

SKRIPSI

**PERANCANGAN BAK PRASEDIMENTASI AIR BAKU DI DANAU
TEMPE**

Disusun dan diajukan oleh:

**SULISTIANI THAMRIN
D011 18 1334**



**PROGRAM STUDI SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**PERANCANGAN BAK PRASEDIMENTASI AIR BAKU DI DANAU
TEMPE**

Disusun dan diajukan oleh

Sulistiani Thamrin
D011 18 1334

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 08 Februari 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

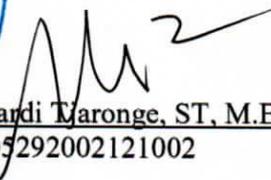
Pembimbing Utama,

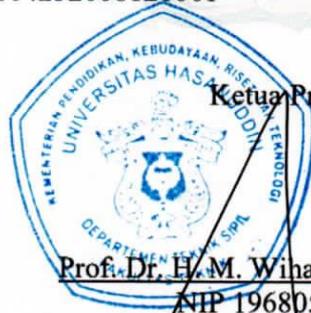
Pembimbing Pendamping,


Dr. Eng. Bambang Bakri, ST, MT.
NIP 198104252008121001


Ir. Silman Pongmanda, ST, MT.
NIP 197210102000031001

Ketua Program Studi,


Prof. Dr. H.M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng.
NIP 196805292002121002



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Sulistiani Thamrin

NIM : D011181334

Program Studi : Teknik Sipil

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Perancangan Bak Prasedimentasi Air Baku di Danau Tempe}

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

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

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

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

Gowa, Januari 2023

Yang Menyatakan



Sulistiani Thamrin

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.

Tugas akhir ini memerlukan proses yang tidak singkat. Perjalanan yang dilalui penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari tangan-tangan berbagai pihak yang senantiasa memberikan bantuan, baik berupa materi maupun dorongan moril. Olehnya itu, ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada:

1. **Allah SWT** yang telah memudahkan jalan penulis untuk terus berupaya dan tidak patah semangat dalam menempuh dunia perkuliahan hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
2. Kedua Orangtua tercinta, yakni **Thamrin, SH** dan **Salma, SE** yang tiada henti – hentinya memberikan perhatian, kasih sayang, dorongan, motivasi, dan iringan doa yang tulus dan memberikan bantuan baik moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan di bangku perkuliahan ini.
3. Bapak **Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST.,MT.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
4. Bapak **Prof. Dr. Ir. H. M. Wihardi Tjaronge, ST. M.Eng.**, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. dan Bapak **Dr.Eng. Ir. Bambang Bakri, ST. MT.**, selaku Sekertaris Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak **Dr.Eng. Ir. Bambang Bakri, ST. MT.**, selaku dosen pembimbing I, atas segala arahan, bimbingan akademik maupun non akademik, serta waktu yang telah diluangkannya dari dimulainya penelitian ini dengan sedikit pengetahuan yang saya miliki dan hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
6. Bapak **Ir. Silman Pongmanda, ST.MT.**, selaku dosen pembimbing II, atas segala arahan, bimbingan, dan wawasan, serta waktu yang telah

diluangkannya dari dan hingga terselesainya tugas akhir ini

7. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang dengan ikhlas membagikan ilmunya kepada penulis selama duduk di bangku perkuliahan.
8. Seluruh Staf dan karyawan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuan yang diberikan selama proses perkuliahan sampai penyusunan Tugas Akhir ini selesai.
9. Asisten Laboratorium dan Teknisi/Laboran di Laboratorium Hidrolika dan Laboratorium Geoteknik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuan dan kerjasamanya dalam melaksanakan penelitian Tugas Akhir ini.
10. Semua teman – teman, terkhusus untuk teman seperjuangan **A. Adinda Yunita Sekar Putri, Nuratika, Asruddin Machmud, Alif Candra** serta teman – teman yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang senantiasa memberikan semangat, bantuan, dan pemikirannya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Tidak ada kata yang dapat penulis gambarkan atas rasa terima kasih penulis kepada semua pihak, dan semoga Tuhan yang Maha Kuasa senantiasa melimpahkan berkat dan rahmat-Nya pada kita semua. Akhir kata penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga penulis berharap masukan dari semua pihak. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Makassar, Januari 2023

Sulistiani Thamrin

ABSTRAK

Analisa kerakertistik sedimen dilakukan untuk mengetahui jenis sedimen dan ukuran butirannya. Pengujian karaktristik yang dilakukan di laboratorium adalah pengujian berat jenis, analisa saringan, dan analisa hydrometer. Hasil Pengujian karakteristik sedimen diperoleh jenis sedimen yaitu terdiri dari 1% pasir, lanau 33,82% dan lempung 65,18%. Dengan berat jenis sedimen sebesar 2,686 dan rata-rata konsentrasi sedimennya yaitu 0,00045007.

Sistem penyediaan air minum harus dapat menyediakan air yang memadai dari segi kualitas maupun kuantitas. Fungsi utama dari bangunan bak prasedimentasi (*Plain Sedimentation Basins*) adalah untuk menghilangkan/mencegah *gravel*, pasir, lumpur, maupun material kasar lainnya agar tidak masuk ke dalam Instalasi Pengolahan Air (IPA). Bila kecepatan aliran masuk pada saluran (V) 60 cm/detik, debit yang diolah (Q) 165 L/detik, maka penyisihan tingkat kekeruhan yang optimal diperoleh dari bak prasedimentasi dengan dimensi: panjang 12 meter, lebar 7,5 meter dan tinggi 1,5 meter, dengan syarat pembuangan lumpur harus dilakukan secara periodik dan teratur sesuai dengan perencanaan, yaitu setiap 30 hari. Aliran air harus dijaga agar tetap tenang /tidak bergejolak (laminer) sehingga tidak mengganggu proses pengendapan secara gravitasi.

Kata kunci : karakteristik sedimen, prasedimentasi, bak prasedimentasi

ABSTRACT

Analysis characteristics of sediment conducted to determine the sediment type and size of granules. Characteristics of testing conducted in the laboratory were the specific Gravity testing, sieve analysis, and hydrometer analysis, then calculated how much sediments are accommodated at the mouth of the river every year. The results of testing sediment characteristics obtained the type of sediment, which consists of 1% sand, 33.82% silt and 65.18% loam. With a sediment specific gravity of 2.686 and the average sediment concentration is 0.00045007.

The drinking water supply system must be able to provide adequate water in terms of quality and quantity. The main function of the Plain Sedimentation Basins is to remove/ prevent gravel, sand, mud, and other coarse materials from entering the Water Treatment Plant (IPA). If the inflow speed in the channel (V) is 60 cm/sec, the treated discharge (Q) is 165 L/sec, then the optimal turbidity level allowance is obtained from a pre-fermented bath with dimensions: 12 meters long, 7.5 meters wide and 1.5 meters high, provided that sludge disposal must be carried out periodically and regularly according to planning, that is, every 30 days. The flow of water must be maintained so that it remains calm /not turbulent (laminar) so that it does not interfere with the process of settling by gravity.

Keywords: sediment characteristics, presedimentation, plain presedimentation.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	1
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	2
E. Batasan Masalah	2
F. Sistematika Penulisan.....	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
A. Gambaran Umum	4
B. Sedimentasi.....	4
C. Bak Prasedimentasi	21
BAB 3. METEDEOLOGI PENELITIAN.....	25
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
A. Hasil Pengujian Karakteristik	37
B. Perhitungan Desain Bak Prasedimentasi	40
C. Hasil Desain Bak Prasedimentasi	46

BAB 5. PENUTUP	51
A. Kesimpulan.....	51
B. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Proses Terbentuknya Maendar dalam Air laut Blog	5
Gambar 2. Sungai Mati.....	6
Gambar 3. Terbentuknya Delta Sungai	6
Gambar 4. Pembentukan Tanggul Alam.....	7
Gambar 5. Spit Sumber Air Laut Blog	7
Gambar 6. Gumuk Pasir atau Pengendapan oleh Angin.....	8
Gambar 7. Transpor Sedimen Dalam Aliran Air Sungai.....	20
Gambar 8. Bak Prasedimentasi Bentuk Segiempat dengan Aliran Horizontal	22
Gambar 9. Bak Prasedimentasi Bentuk Lingkaran dengan Aliran Horizontal.....	23
Gambar 10. Bak Prasedimentasi Bentuk Lingkaran dengan Aliran Vertikal.....	23
Gambar 11. Pola Pengendapan Partikel Diskret	24
Gambar 12. Peta Danau Tempe Kabupaten Wajo.....	25
Gambar 13. Diagram Alir Penelitian.....	36
Gambar 14. Grafik Hasil Analisa Saringan dan Hidrometer	40
Gambar 15. Grafik Kurva Performance	42
Gambar 16. Rencana Bak Prasedimentasi	47
Gambar 17. Potongan A-A	Error! Bookmark not defined.
Gambar 18. Potongan B-B.....	49
Gambar 19. Layout Bak Prasedimentasi di Danau Tempe	50

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jenis - Jenis Sedimen	12
Tabel 2. Ukuran Partikel Sedimen Berdasarkan Skala Wentworth.....	13
Tabel 3. Kriteria Desain Dimensi dan Kinerja Bak Prasedimentasi	31
Tabel 4. Hasil Pengujian Konsentrasi Sedimen	37
Tabel 5. Berat Jenis Sampel.....	38
Tabel 6. Analisa Saringan dan Hidrometer Sampel	39
Tabel 7. Parameter Desain Bak Prasedimentasi.....	41
Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Perancangan Bak Prasedimentasi	46

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
σD	Standar Deviasi
D_m	Ukuran Butir Rerata
Qs	Debit Sedimen
C	Konsentrasi Sedimen
K	Faktor Konversi
Qw	Debit Sungai
V_{Sc}	Kecepatan Scouring
λ	Faktor Gesekan Hidrolis
W1	Berat Piknometer
W2	Berat Piknometer + Tanah
W3	Berat Piknometer + Tanah + Air
W4	Berat Piknometer + Air
g	Percepatan Gravitasi
d	Diameter Partikel
ρ_s	Berat Jenis Partikel
W	Berat Jenis Air
Q	Kapasitas Produksi
T	Waktu Pengendapan
V_o	Kecepatan Pengendapan Partikel
V_h	Kecepatan Horizontal
As	Luas Permukaan Bak prasedimentasi
t	Waktu penyimpanan lumpur
C	Konsentrasi Partikel
ρ	Berat Jenis Partikel
Q	Kapasitas Produksi
hf	Kehilangan Tekanan
b	Lebar Saluran

h	Tinggi Bukaan Pintu
m	Koefisien Pemerataan
d	Diameter Lubang Perforated Wall
hf	Kehilangan Tekanan
V	Kecepatan Aliran
A_L	Luas Tiap 1 Lubang Perforated Wall
H	Tinggi Air di Atas Pelimpah

DAFTAR LAMPIRAN

Dokumentasi Pengambilan Sampel.....	52
Pengujian Konsentrasi Sedimen.....	53
Pengujian Berat Jenis	53
Pengujian Analisa Saringan Dan Hidrometer	54

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Air adalah kebutuhan utama dalam kehidupan manusia yang memerlukan kualitas yang sehat dan kuantitas yang cukup serta kontinu. Untuk mendapatkan air dengan kualitas dan kuantitas yang baik serta pendistribusiannya yang kontinu maka dibuatlah sebuah sistem pengolahan air, pada proses pengolahan air lengkap akan terdapat tiga tingkat pengolahan, yaitu pengolahan fisik, pengolahan kimia, dan pengolahan biologi.

Pada dasarnya pada saat pengolahan air pasti akan melalui beberapa tahapan yang di masing-masing tahapan tersebut dilakukan upaya-upaya perbaikan kualitas dan kuantitas air, termasuk juga berbagai unit-unit pengolahan air yang dibuat khusus untuk mengolah air agar mencapai kualitas yang diinginkan, dimana masing-masing unit-unit tersebut mempunyai fungsi masing-masing namun saling terkait antara satu proses pengolahan dengan proses pengolahan yang lain.

Salah satu proses pengolahan tersebut yaitu proses pendahuluan atau yang sering disebut dengan proses Pra-Sedimentasi. Prasedimentasi merupakan salah satu unit pada bangunan pengolahan air minum yang umumnya digunakan sebagai pengolahan pendahuluan. Prasedimentasi bisa juga disebut sebagai plain sedimentation karena prosesnya bergantung dan gravitasi dan tidak termasuk koagulasi dan flokulasi. Oleh karena itu prasedimentasi merupakan proses pengendapan grit secara gravitasi sederhana tanpa penambahan bahan kimia koagulan.

Pada umumnya sebelum merancang bangunan prasedimentasi perlu diketahui karakteristik sedimen terlebih dahulu yang terdiri dari ukuran (*size*), bentuk (*shape*), berat volume (*specific weigh*) dan berat jenis (*sepecific gravity*) serta kecepatan jatuh (*fall velocity*).

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dapat dirumuskan

- a. Bagaimana karakteristik sedimen di Danau Tempe?

- b. Bagaimana kebutuhan bak prasedimentasi di Danau Tempe?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

- a. Untuk memberikan gambaran tentang karakteristik sedimen di Danau Tempe.
- b. Merencanakan bak prasedimentasi di Danau Tempe.

D. Manfaat Penelitian

- a. Sebagai bahan referensi dan literatur bagi mahasiswa dalam menyusun laporan / skripsi.
- b. Dapat memberikan gambaran seberapa banyak sedimen yang tertampung pada danau Tempe.
- c. Dapat dimanfaatkan sebagai acuan untuk pengelolaan perairan sehingga dapat diambil langkah-langkah untuk menangani masalah - masalah lingkungan khususnya untuk masalah sedimentasi.

E. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Perhitungan sedimentasi yang digunakan adalah sedimen jenis *bed load* dan *suspended load*.
- b. Data debit dan data tanah menggunakan hasil pengamatan lapangan yang didapatkan dari instansi terkait.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini dalam mengkaji endapan sedimen terdiri atas lima bab sebagai berikut :

- BAB 1 menjelaskan latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian.
- BAB 2 berisikan tinjauan pustaka yang memuat beberapa literatur dari berbagai sumber yang dapat membantu dalam penyusunan penelitian.
- BAB 3 berisikan metode penelitian yang meliputi: jenis penelitian, waktu dan

lokasi penelitian, metode pengambilan sampel, tahapan penelitian, peralatan yang digunakan dalam penelitian, pemeriksaan ukuran butiran sedimen, dan alur penelitian.

BAB 4 berisikan hasil pengujian dari analisis karakteristik sedimen dan hasil perancangan bak prasedimentasi.

BAB 5 kesimpulan dan saran.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

A. GAMBARAN UMUM

Sedimentasi sangat beragam jenisnya tergantung dari hasil karakteristik sungai, dari hasil kerakteristik kita melanjutkan penelitian lebih khusus pada penanggulangan sediman terkhusus untuk angkutan sedimen, angkutan sediman sangat berpengaruh terhadap perubahan morfologi sungai, pada perinsipnya pengendalian angkutan sediman di alur-alur sungai mungkin dengan cara membuat bangunan seperti berikut:

Menurut Khoirul Murod (2002:9) dalam Yudistiro (2010) menyebutkan jenis bangunan pengendali sedimen menurut fungsinya dibedakan menjadi:

1. *Stepped Dam* yaitu bertingkat yang dibuat di bagian alur yang rusak mudah longsor untuk mencegah produksi sediman karena erosi galur.
2. *Check dam* atau *sabo dam* yaitu dam penahan sedimen yang harus dibangun di lembah sungai yang cukup dalam untuk menahan, menampung dan mengendalikan sedimentasi, sehingga jumlah sediman yang mengalir diperkecil.
3. *Sand pocket* (kantong pasir) yaitu bangunan pengendali sediman yang dibuat di daerah sungai yang berbentuk kipas alluvial untuk menampung sejumlah sedimen yang mengalir cukup besar sehingga sisa dari yang ditahan *check dam* ditampung disini. *Pads* umumnya kantong pasir dilengkapi dengan tanggul keliling untuk mencegah limpasan.
4. *Groundsill* atau ambang pengendali dasar adalah *check dam* yang rendah dibangun melintang sungai untuk menstabilkan dasar sungai dan mengarahkan aliran sedimen.
5. *Channel works* yaitu bangunan berupa kanal di daerah kipas alluvial untuk menstabilkan arah alur dan mengalirkan banjir dengan aman, karena pada umumnya di daerah tersebut selalu berubah akibat fluktuasi debit.

B. SEDIMENTASI

Sedimentasi adalah terbawanya material dari hasil pengikisan dan pelapukan

oleh air, angin atau gletser ke suatu wilayah yang kemudian diendapkan. Semua batuan hasil pelapukan dan pengikisan yang diendapkan lama kelamaan akan menjadi batuan sedimen. Hasil proses sedimentasi di suatu tempat dengan tempat lain akan berbeda. Berikut adalah ciri bentang lahan akibat proses pengendapan berdasarkan tenaga pengangkutnya.

a) Pengendapan oleh air sungai

Batuan hasil pengendapan oleh air disebut sedimen akuatis. Bentang alam hasil pengendapan oleh air, antara lain meander, oxbow *lake*, tanggul alam dan delta.

(1) *Meander*

Meander, merupakan sungai yang berkelok-kelok yang terbentuk karena adanya pengendapan. Proses berkelok-keloknya sungai dimulai dari sungai bagian hulu. Pada bagian hulu, volume airnya kecil dan tenaga yang terbentuk juga kecil. Akibatnya sungai mulaimenghindari penghalang dan mencari jalan yang paling mudah dilewati.

Pada bagian tengah, yang wilayahnya datar maka aliran airnya lambat, sehingga membentuk meander. Proses meander terjadi padatepi sungai, baik bagian dalam maupun tepi luar. Di bagian sungai yang alirannya cepat, akan terjadi pengikisan, sedangkan bagian tepi sungai yang lamban alirannya, akan terjadi pengendapan. Apabila hal itu berlangsung secara terus-menerus akan membentuk meander.



Gambar 1. Proses Terbentuknya Maendar dalam Air laut Blog

2) *Oxbow lake*

Meander biasanya terbentuk pada sungai bagian hilir, sebab pengikisan danpengendapan terjadi secara terus-menerus. Prosespengendapan yang terjadi

secara terus menerus akan menyebabkan kelokan sungai terpotong dan terpisah dari aliran sungai, sehingga terbentuk *oxbow lake*, atau disebut juga sungai mati.



Gambar 2. Sungai Mati

(3) *Delta*

Pada saat aliran air mendekati muara, seperti danau atau laut, kecepatanalirannya menjadi lambat. Akibatnya, terjadi pengendapan sedimen oleh air sungai. Pasir akan diendapkan, sedangkan tanah liat dan lumpurakan tetap terangkut oleh aliran air. Setelah sekian lama, akan terbentuk lapisan-lapisan sedimen. Akhirnya lapisan-lapisan sedimen membentuk dataran yang luas pada bagian sungai yang mendekati muaranya dan membentuk delta.



Gambar 3. Terbentuknya Delta Sungai

Pembentukan delta harus memenuhi beberapa syarat. Pertama, sedimen yang dibawa oleh sungai harus banyak ketika akan masuk laut atau danau. Kedua, arus di sepanjang pantai tidak terlalu kuat. Ketiga, pantai harus dangkal. Contoh bentang alam ini adalahdelta Sungai Musi, Kapuas, dan Kali Brantas.

(4) Tanggul alam

Apabila terjadi hujan lebat, volume air meningkat secara cepat. Akibatnya terjadi banjirdan air meluap hingga ke tepi sungai. Pada saat air surut, bahan-bahan yang terbawa oleh air sungai akan terendapkan di tepi sungai. Akibatnya, terbentuk suatu dataran di tepi sungai.



Gambar 4. Pembentukan Tanggul Alam

Timbulnya material yang tidak halus (kasar) terdapat pada tepi sungai. Akibatnya tepi sungai lebih tinggi dibandingkan dataran banjir yang terbentuk. Bentang alam itu disebut tanggul sungai. Selain itu, juga terdapat tanggul pantai sebagai hasil dari proses pengendapan oleh laut. Kedua tanggul tersebut merupakan tanggul alam, karena proses terbentuknya berlangsung alami hasil pengerjaan alam

b) Pengendapan oleh air laut

Batuan hasil pengendapan oleh air laut disebut sedimen marine. Pengendapan oleh air laut dikarenakan adanya gelombang. Bentang alam hasil pengendapan oleh air laut, antara lain pesisir, spit, tombolo, dan penghalang pantai.



Gambar 5. Spit Sumber Air Laut Blog

Pesisir merupakan wilayah pengendapan di sepanjang pantai. Biasanya terdiri atas material pasir. Ukuran dan komposisi material di pantai sangat bervariasi tergantung pada perubahan kondisi cuaca, arah angin, dan arus laut.

Arus pantai mengangkut material yang ada di sepanjang pantai. Jika terjadi perubahan arah, maka arus pantai akan tetap menegang mengangkut material material ke laut yang dalam. Ketika material masuk ke laut yang dalam, terjadi pengendapan material. Setelah sekian lama, terdapat akumulasi material yang ada di atas permukaan laut. Akumulasi material itu disebut spit. Jika arus pantai terus berlanjut, spit akan semakin panjang. Kadang-kadang spit terbentuk melewati teluk dan membentuk penghalang pantai (*barrier beach*). Apabila di sekitar spit terdapat pulau maka spit tersambung dengan daratan, sehingga membentuk tombolo.

c) Pengendapan oleh angin

Sedimen hasil pengendapan oleh angin disebut sedimen aeolis. Bentang alam hasil pengendapan oleh angin dapat berupa gumuk pasir (*sand dune*). Gumuk pasir terjadi akibat akumulasi pasir yang cukup banyak dan tiupan angin yang kuat. Angin mengangkut dan mengendapkan pasir di suatu tempat secara bertahap, sehingga terbentuk timbunan pasir yang disebut gumuk pasir.



Gambar 6. Gumuk Pasir atau Pengendapan oleh Angin

d) Pengendapan oleh gletser

Sedimen hasil pengendapan oleh gletser disebut sedimen glacial. Bentang alam hasil pengendapan oleh gletser adalah bentuk lembah yang semula berbentuk V menjadi U. Pada saat musim semi tiba, terjadi pengikisan oleh gletser yang meluncur menuruni lembah. Batuan atau tanah hasil pengikisan juga menuruni lereng dan mengendap di lembah. Akibatnya, lembah yang semula berbentuk V menjadi berbentuk U.

Sedimentologi adalah ilmu yang mempelajari lapisan tanah karena pengendapan tanah yang mengalami perpindahan dari tempat lain. Contohnya adalah sedimentasi di delta sungai dan daerah sekitar gunung berapi. Ilmu ini berkaitan erat dengan pembentukan bahan galian seperti batu bara, minyak bumi, perak emas dan sebagainya. Keanekaragaman hayati atau biodiversitas (Bahasa Inggris: *biodiversity*) adalah suatu istilah pembahasan yang mencakup semua bentuk kehidupan, yang secara ilmiah dapat dikelompokkan menurut skala organisasi biologisnya yaitu mencakup gen, spesies tumbuhan, mikroorganisme dan ekosistem serta proses-proses ekologi dimana bentuk kehidupan ini bagiannya.

Keanekaragaman hayati tidak terdistribusi secara merata di bumi wilayah tropis memiliki keanekaragaman hayati yang lebih kaya, dan jumlah keanekaragaman hayati terus menurun jika semakin jauh dari ekuator. Delta sungai atau Kuala adalah endapan di muara sungai yang terletak di lautan terbuka, pantai, atau danau, sebagai akibat dari berkurangnya laju aliran air saat memasuki laut. Tipe muara sungai yang lain adalah estuaria.

Air payau adalah campuran antara air tawar dan air laut (air asin). Jika kadar garam yang dikandung dalam satu liter air adalah antara 0,5 sampai 30 gram, maka air ini disebut air payau. Namun jika lebih, disebut air asin (blog kelautan 2011).

Dalam kaitannya dengan sedimen dan sedimentasi beberapa ahli mendefinisikan sedimen dalam beberapa pengertian. Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir di saluran air, sungai, dan waduk.

Hasil sedimen (sediman yield) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Hasil sedimen yang biasanya diperoleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai (*suspended sediment*) atau dengan pengukuran langsung dalam waduk. (Chay Asdak, 2014)

Sedimentasi adalah masuknya muatan sedimen ke dalam suatu lingkungan perairan tertentu melalui media air dan diendapkan di dalam lingkungan tersebut. Sedimentasi yang terjadi di lingkungan pantai menjadi persoalan bila terjadi di

lokasi-lokasi yang terdapat aktifitas manusia yang membutuhkan kondisi perairan yang dalam seperti pelabuhan, dan alur-alur pelayaran, atau yang membutuhkan kondisi perairan yang jernih seperti tempat wisata, ekosistem terumbu karang atau padang lamun.

Sedimentasi di suatu lingkungan pantai terjadi karena terdapat suplai muatan sedimen yang tinggi di lingkungan pantai tersebut. Suplai muatan sedimen yang sangat tinggi yang menyebabkan sedimentasi itu hanya dapat berasal dari daratan yang dibawa ke laut melalui aliran sungai. Pembukaan lahan di daerah aliran sungai yang meningkatkan erosi permukaan merupakan faktor utama yang meningkatkan suplai muatan sedimen ke laut. Selain itu, sedimentasi dalam skala yang lebih kecil dapat terjadi karena transportasi sedimen sepanjang pantai.

Karakteristik sedimentasi di perairan pesisir terjadi perlahan dan berlangsung menerus selama suplai muatan sedimen yang tinggi terus berlangsung. Perubahan laju sedimentasi dapat terjadi bila terjadi perubahan kondisi lingkungan fisik di daerah aliran sungai terkait. Pembukaan lahan yang meningkatkan erosi permukaan dapat meningkatkan laju sedimentasi. Sebaliknya, pembangunan dam atau pengalihan aliran sungai dapat merubah kondisi sedimentasi menjadi kondisi erosional.

Bila sedimentasi semata-mata karena transportasi muatan sedimen sepanjang pantai, laju sedimentasi yang terjadi relatif lebih lambat bila dibandingkan dengan sedimentasi yang mendapat suplai muatan sedimen dari daratan. Proses sedimentasi berlangsung perlahan dan terus menerus selama suplai muatan sedimen yang banyak dari daratan masih terus terjadi. Proses sedimentasi berhenti atau berubah menjadi erosi bila suplai muatan sedimen berkurang karena pembangunan dam atau pengalihan alur sungai. (blog arilauts, 2010) beberapa Penyebab percepatan sedimentasi pada wilayah hilir sungai yaitu proses sedimentasi meliputi erosi, transportasi, pengendapan dan pemadatan dari sedimentasi itu sendiri.

Proses tersebut berjalan sangat kompleks, dimulai dari jatuhnya air hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Begitu tanah menjadi partikel halus, lalu menggelinding bersama aliran, sebagian akan tertinggal di atas tanah sedangkan bagian lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen.

Faktor-faktor terpenting yang mempengaruhi erosi tanah adalah curah hujan, tumbuh-tumbuhan yang menutupi permukaan tanah, jenis tanah dan kemiringan tanah. Karena peranan penting dari dampak tetesan air hujan, maka tumbuhan memberikan perlindungan yang penting terhadap erosi, yaitu dengan menyerap energi jatuhnya air hujan dan biasanya mengurangi ukuran-ukuran dari butir-butir air hujan yang mencapai tanah. Tumbuh-tumbuhan dapat juga memberikan perlindungan mekanis pada tanah terhadap erosi. Karena sedimen merupakan kelanjutan dari proses erosi maka faktor-faktor yang mempengaruhi erosi sedimen juga merupakan faktor yang mempengaruhi sedimen di lahan, tetapi sedimen di Sungai masih dipengaruhi pula oleh karakteristik hidrolis sungai, penampang sedimen dan kegiatan gunung berapi. Jumlah sedimen yang terangkut aliran sungai ditentukan oleh rantai erosi pengangkutan sedimen, muka pengangkutan sedimen dan produksi sedimen dipengaruhi oleh keadaan topografi, sifat tanah penutup tanah, laju dan jumlah limpasan permukaan, juga sumber sedimen, sistem pengangkutan, tekstur tanah dan sifat daerah aliran sungai, luas topografi, bentuk dan kemiringan tanah. (Suroso, Ruslin dan Rahmanto.)

Dari penjelasan diatas disebutkan beberapa penyebab percepatan pembentukan sedimentasi. Namun penyebab yang paling berpengaruh adalah besarnya erosi yang terjadi pada daerah hulu. Besarnya erosi ini tidak lepas dari besar kecilnya tutupan lahan di wilayah tersebut. Ketika tutupan lahan dalam hal ini vegetasi yang semakin rapat, maka potensi untuk terjadi erosi semakin kecil. Hal ini dikarenakan vegetasi memiliki peranan yang sangat besar di dalam mempertahankan tanah agar tidak mengalami erosi secara besar-besaran, namun akan dilakukan secara perlahan.

1) Jenis jenis sedimen

Berdasarkan pada jenis sedimen dan ukuran partikel-partikel tanah serta komposisi mineral dan bahan induk yang menyusunnya, dikenal bermacam jenis sedimen seperti pasir, liat, dan lain sebagainya. Tergantung dari ukuran partikelnya, sedimen ditemukan terlarut dalam sungai atau disebut muatan sedimen (*suspended sediment*) dan menyerap di dasar sungai atau dikenal sebagai sedimen menyerap (*bed load*) menurut kukurannya sedimen dibedakan menjadi (Dunne dan Leopold, 1978):

Tabel 1. Jenis - Jenis Sedimen

Jenis Sedimen	Ukuran Partikel (mm)
Pasir besar	2.0 – 64,0
Pasir	0.0625 -2.0
Debu/ lanau	0.0039 -0,00625
Lempung	< 0.0039

(sumber: Chay asdak, 2014).

2) Sifat dan klasifikasi sedimen

Sedimen adalah pecahan-pecahan material yang umumnya terdiri atas uraian batu-batuan secara fisis dan secara kimia. Partikel seperti ini mempunyai ukuran dari yang besar (boulder) sampai yang sangat halus (koloid), dan beragam bentuk dari bulat, lonjong sampai persegi. Hasil sedimen biasanya diperoleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai (suspended sediment), dengan kata lain bahwa sedimen merupakan pecahan, mineral, atau material organik yang diangkut dari berbagai sumber dan diendapkan oleh media udara, angin, es, atau oleh air dan juga termasuk didalamnya material yang diendapkan dari material yang melayang dalam air atau dalam bentuk larutan kimia (Usman, 2014).

Sediman pantai bisa berasal dari erosi garis pantai itu sendiri, dari daratan yang dibawa oleh sungai, dan dari laut dalam yang terbawa arus ke daerah pantai. Sifat-sifat sediman adalah sangat penting didalam mempelajari proses erosi dan sedimentasi. Sifat sifat tersebut adalah ukuran partikel dan distribusi butiran sedimen, rapat massa, bentuk, kecepatan endap, tahanan terhadap erosi, dan sebagainya. Diantara beberapa sifat tersebut, distribusi ukuran butiran adalah bagian yang paling penting.

Sedimen dapat diklasifikasikan berdasar ukuran butir menjadi lempung, pasir, krikil, koral (*pebble*) cobble, dan batu (*boulder*) berdasarkan klasifikasi tersebut pasir mempunyai diameter antara 0,0625 dan 0,2 mm yang selanjutnya dibedakan menjadi lima kelas. Material sangat halus seperti lumpur dan lempung berdiameter di bawah 0,063 mm yang merupakan sedimen kohesif.

Tabel 2. Ukuran Partikel Sedimen Berdasarkan Skala Wentworth

Klasifikasi	Diameter Partikel		
	Mm	Satuan phi	
Batu	256 – 128	-8	
Cobble	128 – 64	-7	
Koral (Pebble)	Besar	64 – 32	-6
	Sedang	32 – 16	-5
	Kecil	16 – 8	-4
	Sangat Kecil	8 – 4	-3
Kerikil	4 – 2	-2	
	Sangat Besar	2 – 1	-1
Pasir	Kasar	1 - 0.5	0
	Sedang	0.5 - 0.25	1
	Halus	0.25 - 0.125	2
	Sangat Halus	0.125 - 0.063	3
Lumpur	Kasar	0.063 - 0.031	4
	Sedang	0.031 - 0.015	5
	Halus	0.015 - 0.0075	6
	Sangat Halus	0.0075 - 0.0037	7
Lempung	Kasar	0.0037 - 0.0018	8
	Sedang	0.0018 - 0.0009	9
	Halus	0.0009 - 0.0005	10
	Sangat Halus	0.0005 - 0.0003	11

(Sumber: Triatmodjo, 1999)

Ukuran butir median D_{50} adalah paling banyak digunakan untuk ukuran butir pasir. Berdasarkan distribusi log normal tersebut, ukuran butir rerata D_m dan standar deviasi σD dapat dihitung dengan cara berikut:

$$(\sigma D = \sqrt{\frac{D_{84}}{D_{16}}}) \quad (1)$$

Dengan notasi D_p adalah ukuran dimana $P\%$ dari berat sampel adalah lebih halus dari diameter butir tersebut. Untuk mengukur derajat penyebaran ukuran butir terhadap nilai rerata sering digunakan koefisien

S_0 , dan apabila $1,0 \leq S_0 \leq 1,5$ Ukuran butir pasir seragam, untuk $1,5 \leq S_0 \leq 2,0$ penyebaran ukuran butiran pasir sedang, sedang jika $2,0 \leq S_0$ gradasi ukuran sangat bervariasi. (Triatmodjo, 1999).

3) Sedimen dan Transpor sedimen

a. Transpor sedimen

Transport sedimen di dasar sungai akan membentuk sediment transport body yang sering disebut dengan konfigurasi dasar sungai. Bentuk-bentuk transport body tersebut memiliki karakteristik dan hukum-hukum yang teratur dan mesostruktur atau makrostruktur. Konfigurasi mikrostruktur umumnya terdiri dari *riffle*, *dune*, *plane bed*, *antidune* disamping juga ada *armour layer*. Sedangkan mesostruktur atau makrostruktur terdiri dari gosong pasir (*bar*) atau *large dune*, pulau (*island*), dan meander. (Agus Maryono, 2007).

Transportasi sedimen seringkali menyebabkan permasalahan di muara sungai. Misalnya, karena adanya pasang-surut pada daerah pantai atau muara, akan cenderung menyebabkan terbentuknya suatu spit yang terjadi pada arah dominan pergerakan sedimennya. Demikian pula pada bangunan-bangunan di pantaiseperti bangunan pemecah gelombang, akan mempengaruhi pergerakan sedimennya sehingga akan terjadi penumpukan sedimen pada satu posisi dan erosi pada sisi lainnya. (Jurnal Yuda Romdania, 2010)

Hasil penelitian tentang transport sedimen yang telah banyak dilakukan menunjukkan bahwa secara statistik tenaga penggerak partikel-partikel sedimen di dasar sungai dapat dijelaskan sebagai berikut (Bagnol, 1973) dalam (Chay Asdak, 2014). Kecepatan transpor sedimen adalah hasil perkalian antara berat partikel suatu benda (dalam hal ini adalah partikel sedimen) dengan kecepatan rata-rata partikel tersebut. Telah diketahui bahwa perkalian antara gaya yang bekerja pada suatu benda dengan jarak adalah tenaga penggerak (*work*). Sementara gerak suatu benda adalah jarak dibagi lama waktu benda tersebut bergerak. Tenaga (penggerak) dibagi lama waktu yang diperlukan benda tersebut bergerak dari satu titik ke titik lainnya adalah kekuatan (*power*). Dengan demikian, kekuatan yang diperlukan untuk menggerakkan suatu benda adalah $(\text{Berat} \times \text{Jarak}) / \text{waktu}$.

Oleh karena kecepatan aliran sungai ke arah hilir relatif konstan, penurunan ketinggian permukaan sungai, terutama yang terjadi secara tiba-tiba karena adanya beda tinggi dasar sungai, dapat mengakibatkan perubahan dari

energi potensial menjadi energi kinetik yang dalam konteks transpor sedimen energi tersebut akan hilang. Hilangnya energi ini sebagian besar karena terjadinya perubahan energi kinetik menjadi energi panas (dan hilang oleh proses radiasi) oleh adanya gesekan akibat perubahan kecepatan aliran air dan sebagian lagi dimanfaatkan untuk transpor sedimen atau pengikisan tebing sungai (Chay Asdak, 2014). Uraian tersebut di atas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Muatan sedimen dan sedimen merayap secara teoritis dapat dikatakan merupakan refleksi secara mekanik dari kekuatan atau tenaga yang timbul oleh karena faktor-faktor karakteristik morfologi sungai.
2. Transpor sedimen berkaitan dengan pemanfaatan energi kinetis yang tersedia dalam aliran sungai, dan oleh karenanya, sistem sungai dapat dipandang sebagai alat transpor sedimen.
3. Kekuatan aliran sungai secara teoritis mampu menjadi alat transpor sedimen secara sederhana dapat ditunjuk sebagai hasil perkalian antara debit sungai dan kemiringan permukaan air sungai dengan suatu angka tetapan, yaitu berat jenis air.

Besarnya transpor sedimen dalam aliran sungai merupakan fungsi dari suplai sedimen dan energi aliran sungai (*stream energi*). Jika besarnya energi aliran sungai lebih besar dari suplai sedimen lebih besar dari suplai sedimen, maka terjadilah degradasi sungai. Sebaliknya jika suplai sedimen lebih besar dari energi aliran sungai maka terjadilah aggradasi sungai (Irwan, 2013).

Adapun bentuk lahan yang terbentuk karena peristiwa sedimentasi antara lain (Tawakkal 2013) :

1. Beach

Banyak bahan-bahan yang dikikis dari tanjung-tanjung tidak terbawa keluar dan masuk ke dalam air yang lebih dalam tetapi dihanyutkan oleh arus pasang yang datang ke bagian *head* (tanjung) dan *sides* (sisi) teluk sehingga terbentuk "*Bay Head Beach*" dan "*Bay Side Beach*". *The Long Shore Current* mengalir, terutama menghindari ketidak beraturan pantai, sehingga mengalir memotong di mulut teluk, *Head Land Beach* terbentuk kalau materi-materi tersebut diendapkan di muka tanjung-tanjung (Hallaf, 2005).

2. Bars

Bar adalah gorong-gorong pasir penghalang gelombang yang terbentuk oleh endapan dari gelombang dan arus. Bar merupakan bagian dari *beach*, yang tampak pada saat air surut. Di Tomia disebut “kenie”, orang Maluku menyebutnya “meti”. Bar diberi nama sesuai dengan tempat terjadinya. *Bay Mouth Bar* ialah bar yang terbentuk dan berpangkat dari tanjung yang satu ke tanjung yang lain di mulut teluk. Arus yang berhasil masuk ke dalam teluk membentuk *Bay Head Bar* dan *Mid Bay Bar* (Hallaf, 2005).

3. Spit

Biasanya arus yang masuk ke dalam teluk lebih kuat daripada arus yang keluar menuju laut. Akibatnya ujung spit yang pada laut terbuka (pada mulut teluk) menjadi melengkung masuk arah ke teluk. Spit yang demikian disebut “*Recurved Spit*”. Spit yang melengkung yang terbentuk pertama, biasanya mempunyai lengkungan yang lebih hebat daripada spit melengkung yang terbentuk berikutnya. *Complex spit* dihasilkan dari perkembangan spit kecil atau spit sekunder yang menumpang pada ujung dari spit yang utama. *Cape Cod* dan *Sandy Hook*, kedua duanya adalah *Complex Spit* yang sebaik dengan *Compound-Spit* (Hallaf, 2005).

4. Tombolo

Adalah bar yang menghubungkan sebuah pulau dengan daratan utama. Tombolo itu ada yang *single*, *double*, *triple*, dan ada pula yang terbentuk huruf „V” yaitu apabila pulau dipersatukan oleh dua bar. Kompleks tombolo terbentuk bila beberapa pulau dipersatukandengan yang lain dan dengan daratan oleh sederatan bars (Hallaf, 2005).

5. Tidal Inlet dan Tidal Delta

Tidal Inlets, kebanyakan *off shore bars (spit)* tidak mempunyai sifat bersambungan, tapi diantarai atau diselingi oleh terusan- terusan yang dikenal sebagai “*Tidal Inlets*”. *Tidal Inlets* ini merupakan pintu-pintu tempat keluar dan masuknya air laut antara laut bebas dengan iagoon sesuai dengan gerak pasang-surut. Jumlah dan tempat *inlets* atau teluk-teluk dapat memberi hubungan langsung dengan *long share current* karena arus ini adalah tetap membawa

muatan material untuk membangun bars.

Dalam perkembangan lanjut (*mature stage*), jumlah dari *inlets* atau teluk-teluk lambat laun bertambah jauh dari lokasi sumber dimana arus memperoleh muatan material. Tidak hanya gelombang- gelombang yang kurang keras untuk memberi arus itu dengan muatan material yang berasal dari runtuhan, tetapi bar itu sendiri yang lebih kecil dan lebih muda dilalui oleh gelombang dan air pasang.

Pada kebanyakan teluk. Lagoon lebih mudah ditumbuhi rumput- rumput rawa. Kondisi ini terjadi karena keadaan yang sesuai dengan kadar garam yang tetap dipertahankan oleh adanya hubungan langsung dengan lautan. Lagoon-lagoon yang besar dan terpisah dari lautan (tanpa *inlets*), airnya tidak dapat ditumbuhi oleh tumbuhan marine.

Tidal Dels. Arus pasang surut yang keluar masuk pada *tidal inlets* membawa pasir masuk ke dalam lagoon dan juga pasir ke luar laut. Arus yang masuk itu kemudian mengendapkan material muatannya ke dalam lagoon di mulut *inlets* kemudian membentuk delta ; dan disebut “*Tidal Delta*”. Hampir semua bars menahan sebuah deretan delta yang terbentuk pada sisi lagoon. (Hallaf, 2005).

b. Jenis Transpor Sedimen

Pettijhon (1975), Selley (1988), dan Richard (1992) dalam Tawakkal (2013 halm 16) menyatakan bahwa cara transportasi sedimen dalam aliran air dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu :

1. Angkutan Sedimen Dasar (*Bed Load Transport*)

Proses angkutan ini, terjadi pada suatu kondisi kecepatan aliran yang relative rendah, yang mampu menggerakkan butiran yang semula dalam keadaan diam akan menggelinding dan meluncur disepanjang dasar larutan.

Muatan sedimen dasar adalah bagian dari muatan sedimen yang bergerak di sepanjang dasar sungai dengan cara menggelinding, meloncat-loncat ataupun bergeser. Umumnya partikel muatan sedimen dasar lebih kasar jika dibandingkan muatan sedimen tersuspensi. Beberapa bagian dari partikel sedimen dapat terjadi bergerak sebagai muatan sedimen suspensi di suatu titik, tetapi di titik lain tempat dapat bergerak sebagai muatan sedimen dasar, atau dapat terjadi sebaliknya. (Soewarno, 2013) dari angkutan sedimen

adalah angkutan dasar di mana material dengan besar butiran yang lebih besar akan bergerak menggelincir atau translate, menggelinding atau rotate satu di atas lainnya pada dasar sungai; gerakannya mencapai kedalaman tertentu dari lapisan sungai. Tenaga penggerakannya adalah gaya seret *drag force* dari lapisan dasar sungai. (dalam jurnal Hendra Pangestu, Helmi Haki, 2014).

2. Angkutan Sedimen Loncat (*Saltation Load Transport*)

Pada kecepatan aliran yang tidak terlalu tinggi, butiran-butiran sedimen akan membuat loncatan-loncatan pendek meninggalkan dasar sungai, karena gaya dorong yang bekerja terhadap butiran makin besar. Kemudian butiran tersebut kembali ke dasar sungai atau melanjutkan gerakannya dengan membuat loncatan-loncatan yang lebih jauh. Pettijhon (1975), Selley (1988), dan Richard (1992) dalam Tawakkal (2013)

3. Angkutan Sedimen Layang (*Suspended Load Transport*)

Jika kecepatan aliran ditingkatkan lebih besar lagi, maka gerakan loncatan tersebut akan sering terjadi, sehingga apabila butiran tersebut oleh arus utama atau oleh gerakan aliran turbulen ke arah permukaan, maka butiran akan tetap bergerak ke dalam arus aliran air untuk selang waktu tertentu yang dapat diamati.

Muatan material halus, yang umumnya dinyatakan sebagai muatan bilas (*wash load*) adalah bagian dari muatan sedimen yang ukurannya halus, tidak berasal dari dasar sungai, dan cenderung mengendap. Sumber utama dari muatan bilas adalah erosi dari lapisan atas batuan atau tanah dari DAS yang bersangkutan. Bagian dari material dasar disamping bergerak sebagai muatan sedimen dasar ada juga yang bergerak sebagai muatan sedimen suspensi. Bagian itu disebut sebagai muatan material dasar tersuspensi (Muatan bilas (*wash load*) dengan jumlah yang besar umumnya ditemui pada saat awal musim penghujan, saat muka air sungai sudah naik. Volume muatan bilas yang terbawa aliran sungai dapat tidak terbatas dan dapat mengubah viskositas aliran sungai, sehingga yang terlihat adalah aliran lumpur. (Soewarno, 2013)

Muatan sedimen suspensi (*suspended load*), dapat dipandang sebagai material dasar sungai (*bed material*) yang melayang di dalam aliran sungai dan terdiri dari butiran-butiran halus yang senantiasa didukung oleh aliran dan hanya sedikit sekali interaksinya dengan dasar sungai karena selalu terdorong ke atas oleh turbulensi aliran. (soewarno, 2013) *Suspended load*” atau sedimen layang terutama terdiri dari pasir halus yang melayang di dalam aliran karena tersangga oleh turbulensi aliran air. Pengaruh sedimen ini terhadap sifat-sifat sungai tidak begitu besar. Tetapi bila terjadi perubahan kecepatan aliran, jenis ini dapat berubah menjadi angkutan jenis ketiga. Gaya gerak bagi angkutan jenis ini adalah turbulensi aliran dan kecepatan aliran itu sendiri. Dalam hal ini dikenal kecepatan pungut atau “*pick up velocity*”. Untuk besar butiran tertentu bila kecepatan pungutnya dilampaui, material akan melayang. Sebaliknya, bila kecepatan aliran yang mengangkutnya mengecil dibawah kecepatan pungutnya, material akan tenggelam ke dasar aliran. (dalam jurnal Hendra Pangestu, Helmi Haki, 2014).

Perhitungan sedimen melayang dapat dilakukan dengan cara, yaitu mengambil contoh air di lapangan kemudian dianalisis di laboratorium untuk mengetahui besarnya konsentrasi sediment yang terangkut. Dari hasil analisa contoh air di laboratorium, maka besarnya debit sedimen sediemen setiap hari dapat dihitung sebagai berikut (dalam Nenny, 2012) :

$$Q_s = k \times C \times Q_w \quad (2)$$

Dimana :

Q_s = debit sedimen (ton/hr)

C = konsentrasi sedimen (mg/ltr)

K = faktor konversi = 0,0864

Q_w = debit sungai (m^3/dt)

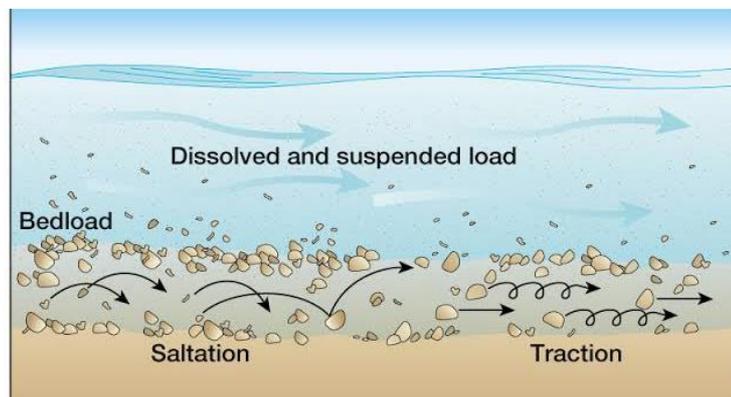
Secara umum dapat dikatakan bahwa permasalahan angkutan sedimen adalah sangat rumit, karena sifat fisik dari partikel dan jumlah angkutan sedimen sangat berbeda-beda dari satu alur sungai ke alur sungai lain baik tempat ataupun waktu. Turbulensi aliran merupakan variabel yang tidak dapat diukur. Walaupun demikian terdapat hubungan antara debit aliran dan

debit sedimen, meskipun hubungan itu mempunyai koefisien korelasi yang rendah. Saat mengendap kecepatan aliran rendah dibandingkan saat sedimen terangkut. (Soewarno, 2013).

Muatan sedimen dasar umumnya sulit diukur di lapangan dan oleh karena itu umumnya ditaksir sebagai prosentasi terhadap muatan sedimen suspensi atau dihitung dengan rumus empiris. Umumnya rumus-rumus dikembangkan dari hasil penelitian di luar negeri. Oleh karena itu penerapan rumus perhitungan muatan sedimen dasar masih perlu dikalibrasi sesuai dengan kondisi di Indonesia. (Soewarno, 2013).

4. Proses Transpor Sedimen

Chay Asdak (2014) mengemukakan kecepatan transpor sedimen merupakan fungsi dari kecepatan aliran sungai dan ukuran partikel sedimen. Partikel sedimen ukura kecil seperti tanah liat dan debu dapat diangkut aliran air dalam bentuk terlarut (*wash load*). Sedang partikel yang lebih besar dari pasir, misalnya kerikil (*gravel*) bergerak dengan cara merayap atau menggelinding di dasar sungai (*bed load*) seperti tampak pada gambar berikut:



Gambar 7. Transpor Sedimen Dalam Aliran Air Sungai
(Sumber : ChayAsdak, 2014).

Besarnya ukuran sedimen yang terangkut aliran air ditentukan interaksi oleh faktor-faktor sebagai berikut: ukuran sedimen yang masuk ke badan sungai/saluran air, karakteristik saluran, debit, dan karakteristik fisik partikel sedimen. Besarnya sedimen yang masuk sungai dan besarnya debit ditentukan oleh faktor iklim, topografi, geologi, vegetasi dan bercocok tanam di daerah tangkapan

air yang merupakan asal datangnya sedimen. Sedang karakteristik sungai yang penting, terutama bentuk morfologi sungai, tingkat kekasaran dasar sungai, dan kemiringan sungai. Interaksi dari masing-masing faktor tersebut di atas akan menentukan jumlah dan tipe sedimen serta kecepatan transpor sedimen Chay Asdak (2014).

C. BAK PRASEDIMENTASI

Prasedimentasi (disebut juga plain sedimentation atau sedimentasi I) dimaksudkan untuk mengendapkan partikel diskret atau partikel kasar atau lumpur agar tidak membebani unit-unit selanjutnya seperti koagulasi/ flokulasi, sedimentasi dan filtrasi. Partikel diskret adalah partikel yang tidak mengalami perubahan bentuk dan ukuran selama mengendap di dalam air.

Prasedimentasi hanya diperlukan apabila dalam air baku terdapat partikel diskret atau partikel kasar atau lumpur dalam jumlah yang besar. Pengendapan dilakukan dalam bak berukuran besar (biasanya membutuhkan waktu detensi selama 2 hingga 4 jam) dalam aliran yang laminar, untuk memberikan kesempatan lumpur mengendap tanpa terganggu oleh aliran. Pengendapan berlangsung secara gravitasi tanpa penambahan bahan kimia sebelumnya.

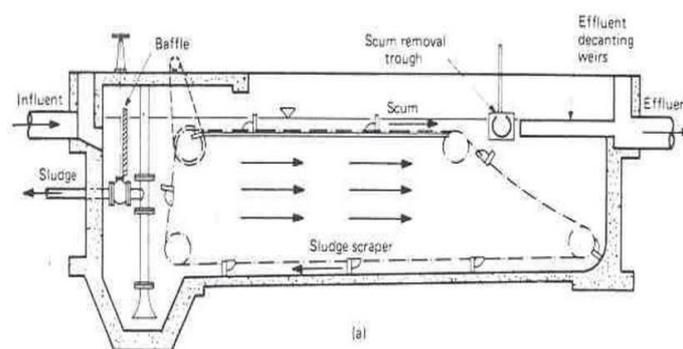
1) Bentuk Bak Pengendap

Bentuk bak pengendap ada dua macam, yaitu:

1. *Rectangular* (segi empat)

Bentuk bak ini umumnya digunakan pada instalasi pengolahan air dengan kapasitas besar. Bak berbentuk segi empat umumnya mempunyai lebar 1,5 hingga 6 meter, panjang bak sampai 76 meter, dan kedalaman lebih dari 1,8 meter. Pada bak ini, air mengalir horizontal dari *inlet* menuju *outlet*, sementara partikel mengendap ke bawah (Anonim, 2007). Bentuk kolam memanjang sesuai arah aliran, sehingga dapat mencegah kemungkinan terjadinya aliran pendek (*short-circuiting*). Bentuk ini secara hidraulika lebih baik karena tampang alirannya cukup seragam sepanjang kolam pengendapan. Dengan demikian kecepatan alirannya relatif konstan, sehingga tidak akan mengganggu proses pengendapan partikel suspensi.

Selain itu pengontrolan kecepatan aliran juga lebih mudah dilaksanakan. Namun demikian, bentuk ini mempunyai kelemahan kurangnya panjang peluapan terutama apabila ukurannya kurang lebar, sehingga laju peluapan nyata menjadi terlalu besar dan menyebabkan terjadinya gangguan pada bagian akhir kolam pengendapan. Untuk mengatasi hal tersebut, maka ambang peluapan harus diperpanjang, misalnya dengan menambahkan kisi-kisi saluran peluapan di depan *outlet* (Kamulyan, 1997).



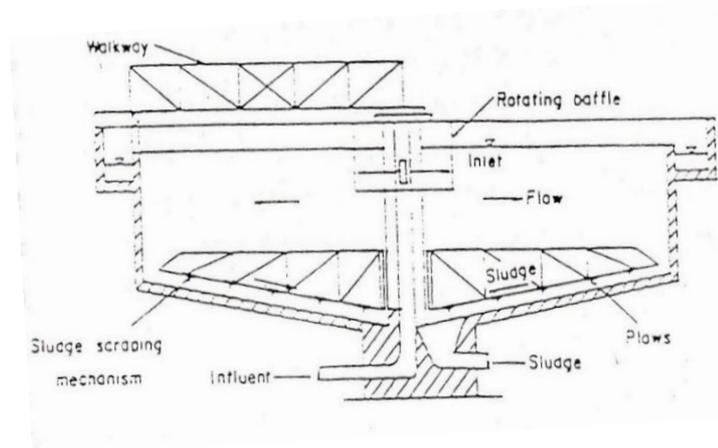
Gambar 8. Bak Prasedimentasi Bentuk Segiempat dengan Aliran Horizontal (sumber : Sarah Az-Zahra, 2013)

2. *Circular* (lingkaran)

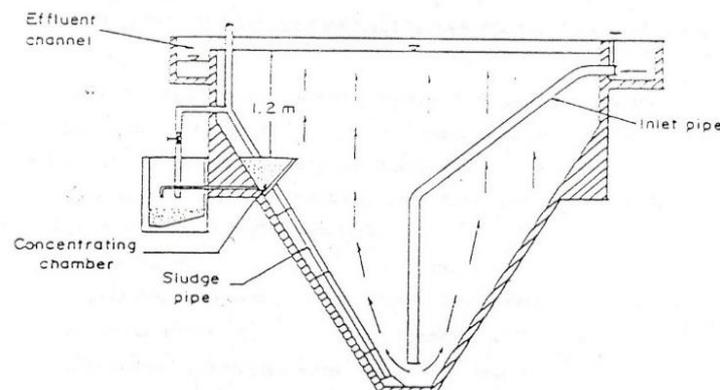
Bentuk bak ini umumnya digunakan pada instalasi pengolahan air dengan kapasitas yang lebih kecil. Bak berbentuk lingkaran umumnya berdiameter 10,7 hingga 45,7 meter dan kedalaman 3 hingga 4,3 meter (Anonim, 2007). Aliran air dapat secara horizontal ke arah radial dan umumnya menuju ke tepi lingkaran atau dengan aliran arah vertikal.

Pada kapasitas yang sama, pada kolam pengendapan berbentuk lingkaran ini kemungkinan terjadinya aliran pendek (*short-circuiting*) lebih besar daripada kolam pengendapan berbentuk segi empat, terutama apabila ambang peluapan tidak level sehingga aliran air menuju ke satu sisi tertentu saja. Bentuk ini secara hidraulika kurang baik karena tampang alirannya tidak seragam, sehingga kecepatan alirannya tidak konstan. Karena itu timbul kesulitan dalam pengontrolan kecepatan aliran dan semakin besar dimensi bangunan pengontrolan kecepatan menjadi lebih sulit lagi.

Pada kolam pengendapan berbentuk lingkaran kelemahan kurangnya panjang peluapan hampir tidak pernah dijumpai karena ambang peluapan dibangun sepanjang keliling lingkaran. Namun demikian sering dijumpai panjang peluapan agak berlebihan, sehingga aliran melewati ambang peluapan berupa aliran yang sangat tipis. Untuk mengatasi hal tersebut maka ambang peluapan harus diperpendek dengan cara memasang ambang peluapan yang berbentuk seperti huruf V (*V-notch*) atau seperti huruf U (*U-notch*). Keuntungan lain dari kolam pengendapan berbentuk lingkaran adalah mekanisme pengumpulan lumpur lebih sederhana dengan memasang *scraper* yang bergerak memutar dan pemeliharaan lebih mudah (Kamulyan, 1997).



Gambar 9. Bak Prasedimentasi Bentuk Lingkaran dengan Aliran Horizontal
(sumber : Sarah Az-Zahra, 2013)



Gambar 10. Bak Prasedimentasi Bentuk Lingkaran dengan Aliran Vertikal
(sumber : Sarah Az-Zahra, 2013)

2) Bagian-Bagian Bak Pengendap

Sebuah bak sedimentasi ideal dibagi menjadi 4 zona, yaitu:

1. zona *inlet*

Dalam zona ini aliran terdistribusi tidak merata melintasi bagian melintang bak; aliran meninggalkan zona *inlet* mengalir secara horisontal dan langsung menuju bagian *outlet*.

2. zona pengendapan

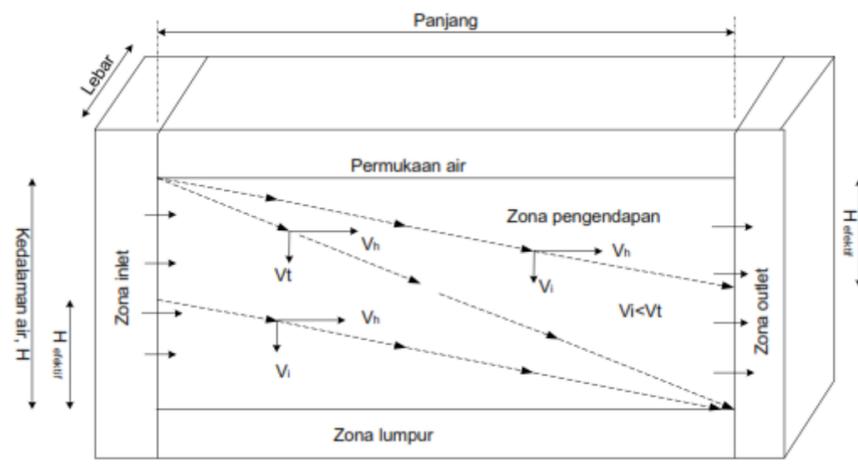
Dalam zona ini, air mengalir pelan secara horisontal ke arah *outlet*, dalam zona ini terjadi proses pengendapan. Lintasan partikel diskret tergantung pada besarnya kecepatan pengendapan.

3. zona lumpur

Dalam zona ini lumpur terakumulasi. Sekali lumpur masuk area ini ia akan tetap disana

4. zona *outlet*

Dalam zona ini, air yang partikelnya telah terendapkan terkumpul pada bagian melintang bak dan siap mengalir keluar bak



Gambar 11. Pola Pengendapan Partikel Diskret
(sumber : Sarah Az-Zahra, 2013)