

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Embung

Embung merupakan bangunan yang berfungsi menampung kelebihan air yang terjadi pada musim hujan untuk dijadikan persediaan air pada musim kering atau kemarau. Prioritas pemanfaatan embung utamanya adalah untuk pemenuhan kebutuhan air irigasi dan kebutuhan domestik penduduk setempat. Namun pada bangunan embung seringkali ditemukan endapan – endapan atau sedimentasi yang diakibatkan oleh aliran permukaan yang membawa material berupa tanah yang terbawa saat lereng – lereng disekitar embung mengalami penggerusan oleh aliran permukaan. Penumpukan sedimen yang sering ditemukan pada bangunan koservasi air seperti embung tentunya memiliki dampak negatif dalam layanan air bagi masyarakat sekitar embung karena sedimentasi yang ada dapat mengakibatkan pendangkalan sehingga menyebabkan pengurangan volume tampungan pada embung. Guna mengetahui seberapa besar sedimen yang terdapat pada embung diperlukan analisis sedimen. Dalam menganalisa sedimen, perlu diketahui erosi lahan terhadap embung dan perkiraan umur embung.

Untuk menjamin fungsi dan keamanannya, embung mempunyai beberapa komponen atau bagian utama yaitu :

1. Daerah tangkapan hujan (*Catchment Area*).

Catchment area (daerah tangkapan air) merupakan 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 yang dapat berupa punggung-pungguk bukit atau gunung dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Catchment area dapat dikatakan menjadi suatu ekosistem dimana terdapat banyak aliran sungai, daerah hutan dan komponen penyusun ekosistem lainnya termasuk sumber daya alam. Namun, komponen yang terpenting adalah air, yang merupakan zat cair yang terdapat di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat. Catchment area erat kaitannya dengan Daerah Aliran Sungai (DAS). Catchment area erat kaitannya dengan Daerah Aliran Sungai (DAS). Ukuran dan besar kecilnya daerah tangkapan air yang memberi kontribusi terhadap aliran sungai di dalam

DAS berpengaruh langsung terhadap total volume aliran yang keluar dari DAS. (Indarto. 2010).

2. Daerah genangan (*Storage*).

Daerah genangan (*Storage*) merupakan luasan daerah yang direncanakan sesuai dengan banyaknya air hujan yang masuk kedalam embung sehingga dapat tertampung pada kolam penampung atau juga sebagai area yang dapat digenangi oleh air hujan.

3. Tubuh embung (tanggul)

berfungsi menutup lembah dan cekungan (Depresi) sehingga air dapat tertahan dibagian hilir sehingga dapat membentuk kolam embung.

4. Bangunan pelimpah (*Spill Way*)

Merupakan bangunan yang berfungsi mengalirkan kelebihan air pada kolam embung ke lembah untuk mengamankan tubuh embung atau dinding kolam terhadap peluapan (*Over Topping*).

Embung dapat dibagi dalam dua bagian yakni :

a. Embung Kecil

Batasan-batasan umum embung kecil yang diperhatikan adalah :

1. Tinggi embung maksimum = 10 m untuk tipe urugan, dan 6 m untuk tipe gravitasi atau komposit, dimana tinggi tubuh embung diukur dari permukaan galian pondasi terdalam hingga ke puncak tubuh embung.
2. Kapasitas tampungan embung maksimal 100.000 m³.
3. Luas daerah tadah hujan maksimum 100 ha = 1km².

b. Embung Besar

Batasan batasan embung besar antara lain :

1. Kapasitas tampungan embung lebih dari 100.000 m³.
2. Luas daerah tadah hujan lebih dari 100 ha = 1km².

Berdasarkan tipe urugan embung dapat dibagi menjadi beberapa jenis yaitu :

1. Tipe urugan homogen

Pemilihan tipe embung dipilih berdasarkan jenis pondasi, panjang dan bentuk lembah, dan bahan bangunan yang tersedia di tempat. Tubuh embung tipe urugan dapat dibangun pada pondasi tanah atau batu, sedangkan untuk tubuh tipe pasangan batu atau beton hanya dapat dibangun pada pondasi batu dan dari segi biaya lebih mahal.

2. Tipe urugan majemuk

Tubuh embung dapat didesain sebagai urugan majemuk apabila tersedia material urugan lebih dari satu macam. Urugan terdiri dari kedap air, urugan semi kedap air (transisi) dan urugan lolos air. Tipe tubuh embung ini dapat dipilih untuk lokasi yang ketersediaan bahan timbunan kedap air terbatas.

3. Tipe pasangan batu atau beton

Tubuh embung dengan tipe ini sangat sesuai bila dibangun pada pondasi dengan tipe dari satuan batu, lembah curam, berbentuk V, tubuh embung tipe ini dibangun menjadi satu dengan pelimpahnya.

4. Tipe komposit

Tipe komposit dibangun pada pondasi satuan batu, dengan lembah yang cukup lebar, sehingga untuk dibangun tubuh embung tipe pasangan sangat mahal.

2.2 Analisis Hidrologi

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi hydrologic phenomena, seperti besarnya: curah hujan, temperatur, penguapan, lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran, konsentrasi sedimen sungai yang akan selalu berubah terhadap waktu (Soewarno, 1995). Dengan demikian suatu nilai dari sebuah data hidrologi itu hanya dapat terjadi lagi pada waktu yang berlainan sesuai dengan fenomena pada saat pengukuran nilai itu dilaksanakan. Data hidrologi dianalisis untuk membuat keputusan dan menarik kesimpulan mengenai fenomena hidrologi berdasarkan sebagian data hidrologi yang dikumpulkan.

2.2.1 Aliran Yang Masuk Embung

Kelompok air yang masuk ke dalam embung terdiri dari dua bagian yaitu :

- 1. Air permukaan (*Run Off*) dari daerah tadah hujan
- 2. Air hujan efektif yang langsung jatuh diatas kolam embung

2.2.1.1 Aliran permukaan daerah tadah hujan (*Run Off*)

Aliran air yang masuk daerah tampungan adalah total jumlah aliran limpasan permukaan yang terjadi di daerah tangkapan hujan selama peristiwa hujan tertentu. Jumlah air limpasan permukaan dihitung dengan rumus empiris *Ceatchment Yield* sebagai berikut :

$Run\ Off\ (m^3) = A * R * Y \dots\dots\dots (2.1)$

Keterangan :

A = Luas daerah tangkapan hujan (m³)

R = Curah hujan rata-rata bulanan (mm)

Y = *Reability faktor* (90%)

2.2.1.2 Analisa air hujan efektif

Untuk menghitung volume air yang tersedia dengan data curah hujan bulanan maka dapat dihitung air hujan efektif dengan rumus sebagai berikut :

$$VJ = 10 * C_j * R_j * A \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

VJ = Aliran bulanan dari seluruh daerah tadah hujan untuk bulan J (m^3 /bulan)

C_j = Koefisien pengaliran untuk bulan J.

R_j = Curah hujan bulanan untuk bulan J (mm/bulan).

A = Luas daerah tadah hujan efektif (Ha).

2.2.2 Volume Tampung Embung

Volume tampungan embung adalah volume air yang masuk ketampungan embung dan sedimentasi yang tertampung dan dapat dihitung berdasarkan peta situasi dari penampang memanjang/melintang dari gambar perencanaan embung.

Kolam tampung embung dapat dibedakan atas 2 daerah tampungan berdasarkan fungsi dan sifatnya yaitu :

1. Tampungan manfaat (Effective Storage), berfungsi menampung atau tempat penyediaan dan distribusi air untuk berbagai tingkat keperluan dan kebutuhan yang dapat dilayani. Tampungan yang dibangun di daerah semi kering akan menampung penuh air di musim hujan dan kemudian dioperasikan selama musim kemarau untuk melayani berbagai keperluan masyarakat. di daerah semi kering musim hujan akan berlangsung pendek 3-5 bulan, sedangkan musim kemarau berlangsung lebih dari 6 bulan yaitu 7-9 bulan. Sabu rajjua merupakan salah satu daerah yang termasuk daerah semi kering. Di daerah ini embung dipergunakan untuk melayani kebutuhan penduduk baik untuk air baku maupun untuk ternak dan irigasi selama musim kemarau. Di musim hujan penduduk tidak menggunakan air untuk memenuhi semua kebutuhan. Dengan demikian kapasitas tampungan embung yang dibutuhkan harus dapat memenuhi kebutuhan diatas, dan juga harus mempertimbangkan kehilangan air oleh penguapan di kolam, resapan didasar, dan dinding kolam serta yang paling penting juga penyediaan ruagan untuk tampungan sedimen.

2. Tampungan sedimen (Dead Storage), berfungsi menampung endapan sedimen hasil erosi yang dihasilkan dari lereng bagian dalam kolam tampungan embung. Ruang untuk sedimen perlu disediakan dikolam embung mengingat kapasitas tampungan efektif embung yang telah direncanakan sesuai dengan volume kebutuhan air untuk masyarakat

dan untuk daerah tadah hujan disarankan agar ditanami tanaman sehingga dapat mengendalikan dan meminimalisir terjadinya erosi, karena akibat kurangnya kesadaran masyarakat untuk memperhatikan daerah bagian hulu yang membuat terjadinya erosi yang membawa material sedimen ke dalam kolam tampungan embung. Tampungan sedimen bersifat tetap dan berkelanjutan maka usia manfaat secara teknis dapat diperkirakan berdasarkan lamanya tingkat pengendapan lumpur dan perubahan tampungan sedimen.

2.3 Erosi

Erosi adalah peristiwa pengikisan padatan (sedimen, tanah, batuan, dll) akibat transportasi angin, air, es, hujan, pengaruh gravitasi atau akibat aktivitas makhluk hidup. Proses erosi dapat menyebabkan merosotnya produktivitas tanah dan daya dukung tanah. Erosi sebenarnya merupakan sebuah proses alami dan baik bagi ekosistem, tetapi kebanyakan kejadian erosi diperparah oleh aktivitas manusia dalam tata kelola lahan yang buruk, penggundulan hutan dan aktivitas merugikan lain.. Secara umum, terjadinya erosi ditentukan oleh faktor-faktor iklim (terutama intensitas hujan), topografi, karakteristik tanah, vegetasi penutup tanah, dan tataguna lahan.

2.3.1 Proses Terjadinya Erosi

Erosi tanah adalah suatu proses atau peristiwa hilangnya lapisan permukaan tanah atas, baik disebabkan oleh pergerakan air maupun angin (*Suripin 2004*). Sedangkan menurut (*Frevert 1950 dalam Arba 2013*) mengartikan erosi tanah sebagai proses hilangnya lapisan tanah yang jauh lebih cepat dari proses kehilangan tanah pada peristiwa erosi geologi.

Proses erosi dapat menyebabkan merosotnya produktivitas tanah, daya dukung tanah untuk produksi pertanian dan kualitas lingkungan hidup. Di daerah tropis yang lembab seperti di Indonesia dengan rata-rata curah hujan yang tinggi maka air merupakan penyebab utama terjadinya erosi. Proses erosi yang disebabkan oleh air meliputi 3 tahap, yaitu :

1. Pemecahan bongkah-bongkah agregat tanah ke dalam bentuk butir-butir kecil atau partikel tanah.
2. Pindahkan atau pengangkutan butir-butir yang kecil tersebut.
3. Pengendapan butir-butir atau partikel tersebut di tempat yang lebih rendah, di dasar sungai atau waduk. Sebagai negara yang memiliki iklim tropis basah, maka dalam hal ini proses erosi tanah lebih banyak disebabkan oleh air akibat hujan yang turun di

permukaan tanah. Berdasarkan proses terjadinya, erosi tanah dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

a. Erosi normal

Juga disebut sebagai erosi geologi atau erosi alami yaitu proses erosi tanah akibat pelapukan batuan atau bahan induk tanah secara geologi dan alamiah. Batuan padat atau bahan induk tanah akan menjadi lapuk oleh cuaca menjadi bagian-bagian besar dan kecil. Selanjutnya secara fisik (mekanik), biologi (aktivitas organik), dan kimia, batuan tersebut akan terurai dan terjadi retakan-retakan. Pada saat terjadi hujan, air akan masuk ke dalam retakan-retakan batuan dan lama-kelamaan batuan akan pecah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil lagi. Proses tersebut terjadi dengan laju yang relatif lambat dan berlangsung dalam waktu yang lama. Perubahan bentuk pada erosi normal merupakan proses keseimbangan alam, artinya kecepatan kerusakan tanah masih sama atau lebih kecil dari kecepatan proses pembentukan tanah.

b. Erosi dipercepat

Proses erosi dipercepat merupakan pengangkutan tanah yang menimbulkan kerusakan tanah akibat kegiatan manusia dalam mengelola tanah untuk meningkatkan produktivitas tanah yang menyebabkan terjadinya pemecahan agregat-agregat tanah, meliputi pengangkatan dan pemindahan tanah pada saat pengolahan tanah. Meningkatnya laju erosi tanah yang disebut erosi dipercepat, artinya kecepatan kerusakan tanah sudah lebih besar atau melebihi kecepatan proses pembentukan tanah.

2.3.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Erosi

Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya erosi air adalah :

1. Curah Hujan

- a. Intensitas hujan : Menunjukkan banyaknya curah hujan persatuan waktu. Biasanya dinyatakan dalam mm/jam atau cm/jam.
- b. Jumlah hujan : Menunjukkan banyaknya air hujan selama terjadi hujan, selama satu bulan atau selama satu tahun dan sebagainya.
- c. Distribusi hujan : Menunjukkan penyebaran waktu terjadinya hujan.

2. Sifat- Sifat Tanah

- a. Tekstur tanah : Tanah dengan tekstur kasar seperti pasir adalah tahan terhadap erosi, karena butir-butir besar (kasar) tersebut memerlukan lebih banyak tenaga untuk mengangkut. Tekstur halus seperti liat tahan terhadap erosi karena daya rekat yang kuat sehingga gumpalannya sukar dihancurkan. Tekstur tanah yang

paling peka terhadap erosi adalah debu dan pasir sangat halus. Oleh karena itu semakin tinggi kandungan debu dalam tanah, maka tanah menjadi peka terhadap erosi.

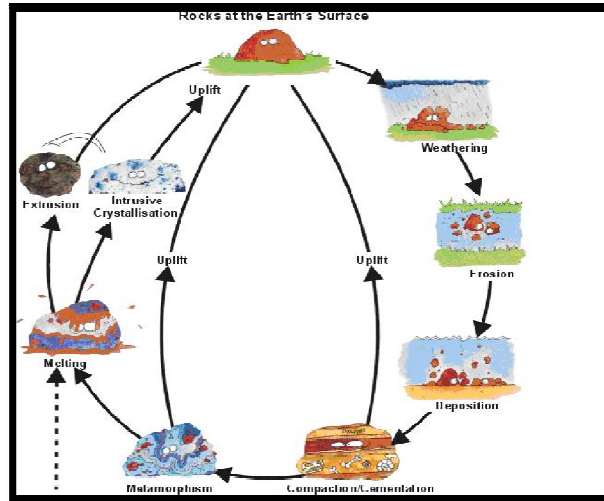
- b. Bentuk dan kemantapan struktur tanah : Bentuk struktur tanah yang membulat menghasilkan tanah dengan daya serap tinggi sehingga air mudah meresap ke dalam tanah, dan aliran permukaan menjadi kecil, sehingga erosi juga kecil. Struktur tanah mantap tidak akan mudah hancur oleh pukulan-pukulan air hujan dan akan tahan terhadap erosi. Sebaliknya struktur tanah yang tidak mantap tidak tahan terhadap pukulan-pukulan air hujan sehingga berubah menjadi butir-butir halus dan pada akhirnya mudah tererosi.
- c. Daya infiltrasi tanah : Apabila daya infiltrasi tanah besar, berarti air mudah meresap ke dalam tanah, sehingga aliran permukaan kecil dan erosi juga kecil.
- d. Kandungan bahan organik : Kandungan bahan organik menentukan kepekaan tanah terhadap erosi karena bahan organik mempengaruhi kemantapan struktur tanah. Tanah yang mantap tahan terhadap erosi.

2.3.3 Pengaruh Erosi Tanah Terhadap Kesuburan Tanah

Pengaruh erosi tanah disamping merupakan sumber penghasil bahan sedimentasi, juga menyebabkan merosotnya tingkat kesuburan tanah baik secara fisik maupun kimia, sehingga dapat mengakibatkan menurunnya produktivitas tanah dan daya dukung tanah untuk pertanian. Hal ini disebabkan oleh hilangnya lapisan tanah permukaan yang subur akibat erosi yang mengikis permukaan tanah. Secara lebih lanjut dalam skala yang lebih luas, erosi tanah pada akhirnya dapat menurunkan kualitas lingkungan hidup.

2.3.4 Proses Sedimentasi

Endapan sedimen adalah akumulasi mineral dan fragmen batuan dari daratan yang bercampur dengan tulang-tulang organisme laut dan beberapa partikel yang terbentuk melalui proses kimiawi yang terjadi di dalam laut (Gross, 1993). Sedimen didefinisikan secara luas sebagai material yang diendapkan di dasar suatu cairan (air dan udara), atau secara sempit sebagai material yang diendapkan oleh air, angin, atau gletser atau es. (Wahyuancol, 2008). Sedangkan sedimentasi adalah proses mengendapnya material fragmental oleh air sebagai akibat dari adanya erosi. Proses mengendapnya material tersebut yaitu proses terkumpulnya butir-butir tanah yang terjadi karena kecepatan aliran air yang mengangkut bahan sedimen mencapai kecepatan pengendapan (*settling velocity*). Proses sedimentasi dapat terjadi pada lahan-lahan pertanian maupun di sepanjang dasar sungai, dasar waduk, muara, dan sebagainya.



Gambar 2.1 Siklus Terjadinya Sedimen
(Sumber : Tambanga, 2008)

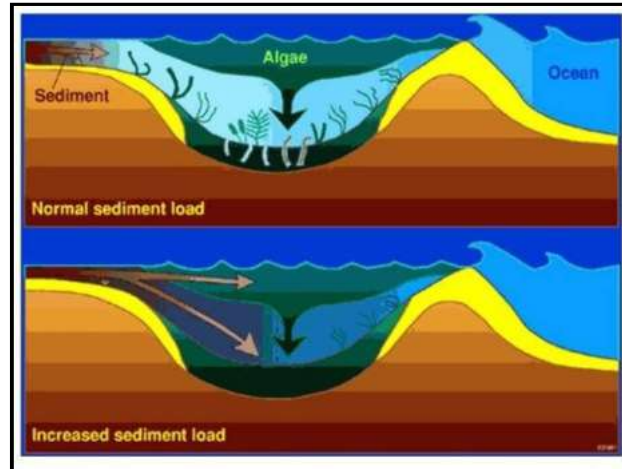
Berdasarkan proses terjadinya erosi tanah dan proses sedimentasi, maka proses terjadinya sedimentasi dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu:

a. Proses sedimentasi secara geologis (Normal)

Pada dasarnya proses sedimentasi secara geologis merupakan proses erosi tanah yang berjalan secara normal atau secara biasanya. Hal ini berarti bahwa proses pengendapan yang berlangsung masih dalam batasan yang dibolehkan atau masih dalam keseimbangan alam dari proses agradasi dan degradasi pada perataan kulit muka bumi akibat dari adanya pelapukan.

b. Proses sedimentasi dipercepat

Proses sedimentasi yang dipercepat merupakan proses sedimentasi yang berlangsung dalam waktu yang relatif singkat. Proses sedimentasi ini menyimpang dan sangat berbeda dengan proses sedimentasi secara biologis. Proses sedimentasi yang dipercepat ini memberikan dampak buruk, bersifat merugikan atau merusak, mengganggu keseimbangan alam atau kelestarian lingkungan hidup. Proses sedimentasi yang dipercepat ini biasanya terjadi atau disebabkan karena kegiatan manusia dalam mengolah tanah. Kesalahan dalam mengolah tanah ini akan menyebabkan terjadinya erosi tanah dan juga tingkat sedimentasi yang tinggi.



Gambar 2.2 Proses Sedimentasi Normal dan Sedimentasi dipercepat

(Sumber : *swwtc.wsu.edu, 2000*)

Menurut Soemarto 1999, sebagai akibat dari adanya erosi, sedimentasi memberikan beberapa dampak, yaitu:

1. Di sungai

Pengendapan sedimen di dasar sungai yang menyebabkan naiknya dasar sungai, kemudian mengakibatkan tingginya muka air sehingga berakibat sering terjadi banjir.

2. Di saluran

Jika saluran irigasi dialiri air yang penuh sedimen, maka akan terjadi pengendapan sedimen di saluran. Tentu akan diperlukan biaya yang cukup besar untuk pengerukan sedimen tersebut dan pada keadaan tertentu pelaksanaan pengerukan menyebabkan terhentinya operasi saluran

3. Di waduk

Pengendapan sedimen di waduk akan mengurangi volume efektif waduk yang berdampak terhadap berkurangnya umur rencana waduk.

4. Di bendung atau pintu-pintu air

Pengendapan sedimen mengakibatkan pintu air kesulitan dalam mengoperasikan pintunya, mengganggu aliran air yang lewat melalui bendung atau pintu air, dan akan terjadi bahaya penggerusan terhadap bagian hilir bangunan jika beban sedimen di sungai berkurang karena telah mengendap di bagian hulu bendung, sehingga dapat mengakibatkan terangkutnya material alas sungai.

2.3.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Sedimentasi

Proses terjadinya sedimentasi merupakan bagian dari proses erosi tanah. Timbulnya bahan sedimen adalah sebagai akibat dari erosi tanah yang terjadi. Proses

erosi dan sedimentasi di Indonesia yang lebih berperan adalah faktor air, sedangkan faktor angin relatif kecil. Faktor-faktor yang mempengaruhi sedimentasi yaitu :

- a. Iklim
- b. Tanah
- c. Topografi
- d. Tanaman
- e. Macam penggunaan lahan
- f. Kegiatan manusia
- g. Karakteristik hidrolika sungai
- h. Karakteristik penampung sedimen, *check dam*, dan waduk
- i. Kegiatan gunung berapi

2.3.6 Mekanisme Pengangkutan Sedimen

Mekanisme pengangkutan butir-butir tanah yang dibawa dalam air yang mengalir dapat digolongkan menjadi beberapa bagian sebagai berikut :

1. *Wash Load Movement*

Butir-butir tanah yang sangat halus berupa lumpur yang bergerak bersama-sama dalam aliran air, konsentrasi sedimen merata di semua bagian pengaliran. Bahan *wash load* berasal dari pelapukan lapisan permukaan tanah yang menjadi lepas berupa debu-debu halus selama musim kering. Debu halus ini selanjutnya dibawa masuk ke saluran atau sungai baik oleh angin maupun oleh air hujan yang turun pertama pada musim hujan, sehingga jumlah sedimen pada awal musim hujan lebih banyak dibandingkan dengan keadaan yang lain.

2. *Suspended Load Movement*

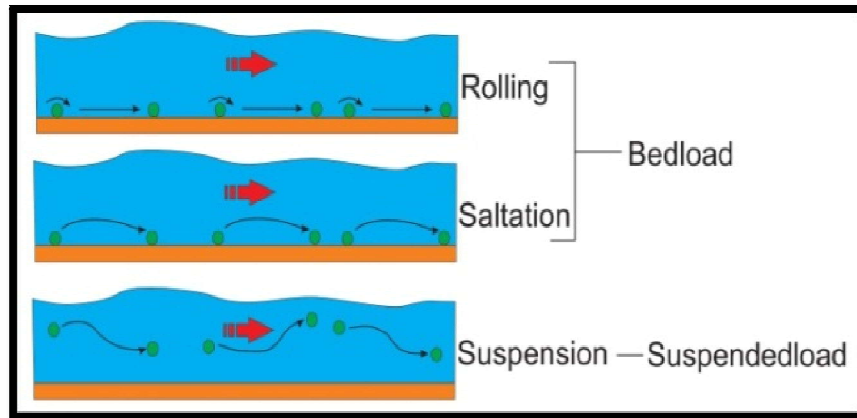
Dalam teori segala ukuran butir sedimen dapat dibawa dalam suspensi, jika arus cukup kuat. Akan tetapi di alam, kenyataannya hanya material halus saja yang dapat diangkut suspensi. Sifat sedimen hasil pengendapan suspensi ini adalah mengandung prosentase masa dasar yang tinggi sehingga butiran tampak mengambang dalam masa dasar dan umumnya disertai memilahan butir yang buruk. Cirilain dari jenis ini adalah butir sedimen yang diangkut tidak pernah menyentuh dasar aliran.

3. *Saltation Load Movement*

Pergerakan butir-butir tanah yang bergerak dalam aliran air antara pergerakan *suspended load* dan *bed load*. Butir-butir tanah bergerak secara terus menerus meloncatloncat (*skip*) dan melambung (*bounce*) sepanjang saluran tanpa menyentuh dasar saluran. Bahan-bahan *saltation load* terdiri dari pasir halus sampai dengan pasir kasar.

4. Bed Load Movement

Merupakan angkutan butir-butir tanah berupa pasir kasar (*coarse sand*) yang bergerak secara menggelinding (*rolling*), mendorong dan menggeser (*pushing and sliding*) terus menerus pada dasar aliran yang pergerakannya dipengaruhi oleh adanya gaya seret (*drag force*) aliran yang bekerja di atas butir-butir tanah yang bergerak.



Gambar 2.3 Ragam Gerakan Sedimen dalam Air
(Sumber : Aditya, 2003)

2.4 Analisis Tingkat Bahaya Erosi

Dari beberapa metoda untuk memperkirakan besarnya erosi permukaan, metoda *Universal Soil Loss Equation (USLE)* yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978) adalah metode yang paling umum digunakan untuk memperkirakan besarnya erosi, dengan rumus sebagai berikut:

$$Ea = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

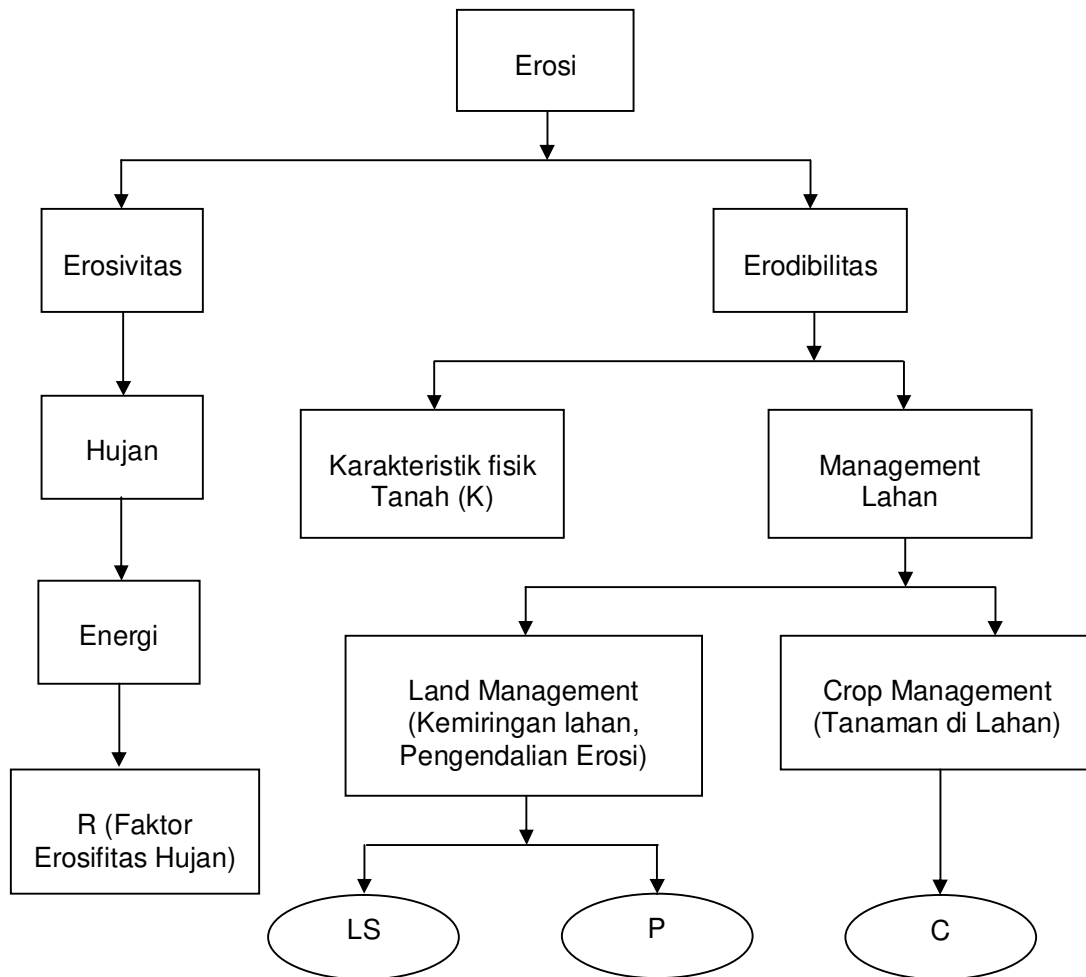
- Ea = Banyaknya tanah tererosi (ton/ha/tahun)
- R = Faktor erosivitas hujan dan aliran permukaan (KJ/ha)
- K = Faktor erodibilitas tanah (ton/KJ)
- LS = Faktor panjang dan kemiringan lahan
- C = Faktor tanaman penutup lahan
- P = Faktor tindakan konservasi lahan

Tabel 2.1 Kelas Tingkat Bahaya Erosi

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

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

Secara jelas proses terjadinya erosi dapat dilihat pada diagram berikut



Gambar 2.4 Proses Terjadinya Erosi

2.4.1 Analisa Faktor Erosivitas Hujan (R)

Penyebab utama erosi tanah adalah pengaruh pukulan air hujan pada tanah. Hujan menyebabkan erosi tanah melalui dua jalan, yaitu pelepasan butiran tanah oleh pukulan air hujan pada permukaan tanah dan kontribusi hujan terhadap aliran. Faktor erosivitas hujan didefinisikan sebagai jumlah satuan indeks erosi hujan dalam setahun. Semakin tinggi nilai erosivitas hujan maka erosi yang terjadi dalam kawasan semakin besar. Erosivitas hujan dihitung berdasarkan besarnya curah hujan bulanan yang terjadi pada kawasan yang ditinjau. Seperti yang dikemukakan oleh (Lenvain, 1989) dengan persamaan berikut :

$$R = 2,21 \times P^{1,36} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

R = indeks erosivitas hujan (KJ/ha/tahun)

P = Curah hujan bulanan (mm)

Cara Lenvain ini lebih sederhana karena hanya memanfaatkan data curah hujan bulanan.

2.4.2 Analisa Faktor Erodibilitas Tanah (K)

Faktor Erodibilitas Tanah (K) adalah suatu nilai yang dapat menunjukkan kondisi maksimum proses erosi yang dapat terjadi pada suatu lahan dengan kondisi hujan dan tata guna lahan tertentu. Nilai Faktor Erodibilitas Tanah (K) ditentukan berdasarkan jenis lapisan tanah yang terdapat pada lokasi yang ditinjau. Nilai K dapat diketahui berdasarkan peta geologi kota kupang .

Tabel 2.3 Faktor Erodibilitas Tanah Berdasarkan Tekstur Tanah

Jenis Tanah	Faktor K
Regosol	0.4
Latosol	0.31
Grumusol	0.2
Alluvial	0.47
Mediteran dan Litosol	0.46

Sumber : Chay Asdak (1995)

2.4.3 Faktor Panjang Kemiringan Lereng (LS)

Pada prakteknya, variable S dan L dapat disatukan, karena erosi akan bertambah besar dengan bertambah besarnya kemiringan permukaan medan (lebih banyak percikan air yang membawa butir-butir tanah, limpasan bertambah besar dengan kecepatan yang lebih tinggi), dan dengan bertambah panjangnya kemiringan (lebih banyak limpasan menyebabkan lebih besarnya kedalaman aliran permukaan oleh karena itu kecepatannya menjadi lebih tinggi). Acuan penentuan indeks Panjang dan Kemiringan Lereng (LS) diberikan pada Tabel dibawah ini.

Tabel 2.4 Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

No	Kemiringan Lereng	Faktor LS
	(%)	
1	0 - 5	0.25
2	5 - 15	1.20
3	15 - 35	4.25
4	35 - 50	7.50
5	> 50	12.00

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

2.4.4 Indeks Pengelolaan Tanaman (C)

Indeks pengelolaan tanaman (C) menunjukkan keseluruhan pengaruh dari vegetasi, keadaan permukaan tanah dan pengelolaan lahan terhadap besarnya tanah yang hilang (erosi). Besarnya nilai faktor penutup lahan didapat dari Tabel 2.6 untuk penentuan besarnya nilai C tiap sub DAS dihitung dengan rumus:

$$C = \frac{A_i \times C_i}{A_i} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

A_i = luasan tata guna lahan n dalam sub DAS (Km²)

C_i = koefisien penutup lahan dari masing-masing tata gunalahan

Tabel 2.5 Indeks Pengelolaan Tanaman (C) untuk Pertanaman Tunggal (Abdurachman, 1984)

No	Jenis Tanaman/Tata Guna Lahan	Nilai C
1	Tanaman Rumput	0.290
2	Tanaman kacang	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	0.757
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 (6 ton/ha/tahun)	0.079
14	Pola tanam berurutan + mulsa sisa Tanam	0.347
15	Pola tanam berurutan	0.398
16	Pola tanam tumpang gilir + mulsa tanam berurutan	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 disertai semak	0.012
26	Sengon tidak disertai semak dan tanpa seresah	1.000
27	Pohon tanpa semak	0.320

2.4.5 Analisa Faktor Konservasi Lahan (P)

Pengaruh aktivitas pengelolaan dan konservasi tanah (P) terhadap besarnya erosi dianggap berbeda dari pengaruh yang ditimbulkan oleh aktivitas pengelolaan tanaman (C) sehinggadalam rumus USLE kedua variable tersebut dipisahkan. Faktor P adalah nilai tanah terserosi rata-rata dari lahan yang mendapat perlakuan konservasi tertentu terhadap tanah tererosi rata-rata dari lahan yang diolah tanpa tindakan konservasi, dengan catatan factor-faktor penyebab terjadinya erosi tidak berubah.

Tabel 2.6 Nilai Indeks Konservasi Lahan (P) pada Berbagai Aktivitas Konversi Tanah (Abdurachman, 1984)

No	Teknik Konservasi Tanah	Nilai P
1	Teras Bangku	
→	Baik	0.20
→	Jelek	0.35
2	Teras Bangku : Jagung-Ubi Kayu/Kedelai	0.06
3	Teras Bangku : Sorghum-sorghum	0.02
4	Teras Tradisional	0.40
5	Teras Gulud : Padi-Jagung	0.01
6	Teras Gulud : Ketela Pohon	0.06
7	Teras Gulud : Jagung-Kacang+Mulsa sisa Tanaman	0.01
8	Teras Gulud : Kacang Kedelai	0.11
9	Tanaman dalam kontur :	
→	Kemiringan 0-8%	0.50
→	Kemiringan 9-20%	0.75
→	Kemiringan >20%	0.90
10	Tanaman dalam jalur-jalur : Jagung-Kacang tanah+Mulsa	0.05
11	Mulsa limbah Jerami :	
→	6 ton/ha/tahun	0.30
→	3 ton/ha/tahun	0.50
→	1 ton/ha/tahun	0.80
12	Tanaman Perkebunan :	
→	Disertai penutup tanah rapat	0.10
→	Disertai penutup tanah sedang	0.50
13	Padang Rumput :	

→	Baik	0.04
→	Jelek	0.40

2.5 Analisis Prakiraan Besarnya Sedimentasi

BRUNE membuat suatu hubungan antara efisiensi penangkapan waduk, prosentase masuknya sedimen yang tertahan dalam embung dengan rasio kapasitas embung terhadap aliran air tahunan rata – rata yang masuk sebagai berikut :

$$Y = (1 - (1/1+ax)^n) \times E \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

Y = Prosentase sedimen yang tertangkap pada catchment area

C = Kapasitas tampung embung

A = Konstanta empiris yang ditetapkan Brune untuk nilai rata – rata,
dimana: a = 100 ;n=1,5 (dimana a dan n sebagai faktor pengali)

i = *Inflow* tahunan

x = Rasio C/i

E = Produksi erosi

Prosentase masukan sedimen yang tertahan dalam waduk, dan rasio kapasitas waduk terhadap aliran air tahunan rata – rata yang masuk. Efisiensi penangkapan harus meningkat dengan bertambahnya waktu menetap dari yang bermuatan sedimen dalam waduk.

2.6 Usia Layanan atau Usia Manfaat Embung

Usia manfaat atau usia layanan embung adalah waktu atau umur dimana embung dapat memberikan dan menyuplai air secara optimal kepada masyarakat pada musim kemarau untuk keperluan masyarakat dan keperluan irigasi. Tampungan sedimen (dead storage) bersifat menangkap dan menampung lumpur hasil erosi yang selalu mengalami peningkatan sepanjang tahunannya. Karena lapisan dead storage ini bersifat tetap dan berkelanjutan, maka laju sedimentasi mempunyai hubungan dengan usia layanan/usia manfaat dimana apabila laju sedimentasi melampaui tampungan sedimen maka akan memperpendek atau mempersingkat usia layanan/usia manfaat dari embung. Secara teknis dapat diperkirakan berdasarkan tingkat pengendapan lumpur dan perubahan volume sedimentasi (dead storage) dengan mengkorelasi antara produksi erosi dan usia layanan juga prosentase sedimen yang tertangkap di daerah tampungan sedimen dengan usia layanan/usia manfaat dari pada embung.