komunikasi telepon, pipa air, saluran pembuangan, jaringan drainase perkotaan.
3. *Overlay* (tumpang susun) : Fungsi ini menghasilkan data spasial baru dari minimal dua data spasial yang menjadi masukannya. *Overlay* suatu data grafis adalah untuk menggabungkan antara dua atau lebih data grafis untuk dapat diperoleh data grafis baru yang memiliki satuan pemetaan gabungan dari beberapa data grafis tersebut. Untuk dapat melakukan tumpang susu, maka antara dua data grafis tersebut harus mempunyai sistem koordinat yang sama. Terdapat empat cara melakukan overlay data grafis yang dapat dilakukan pada perangkat lunak ArcInfo dan ArcView yaitu:
 - *Identity* adalah *overlay* antara dua data grafis dengan menggunakan data grafis pertama sebagai acuan batas luarnya. Jadi apabila batas luar antara dua data grafis yang akan di *overlay* kan tidak sama, maka batas luar yang akan digunakan adalah batas luar data grafis pertama.

- *Union* adalah *overlay* yang berupa penggabungan antara dua data grafis. Jadi apabila batas luar antara dua data grafis yang akan di *overlay* kan tidak sama, maka batas luar yang baru adalah gabungan antara batas luar data grafis yang pertama dan atau gabungan batas batas paling luar.
 - *Intersection* adalah *overlay* antara dua data grafis tetapi apabila batas luar dari dua data grafis tersebut tidak sama, maka yang dilakukan *overlay* hanya pada daerah yang bertumpukan.
 - *Update* merupakan salah satu fasilitas untuk menumpang susunkan dua data grafis dengan menghapus informasi grafis pada *coverage input* dan diganti dengan informasi dari informasi *coverage update*.
4. *Buffering* : Fungsi ini akan menghasilkan data spasial baru yang berbentuk poligon atau zone dengan jarak tertentu dari data spasial yang menjadi masukannya. Data spasial titik akan menghasilkan data spasial baru yang berupa lingkaran-lingkaran yang mengelilingi titik-titik pusatnya. Untuk data spasial garis maka akan menghasilkan lingkaran-lingkaran yang melingkupi garis-garis. Demikian pula untuk data spasial poligon.
 5. *3D Analysis* : Fungsi ini terdiri dari sub-sub fungsi yang berhubungan dengan presentasi data spasial dalam ruang 3 dimensi. Fungsi ini banyak menggunakan fungsi interpolasi sebagai contoh untuk menampilkan data spasial ketinggian, tata guna lahan, jaringan jalan dan *utility* dalam bentuk 3 dimensi.
 6. *Digital Image Processing* : Fungsi ini dimiliki oleh SIG yang berbasis raster, karena data spasial permukaan bumi citra digital banyak didapat dari perekaman data satelit yang berformat raster. Perangkat SIG yang dilengkapi dengan fungsi ini memiliki banyak sub fungsi analisis citra digital. Misalkan fungsi untuk koreksi radiometrik, *filtering*, *clustering*, dan sebagainya.

C. Hasil dan Pelaporan Data

Hasil dari subsistem ini berupa laporan dalam bentuk peta-peta, uraian deskriptif, tabel, grafik, dan citra. Subsistem ini harus dapat diolah pada rangkaian kerja berikutnya pada waktu lain. Hasil dari subsistem ini bukan merupakan hasil

akhir tetapi dapat sebagai data dasar dalam proses analisis yang lain. Dengan demikian hasil dari subsistem ini akan terus berputar dalam proses SIG selanjutnya.

2.6 Pola Pemanfaatan dan Konservasi Lahan

2.6.1 Arahan Pemanfaatan Lahan

Arahan dalam rehabilitasi dan konservasi lahan masih bersifat umum dan merupakan hasil analisis atau perumusan yang didasarkan, sebagian besar, pada faktor-faktor biofisik. Faktor-faktor sosial ekonomi-budaya belum banyak dijadikan masukan atau pertimbangan dalam perencanaan pola rehabilitasi dan konservasi lahan. Arahan pengaturan lahan lebih ditekankan pada fungsi masing-masing kawasan, yaitu kawasan lindung, kawasan penyangga dan kawasan budidaya.

Arahan penggunaan lahan ditetapkan berdasarkan kriteria dan tata cara penetapan hutan lindung dan hutan produksi yang berkaitan dengan karakteristik fisik DAS yaitu kemiringan lereng, jenis tanah dan kepekaannya terhadap erosi, dan curah hujan harian rata-rata. Kemiringan lereng dapat ditentukan dengan melihat garis-garis kontur pada peta topografi. Hasil interpretasi kemiringan ini kemudian dipetakan. Jenis tanah diperoleh dari interpretasi peta tanah ditinjau dari DAS atau Sub DAS yang menjadi kajian. Besarnya curah hujan ditentukan dari data hujan dari stasiun penakar hujan yang terdekat.

Untuk karakteristik DAS yang terdiri dari kemiringan, jenis tanah dan curah hujan harian rata-rata pada setiap satuan lahan perlu diklasifikasi dan diberi bobot seperti yang tertera pada **Tabel 2.13**.

Tabel 2. 13 Faktor-Faktor Penentu Arahkan Fungsi Kawasan

Faktor	Pembagian Kelas	Skor
Kemiringan lereng	Kelas 1 : 0 – 8% (datar)	20
	Kelas 2 : 8 – 15% (landai)	40
	Kelas 3 : 15 – 25% (agak curam)	60
	Kelas 4 : 25 – 45% (curam)	80
	Kelas 5 : $\geq 45\%$ (sangat curam)	100
Kepekaan tanah terhadap erosi	Kelas 1 : Aluvial, Planosol, Hidromorf kelabu, Laterik (tidak peka)	15
	Kelas 2 : Latosol (agak peka)	30
	Kelas 3 : Tanah hutan coklat, tanah medeteran (kepekaan sedang)	45
	Kelas 4: Andosol, Laterik, Grumosol, Podsol, Podsol, Podsol (peka)	60
	Kelas 5 : Regosol, Litosol, Organosol, Renzira (sangat peka)	75
Intensitas hujan harian rata-rata	Kelas 1 : ≤ 13.6 mm/hari (sangat rendah)	10
	Kelas 2 : 13.6 – 20.7 mm/hari (rendah)	20
	Kelas 3 : 20.7 – 27.7 mm/hari (sedang)	30
	Kelas 4 : 27.7 – 34.8 mm/hari (tinggi)	40
	Kelas 5 : ≥ 34.8 mm/hari (sangat tinggi)	50

Sumber : Asdak, 1995:414

Penetapan penggunaan lahan setiap satuan lahan ke dalam suatu kawasan fungsional dilakukan dengan menjumlahkan nilai skor ketiga faktor di atas dengan mempertimbangkan keadaan setempat. Dengan cara demikian, dapat dihasilkan kawasan lindung, kawasan penyangga, dan kawasan budidaya. Berikut ini adalah kriteria yang digunakan oleh BREKT (Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah, Departemen Kehutanan) untuk menentukan status kawasan berdasarkan fungsinya :

A. Kawasan lindung

Satuan lahan dengan jumlah skor ketiga faktor fisiknya sama dengan atau lebih besar dari 175 dan memenuhi salah satu atau beberapa syarat di bawah ini:

- Mempunyai kemiringan lereng $> 45\%$.
- Tanah dengan klasifikasi sangat peka terhadap erosi dan mempunyai kemiringan lereng $> 15\%$.
- Merupakan jalur pengaman aliran sungai, sekurang-kurangnya 100 m di kiri-kanan alur sungai
- Merupakan pelindung mata air, yaitu 200 m dari pusat mata air.
- Berada pada ketinggian ≥ 2000 m dpl.
- Guna kepentingan khusus dan ditetapkan oleh Pemerintah sebagai kawasan lindung.

B. Kawasan penyangga

Satuan lahan dengan jumlah skor ketiga faktor fisik antara 125 – 174 serta memenuhi kriteria umum sebagai berikut:

- a) Keadaan fisik areal memungkinkan untuk dilakukan budidaya pertanian secara ekonomis.
- b) Lokasinya secara ekonomis mudah dikembangkan sebagai kawasan penyangga.
- c) Tidak merugikan dari segi ekologi/lingkungan hidup.

C. Kawasan budidaya tanaman

Satuan lahan dengan jumlah skor ketiga faktor fisik ≤ 124 serta sesuai untuk dikembangkan usaha tani tanaman tahunan (tanaman perkebunan, tanaman industri). Selain itu areal tersebut harus memenuhi kriteria umum untuk kawasan penyangga.

D. Kawasan budidaya tanaman semusim

Satuan lahan dengan kriteria seperti dalam penetapan kawasan budidaya tanaman tahunan serta terletak di tanah milik, tanah adat, dan tanah negara yang seharusnya dikembangkan usaha tani tanaman semusim.

2.6.2 Usaha konservasi

Masalah konservasi tanah adalah masalah menjaga agar struktur tanah tidak terdispersi, dan mengatur kekuatan gerak dan jumlah aliran permukaan. Berdasarkan hal tersebut, ada tiga cara pendekatan dalam konservasi tanah yaitu (Arsyad, 1989:113) :

1. Menutup tanah dengan tumbuh-tumbuhan dan tanaman atau sisa-sisa tanaman atau tumbuhan agar terlindung dari daya perusak butir-butir hujan yang jatuh.
2. Memperbaiki dan menjaga keadaan tanah agar resisten terhadap penghancuran agregat dan terhadap pengangkutan, dan lebih besar dayanya untuk menyerap air.
3. Mengatur air aliran permukaan agar mengalir dengan kecepatan yang tidak merusak dan memperbesar jumlah air terinfiltrasi kedalam tanah.

Metode konservasi tanah yang umum digunakan, antara lain :

A. Metode vegetatif

Metode vegetatif memanfaatkan bagian-bagian dari tanaman untuk menahan air hujan agar tidak langsung mengenai tanah misalnya daun, batang dan ranting. Selain itu akar tanaman juga berfungsi untuk memperbesar kapasitas infiltrasi tanah. Metode vegetatif dalam pelaksanaannya meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

- a) Reboisasi dan penghijauan
- b) Penanaman secara kontur
- c) Penanaman tanaman dalam Larikan (*Strip Cropping System*)
- d) Pergiliran tanaman (*Crop Rotation*)
- e) Tumpang Gilir (*Relay Cropping*)
- f) Tanaman Lorong (*Alley Cropping*)
- g) Pemulsaan.

B. Metode mekanik

Usaha konservasi dengan cara mekanik bertujuan untuk memperkecil laju limpasan permukaan, sehingga daya rusaknya berkurang untuk menampung limpasan permukaan kemudian mengalirkannya melalui bangunan atau saluran yang telah dipersiapkan. Ada beberapa metode yang dapat digunakan (Utomo, 1994:85):

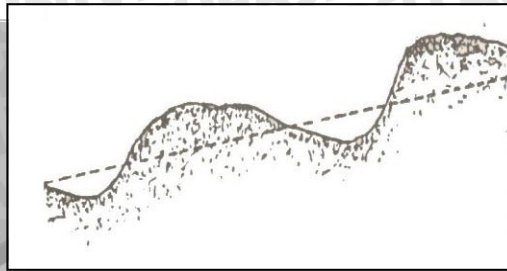
- a) Pembuatan saluran pemisah. Saluran ini berfungsi agar limpasan permukaan dari lahan atas tidak masuk ke lahan, kemudian limpasan tersebut dialirkan melalui jalan air (Utomo, 1989:85).
- b) Pembuatan teras. Pembuatan teras dimaksudkan untuk mengurangi panjang dan kemiringan lereng, sehingga dapat memperkecil limpasan permukaan. Berdasarkan bentuk dan fungsinya ada beberapa macam teras, yaitu (Utomo, 1989: 86):
 - 1) Teras Saluran (*channel terrace*).

Ada tiga macam teras saluran :

- (a) Teras Datar

Teras datar adalah jenis teras yang dibuat pada lahan yang kemiringannya kurang dari 5% dengan maksud utama untuk

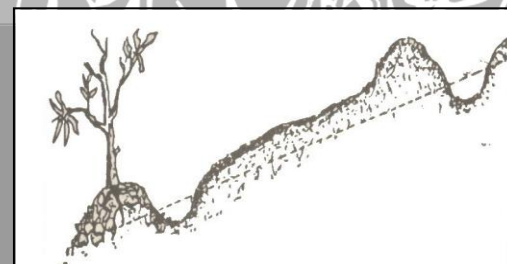
membantu peresapan air ke dalam tanah. Bentuk teras datar sangat sederhana dengan bagian utama bibir teras dan bidang olah.



Gambar 2. 5 Teras Datar

(b) Teras Kredit

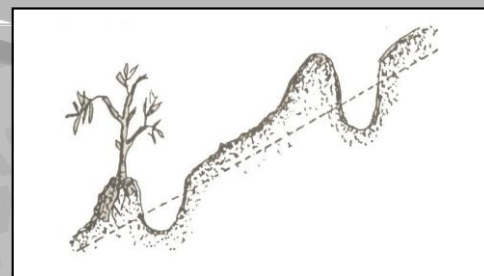
Teras kredit adalah jenis teras yang dibuat pada lahan yang kemiringan lerengnya kurang dari 15% dengan maksud utama membantu peresapan air ke dalam tanah. Bentuk teras sangat sederhana terdiri dari barisan tanaman yang rapat memanjang kontur dan bidang olah. Dengan cara ini, lama kelamaan akan terbentuk teras bangku.



Gambar 2. 6 Teras Kredit

(c) Teras Gulud

Teras gulud adalah jenis teras yang dibuat pada lahan dengan kemiringan lerengnya antara 5-15%, dengan bentuk sederhana terdiri dari bibir teras, saluran teras, dan bidang olah.

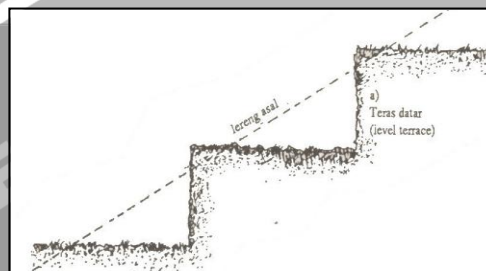


Gambar 2. 7 Teras Gulud

2) Teras Bangku atau Tangga (*Bench Terrace*)

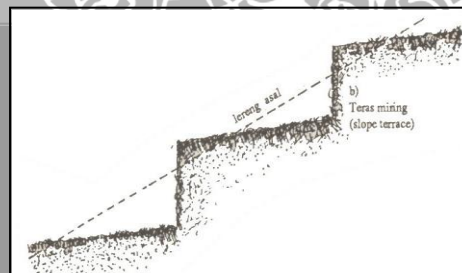
Teras bangku adalah jenis teras yang dibuat pada lahan usaha tani tanaman semusim dengan kemiringan lereng 35% atau kurang, dengan bentuk teras paling sempurna terdiri dari bibir teras, talud, bidang olah, dan saluran teras. Bidang olah dibuat miring ke dalam sebesar 0,2%. Ada berbagai macam teras bangku yang dapat ditemukan di lapangan

(a) Teras Bangku Datar (*Level Terrace*)



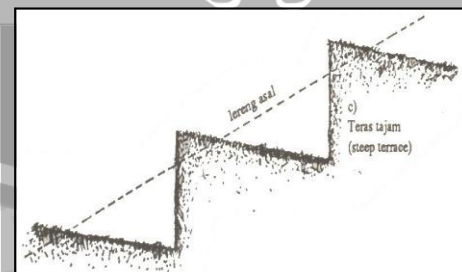
Gambar 2. 8 Teras Bangku Datar

(b) Teras Bangku Miring (*Slope Terrace*)



Gambar 2. 9 Teras Bangku Miring

(c) Teras Bangku Berlawanan Lereng atau Teras Tajam (*Steep Terrace*)



Gambar 2. 10 Teras Tajam

(d) Teras Pengairan (*Irrigation Terrace*)

Dibangun dengan cara membuat tanggul di ujung teras agar air dapat tersimpan di teras tersebut.

c) Saluran Pembuang Air (SPA)

Saluran pembuang air adalah saluran pembuang untuk menampung dan mengalirkan limpasan permukaan. Saluran ini dibangun searah lereng. Agar dasar saluran tidak terkikis, maka dasar saluran dilengkapi dengan pasangan batu-batuan atau dengan *vegetatif lining* (Utomo, 1989: 89). Untuk menghindari terkonsentrasinya aliran permukaan di sembarang tempat, yang akan membahayakan dan merusak tanah yang dilewatinya. Tujuan utama pembangunan saluran pembuang air adalah untuk mengarahkan dan menyalurkan aliran permukaan dengan kecepatan yang tidak erosi ke lokasi pembuangan air yang sesuai. Ada tiga macam saluran pembuang air yang dapat dibuat dalam sistem konservasi tanah dan air, yaitu: saluran pengelak, saluran terras, dan saluran berumput.



Gambar 2. 11 Skema Saluran Pembuangan Air Tampak Depan

d) Bangunan Terjunan (*drop structure*)

Fungsi bangunan terjunan adalah untuk menghindari kerusakan dasar jalan air karena adanya lereng yang curam. Jika dibiarkan secara alami lerengnya sangat curam, karena itu panjang lereng perlu dipotong. Pada perpotongan lereng ini perlu dibuat bangunan penguat sehingga air yang mengalir deras (terjun) tidak merusak dasar saluran. Biasanya dinding bangunan dibuat dari bambu dan dasar saluran diperkuat oleh batu.

e) Bangunan *check dam*

Bangunan yang dibuat melintang parit atau selokan yang berfungsi untuk menghambat kecepatan aliran dan menangkap sedimen yang dibawa aliran sehingga kedalaman dan kemiringan parit berkurang (Suripin, 2002 : 129). *Check dam* biasanya dibuat dari bahan lokal yang tersedia, misalnya kayu,

tanah, tetapi dapat juga dari batu dan beton. Tujuan pembangunan *check dam* adalah untuk pengendalian erosi jurang sehingga erosi jurang tidak berkembang lebih lanjut dan menjadi semakin dalam dan besar.

f) Pembuatan sumur resapan

Dampak dari perubahan tata guna lahan tersebut adalah meningkatnya aliran permukaan langsung sekaligus menurunnya air yang meresap ke dalam tanah. Sumur resapan dibuat untuk menggantikan fungsi lahan yang merupakan kawasan resapan air yang beralih fungsi menjadi areal permukiman dan industri.

C. Metode kimia

Cara kimia yang digunakan adalah dengan polimer pemantap tanah untuk memperbaiki struktur tanah sehingga tanah tahan terhadap erosi, antara lain larutan PVA (*Poly Vind Alkohol*), PAM (*Polacryamide*). Beberapa cara pemakaian bahan-bahan pemantap tanah adalah :

- a) Pemakaian di permukaan tanah. Larutan bahan pemantap tanah disemprot langsung ke atas permukaan tanah dengan alat sprayer.
- b) Pemakaian secara dicampur. Emulsi zat kimia disemprotkan ke dalam tanah, kemudian tanah tersebut dicampur dengan bahan kimia sampai merata, biasanya sampai kedalaman 0 – 25 cm.
- c) Pemakaian lubang. Disemprotkan secara lokal di tanah-tanah atau hanya pada lubang-lubang tanaman.

2.7 Peraturan dan Dokumen Kebijakan Setempat

• **Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air**

1. Sumber daya air adalah air, sumber air, dan daya air yang terkandung di dalamnya.
2. Air adalah semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat.
3. Air permukaan adalah semua air yang terdapat pada permukaan tanah. Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah.

4. Sumber air adalah tempat atau wadah air alami dan/atau buatan yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah.
5. Daya air adalah potensi yang terkandung dalam air dan/atau pada sumber air yang dapat memberikan manfaat ataupun kerugian bagi kehidupan dan penghidupan manusia serta lingkungannya.
6. Pengelolaan sumber daya air adalah upaya merencanakan, melaksanakan, memantau, dan mengevaluasi penyelenggaraan konservasi sumber daya air, pendayagunaan sumber daya air, dan pengendalian daya rusak air.
7. Pola pengelolaan sumber daya air adalah kerangka dasar dalam merencanakan, melaksanakan, memantau, dan mengevaluasi kegiatan konservasi sumber daya air, pendayagunaan sumber daya air, dan pengendalian daya rusak air.
8. Rencana pengelolaan sumber daya air adalah hasil perencanaan secara menyeluruh dan terpadu yang diperlukan untuk menyelenggarakan pengelolaan sumber daya air.
9. Wilayah sungai adalah kesatuan wilayah pengelolaan sumber daya air dalam satu atau lebih daerah aliran sungai dan/atau pulau-pulau kecil yang luasnya kurang dari atau sama dengan 2.000 km².
10. 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.
11. Cekungan air tanah adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh batas hidrogeologis, tempat semua kejadian hidrogeologis seperti proses pengimbuhan, pengaliran, dan pelepasan air tanah berlangsung.
12. Hak guna air adalah hak untuk memperoleh dan memakai atau mengusahakan air untuk berbagai keperluan.
13. Hak guna pakai air adalah hak untuk memperoleh dan memakai air.
14. Hak guna usaha air adalah hak untuk memperoleh dan mengusahakan air.

15. Pemerintah daerah adalah kepala daerah beserta perangkat daerah otonom yang lain sebagai badan eksekutif daerah.
16. Pemerintah Pusat, selanjutnya disebut Pemerintah, adalah perangkat Negara Kesatuan Republik Indonesia yang terdiri atas Presiden beserta para menteri.
17. Konservasi sumber daya air adalah upaya memelihara keberadaan serta keberlanjutan keadaan, sifat, dan fungsi sumber daya air agar senantiasa tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup, baik pada waktu sekarang maupun yang akan datang.
18. Pendayagunaan sumber daya air adalah upaya penatagunaan, penyediaan, penggunaan, pengembangan, dan pengusahaan sumber daya air secara optimal agar berhasil guna dan berdaya guna.
19. Pengendalian daya rusak air adalah upaya untuk mencegah, menanggulangi, dan memulihkan kerusakan kualitas lingkungan yang disebabkan oleh daya rusak air.
20. Daya rusak air adalah daya air yang dapat merugikan kehidupan.
21. Perencanaan adalah suatu proses kegiatan untuk menentukan tindakan yang akan dilakukan secara terkoordinasi dan terarah dalam rangka mencapai tujuan pengelolaan sumber daya air.
22. Operasi adalah kegiatan pengaturan, pengalokasian, serta penyediaan air dan sumber air untuk mengoptimalkan pemanfaatan prasarana sumber daya air.
23. Pemeliharaan adalah kegiatan untuk merawat sumber air dan prasarana sumber daya air yang ditujukan untuk menjamin kelestarian fungsi sumber air dan prasarana sumber daya air.
24. Prasarana sumber daya air adalah bangunan air beserta bangunan lain yang menunjang kegiatan pengelolaan sumber daya air, baik langsung maupun tidak langsung.
25. Pengelola sumber daya air adalah institusi yang diberi wewenang untuk melaksanakan pengelolaan sumber daya air.

Pendayagunaan Sumber Daya Air

Pasal 26

1. Pendayagunaan sumber daya air dilakukan melalui kegiatan penatagunaan, penyediaan, penggunaan, pengembangan, dan pengusahaan sumber daya air dengan mengacu pada pola pengelolaan sumber daya air yang ditetapkan pada setiap wilayah sungai.
2. Pendayagunaan sumber daya air ditujukan untuk memanfaatkan sumber daya air secara berkelanjutan dengan mengutamakan pemenuhan kebutuhan pokok kehidupan masyarakat secara adil.
3. Pendayagunaan sumber daya air sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dikecualikan pada kawasan suaka alam dan kawasan pelestarian alam.
4. Pendayagunaan sumber daya air diselenggarakan secara terpadu dan adil, baik antarsektor, antarwilayah maupun antarkelompok masyarakat dengan mendorong pola kerja sama.
5. Pendayagunaan sumber daya air didasarkan pada keterkaitan antara air hujan, air permukaan, dan air tanah dengan mengutamakan pendayagunaan air permukaan.
6. Setiap orang berkewajiban menggunakan air sehemat mungkin.
7. Pendayagunaan sumber daya air dilakukan dengan mengutamakan fungsi sosial untuk mewujudkan keadilan dengan memperhatikan prinsip pemanfaat air membayar biaya jasa pengelolaan sumber daya air dan dengan melibatkan peran masyarakat.

Pengendalian Daya Rusak Air

Pasal 51

1. Pengendalian daya rusak air dilakukan secara menyeluruh yang mencakup upaya pencegahan, penanggulangan, dan pemulihan.
2. Pengendalian daya rusak air sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diutamakan pada upaya pencegahan melalui perencanaan pengendalian daya rusak air yang disusun secara terpadu dan menyeluruh dalam pola pengelolaan sumber daya air.
3. Pengendalian daya rusak air sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diselenggarakan dengan melibatkan masyarakat.

4. Pengendalian daya rusak air sebagaimana dimaksud pada ayat (1) menjadi tanggung jawab Pemerintah, pemerintah daerah, serta pengelola sumber daya air wilayah sungai dan masyarakat.

- **RTRW Kota Batu 2003-2013**

Penetapan kawasan lindung yang memberikan perlindungan kawasan bawahannya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 21 pada ayat (1) huruf a adalah terdapat pada:

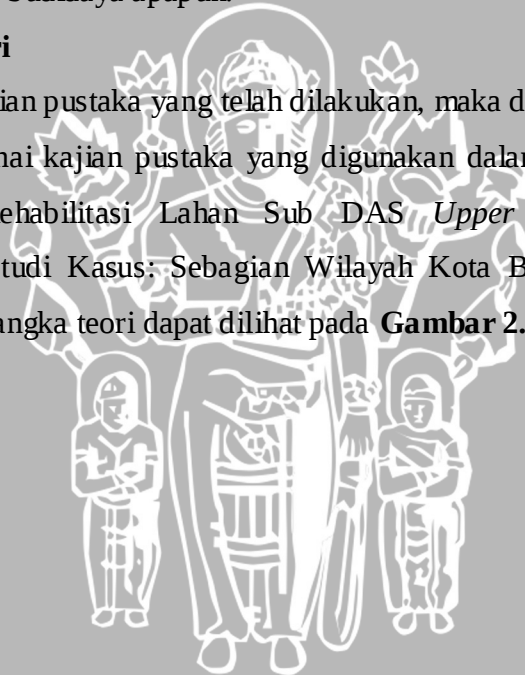
- (1) Kawasan hutan lindung, yaitu kawasan hutan yang memiliki sifat khas yang mampu memberikan perlindungan kepada kawasan sekitar maupun bawahannya sebagai pengatur tata air, pencegah banjir dan erosi serta memelihara kesuburan tanah ditetapkan pada:
 - a. Kawasan hutan sebelah Utara Barat Laut, Timur Laut Kota Batu (wilayah Tahura R. Suryo), yaitu di kawasan Gunung Arjuno, Gunung kembar, Gunung Tunggangan, Gunung Anjasmoro dan Gunung Rawung.
 - b. Kawasan hutan sebelah Barat Daya Kota Batu (wilayah Perum Perhutani) yaitu di kawasan Gunung Srandil, Gunung Panderman, Gunung Bokong dan Gunung Panuksapi.
- (2) Kawasan resapan air, yaitu kawasan yang mempunyai kemampuan tinggi meresapkan air hujan sehingga merupakan tempat pengisian air bumi (akiifer) yang berguna sebagai sumber air ditetapkan pada:
 - a. Sebelah Utara Barat Laut, Timur Laut Kota Batu di sekitar Gunung Arjuno, Gunung kembar, Gunung Welirang, Gunung Tunggangan, Gunung Anjasmoro dan Gunung Rawung.
 - b. Sebelah Barat Daya Kota Batu di lereng Gunung Srandil dan Gunung Panderman.
- (3) Pemanfaatan ruang kawasan lindung yang memberikan perlindungan kawasan bawahannya sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) dalam Pasal ini terdapat pada:
 - a. Pemanfaatan ruang hutan lindung sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dalam Pasal ini hanya sebagai kawasan hutan rimba berfungsi sebagai pengatur tata air, pencegah banjir dan erosi serta memelihara kesuburan tanah.

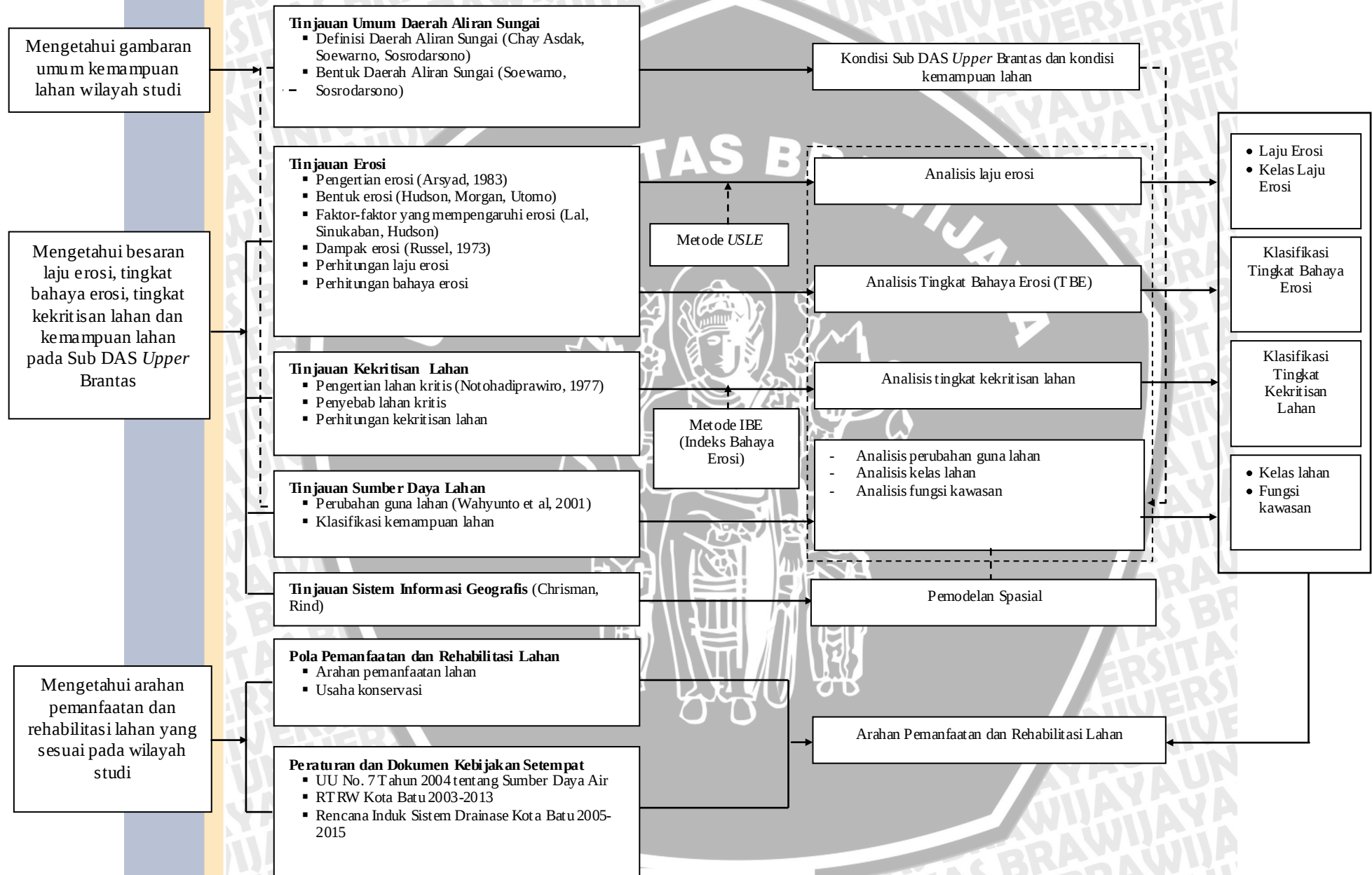
- b. Pemanfaatan ruang kawasan peresapan air sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dalam Pasal ini selain sebagai kawasan hutan lindung juga terdapat pada kegiatan budidaya tanaman keras (pinus, damar dan sonokeling) yang tidak merusak fungsi dari kawasan peresapan itu sendiri.
- **Rencana Induk Sistem Drainase Kota Batu 2005-2015**

Sistem drainase makro Kota Batu adalah merupakan salah satu wilayah hulu DAS Brantas yang memiliki 1 wilayah sungai yang disebut Sub DAS Hulu Brantas. Sebagai wilayah hulu, maka tentunya perlu dijaga kelestariannya. Berdasarkan UU No. 7 tahun 2004 maka kawasan sumber mata air dan kawasan mata air merupakan suatu kawasan yang harus dijaga kelestariannya. Sedangkan kawasan hutan merupakan kawasan lindung artinya bahwa kawasan ini tidak boleh digunakan untuk budidaya apapun.

2.8 Kerangka Teori

Berdasarkan kajian pustaka yang telah dilakukan, maka dapat dibuat sebuah kerangka teori mengenai kajian pustaka yang digunakan dalam skripsi “Arahan Pemanfaatan Dan Rehabilitasi Lahan Sub DAS *Upper* Brantas Dengan Pemodelan Spasial (Studi Kasus: Sebagian Wilayah Kota Batu)”. Lebih jelas mengenai diagram kerangka teori dapat dilihat pada **Gambar 2.12** berikut ini.





Gambar 2. 12 Kerangka Teori

2.9 Studi Terdahulu

Nama : Alfian Chandra (0210640004)

Judul : Arahan Rehabilitasi Dan Konservasi Tanah Pada DAS Metro Dengan Penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG)

Tahun Lulus : 2007

DAS Metro merupakan salah satu DAS di bagian hulu Kabupaten Malang yang memberikan kontribusi debit air sungai yang besar ke bagian hilir Malang, dengan luas daerah tangkapan air 16.783,5 Ha. Namun seiring dengan terjadinya peningkatan kerusakan hutan yang luar biasa sehingga mengakibatkan potensi terjadinya erosi. Apalagi saat ini perubahan tata guna lahan dan pengolahan tanah yang kurang tepat berperan besar dalam proses penyebab terjadinya kerusakan tanah, mempercepat laju erosi dan meningkatkan volume limpasan permukaan. Berdasarkan kondisi tersebut, studi ini mengkaji tingkat bahaya erosi yang terjadi saat ini pada tata guna lahan Eksisting DAS Metro serta menentukan arahan penggunaan lahan yang tepat sesuai dengan kemampuan lahan dan kawasannya berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) di daerah Malang dan sekitarnya dalam DAS Metro.

Metode yang digunakan dalam menghitung besarnya laju erosi adalah metode *MUSLE* dimana metode tersebut menggunakan pendekatan dari faktor limpasan permukaan. Pengolahan data-datanya menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) karena memudahkan dalam analisa sebaran dan pengelompokkan data.

Dari hasil analisa, total debit yang dihasilkan adalah 186,077 m³/dt. Total Erosivitas Limpasan Permukaan yang terjadi adalah 81.979,569 m²/jam, dan mengakibatkan nilai total erosi sebesar 563.274,07 ton/tahun atau 1,766 mm/tahun. Setelah dibagi dengan luas DAS maka diperoleh laju erosi sebesar 33,561 ton/ha/tahun. Besarnya laju erosi pada DAS Metro ini mengakibatkan tingkat bahaya erosi yang terjadi pada DAS Metro sebagian besar ringan yaitu 54,06 % dari luas wilayah, sedangkan tingkat bahaya erosi yang lain yaitu sedang (24,76 %), sangat ringan (18,44 %), dan berat (2,75 %). Dari peninjauan selanjutnya, Tingkat kekritisian lahan di DAS Metro yaitu Semi Kritis (78,81 %), Potensial Kritis (18,44 %), dan Kritis (2,75 %). Untuk selanjutnya kelas

kemampuan lahan di DAS Metro di klasifikasikan menjadi 5 (lima) kelas, yaitu kelas IIg (25,43 %), kelas IIIe (14,20 %), kelas IVe (31,79 %), kelas VIe (21,82 %), dan kelas VIIe (6,76 %). Dan pada akhirnya Arahan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (ARLKT) dengan mengacu pada Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) ditentukan berdasarkan pembagian kawasan yaitu Kawasan lindung (6,19 %), Kawasan Penyangga (26,22 %), Kawasan Budidaya Tanaman Tahunan (35,58 %), Kawasan Budidaya Tanaman Semusim (6,29 %), dan Kawasan Pemukiman (25,72 %)

Diharapkan dengan adanya kajian ini, maka DAS Metro perlu ditinjau lebih khusus, terutama dalam perubahan tata gunanya, karena memberikan kontribusi yang cukup besar ke bagian hilir Malang dalam mengakibatkan peningkatan laju erosi. Maka diperlukan penanganan khusus secara mekanis maupun vegetatif.

Manfaat Dari Studi Terdahulu:

1. Sebagai bahan referensi terhadap penelitian sekarang ini.
2. Sebagai acuan dalam analisis laju erosi dengan menggunakan metode *USLE (Universal Soil Loss Equation)*, Analisis Tingkat Bahaya Erosi dan Analisis Tingkat Kekritisan Lahan.
3. Sebagai masukan dalam arahan rehabilitasi dan pemanfaatan lahan.