

PENGENDALIAN SEDIMEN DALAM BENDUNGAN DENGAN PIPA HISAP TERAPUNG

Oleh : Pingit Broto Atmadi

Abstract

Sedimentation represent big threat to continuity a barrage building. Barrage function as reservoir will decrease in line with decreasing volume at the same time with effect of existence of sedimentation. There is two kinds of way of to overcome the problem of sediment barrage, that is with operation entry of sediment to reservoir area by removing sediment from barrage.

Till in this time handling of[is problem of sediment not yet produced fruit satisfying result. Considering is important of function from barrage hence needing the effort by is assorted way of, one of them cleaning with systems usage of pipe suck adrift, this cleaning is relied on gravitation stream theory as well as calculation charge current in pipe capable to lift sediment which have tuanged barrage base.

Item turbulensi theory sediment lifting at open channel stream, item will be upraised if stream turbulensi can generate style box exceeding sediment item gravity

Key words : Pipe suck adrift, Sedimentation.

PENDAHULUAN

Dalam upaya pelestarian suatu bendungan sebagai sarana pemanfaatan sumber daya air, masalah terberat yang harus dihadapi adalah sedimentasi yang akan memenuhi seluruh tampungan di dalam bendungan.

Banyak cara yang telah dicoba untuk mengendalikan sedimentasi dalam bendungan yang beberapa cara masing-masing mempunyai kekurangan dan kelebihan. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengendalian sedimen adalah sistem pengendalian yang mempunyai nilai efisiensi dan efektivitas, karena dalam pengendalian sedimen tergantung dari daerah tadahan airnya dan karakteristik dari bendungan. Di Indonesia, masalah sedimen masih merupakan fenomena yang terjadi dan tidak dapat dihindari kemunculannya, sehingga merupakan faktor penentu bagi perencanaan umur suatu bendungan. Membangun suatu bendungan memerlukan biaya yang sangat mahal, serta kesulitan dalam mencari lahan baru sebagai pengganti bendungan yang sudah penuh dengan sedimen, maka usaha pengendalian mempunyai nilai tambah tersendiri, apalagi bila pengendalian sedimen dilakukan dengan biaya yang sangat rendah,

sehingga tingkat kelayakan pembangunan suatu bendungan akan jauh menjadi lebih tinggi.

SEDIMENTASI DALAM BENDUNGAN

1. Asal Sedimen

Sedimen yang masuk dalam bendungan yang berupa sedimen kasar dan halus, berasal dari daerah tadahan air bendungan tersebut, tingkat erosi yang terjadi di daerah tadahan air yang cukup tinggi akibat factor-faktor antara lain :

- Faktor geologi, faktor geologi yang kurang mantap akibat letak daerah patahan (pertemuan lempeng kulit bumi) terdapat disebagian wilayah Indonesia.
- Aktifitas Gunung berapi, material lepas yang berasal dari letusan gunung berapi
- Pelapukan batuan karena di Indonesia beriklim tropis basah
- Pengolahan lahan, praktek pengolahan lahan yang kurang memperhatikan terhadap konservasi tanah, karena sebagian besar lahan daerah tangkapan air dihuni oleh para petani dengan tingkat pengetahuan yang masih kurang, sehingga pengolahan lahan hanya didasarkan pada perjuangan untuk bisa hidup, maka kurang memperhatikan bahaya erosi lahan.

Dengan melihat beberapa kondisi seperti tersebut diatas, dan kondisi curah hujan yang cukup tinggi mengakibatkan banyak material lahan yang terangkut oleh aliran air menuju ke sungai, dan ini merupakan sumber sedimen di dalam bendungan.

2. Distribusi Sedimen

Sedimen yang terangkut oleh sungai masuk kedalam bendungan mempunyai pola tertentu. Sedimen yang berbutir besar (kasar) akan mengendap di daerah cekungan bendungan disekitar mulut sungai dengan membentuk permukaan yang relatif rata, sedang butiran sedimen yang kecil (halus) akan tersebar jauh keseluruh genangan air di dalam bendungan hingga mencapai pintu pengambilan.

Penyebab sedimen dalam bendungan akan ditentukan oleh beberapa hal antara lain :

- Bentuk dan karakteristik sedimen besar (kasar)
- Bentuk dari genangan air didalam bendungan
- Kedalaman air didalam bendungan

Ukuran sedimen yang semakin kecil (halus) akan mengendap makin jauh dari mulut sungai. Pada umumnya butiran mempunyai gradasi yang hampir sama dan tersuspensi merata sehingga sedimen halus akan mengendap dengan ketebalan yang hampir sama bila dilihat pada potongan memanjang bendungan. Pada potongan melintang bendungan sedimen dari butiran halus ketebalan sedimen akan sebanding dengan kedalamannya. Pola pengendapan sedimen kasar dan sedimen halus akan membentuk suatu endapan yang relatif datar dan memenuhi daerah genangan bendungan.

3. Dampak Sedimen

Bendungan yang telah dipenuhi oleh sedimen akan kehilangan fungsinya sebagai pemasok kebutuhan air baik bagi, kebutuhan irigasi, kebutuhan pembangkit listrik, pengendali banjir, perikanan dan lain-lain. Hasil dari bekas genangan akan membentuk rawa yang sulit dimanfaatkan, bahkan dapat menjadi sumber penyakit, bila bagian tubuh bendung cukup tinggi dan bangunan pelimpahnya kurang kokoh, bekas bangunan bendung ini berpotensi menjadi sumber bencana.

PENGENDALIAN SEDIMEN

Pengendalian sedimen yang masih populer saat ini adalah dengan mengolah daerah tangkapan airnya. Cara ini dilakukan guna mengendalikan terjadinya tingkat erosi yang terlalu tinggi sehingga jumlah sedimen yang terbawa oleh aliran air akan menjadi kecil. Langkah yang diupayakan adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan Terasering dan Penghijauan

Pengolahan lahan dengan cara penghijauan dan pembuatan terasering adalah suatu usaha yang sangat efektif, dapat dilakukan pada daerah kawasan hutan dan tanah milik negara, usaha ini sekaligus dapat memperbaiki kualitas lahan serta mengendalikan erosi akibat aliran air permukaan. Akan tetapi bila lahan tersebut milik rakyat, usaha ini kurang berhasil karena pengendalian pemanfaatan lahan sangat sulit diatur dan cenderung menunjang proses erosi, terutama pengolahan lahan kering diperbukitan sangat mempercepat laju erosi.

Disisi lain usaha ini akan meningkatkan kesuburan tanah, tingkat erodibilitas tanah menjadi lebih besar, sehingga lapisan *top soil* yang mudah tererosi akan menjadi lebih tebal.

2. Pembuatan Dam Pengendali Sedimen

Pembuatan dam pengendali sedimen ditempatkan di daerah hulu, dengan maksud menghambat aliran sedimen yang terbawa aliran menuju daerah bendungan. Usaha ini cukup efektif untuk mengamankan sedimen yang akan masuk kedalam bendungan. Akan tetapi cara ini hanya dapat menangani daerah aliran sungai sebagian kecil, dan juga daya tampung dari Dam sangat terbatas. Kesulitan yang dihadapi dalam pembuatan Dam karena letaknya ada di daerah hulu maka biaya pembuatannya relatif menjadi mahal serta hanya dapat dibuat pada daerah-daerah yang secara topografi memenuhi syarat untuk pembangunan Dam.

3. Sistim Pengerukan

Pengerukan dapat dilakukan dalam kondisi kering ataupun dalam kondisi basah, pengerukan pada kondisi kering dilakukan dengan menggunakan alat gali sehingga hasilnya sangat terbatas dan biaya yang dibutuhkan sangat besar. Pengerukan pada saat tergenang dengan menggunakan peralatan besar seperti kapal keruk, penggunaan alat ini cukup mahal dan membutuhkan waktu lama sehingga usaha ini kurang efisien, kecuali bila hasil pengerukan dapat dimanfaatkan bagi kepentingan lain.

4. Sistim Pintu Penguras

Sistim pengurasan dapat dilakukan beberapa cara antara lain dengan pengurasan pintu. Pengurasan dengan sistim pintu dapat lebih efektif bila kondisi genangan sempit dan panjang, dengan pengurasan dengan muka air rendah sehingga dapat dihasilkan kecepatan aliran yang cukup kuat untuk membawa sedimen hasil endapan, pengurasan harus sering dilakukan karena jika sedimen sudah memadat akan sulit dikuras dengan sistim ini. Meskipun cara ini kurang efisien karena membutuhkan banyak surplus air, namun kadang-kadang juga diterapkan untuk membersihkan sedimen dan sampah yang ada disekitar pintu pengambilan.

5. Sistim Pengurasan dengan Pipa

Bentuk bendungan yang ada di Indonesia pada umumnya relatif lebar dan pendek dengan prosentase sedimen halus relatif besar, maka cara pengurasan dengan menggunakan pipa terapung bergerak merupakan langkah yang dianggap paling efektif, karena pipa dapat digerakkan sehingga dapat menjangkau seluruh genangan bendungan dan dibuat terapung sehingga mempermudah operasionalnya.

PENGURASAN DENGAN PIPA TERAPUNG

Pengurusan dengan pipa terapung didasarkan pada sistim aliran secara gravitasi dengan dua kemungkinan peletakan pipa yaitu :

- sebagai pipa isap yang dipasang ditubuh bendungan (untuk bendungan lama),
- sebagai pipa tekan yang dipasang dalam tubuh bendungan (untuk bendungan baru).

Selanjutnya pembahasan dibatasi pada sistim pengurusan bendungan dengan pipa isap yang diletakkan diatas tubuh bendung.

Sistim pengurusan dengan pipa hisap tiatas tubuh bendung dibuat dengan merangkai pipa dengan sambungan elastis dengan pipa daiatas permukaan air diletakkan diatas ponton, sehingga mudah digerakkan dengan laluasa, debit pipa disesuaikan dengan debit aliran yang tersedia untuk kebutuhan pengurusan dengan diusahakan mempunyai aliran yang mampu menyedot sedimen dengan keterbatasan tinggi energi dan kebutuhan panjang pipa.

Ujung hilir dari pipa hisap ini diletakkan didasar sungai dengan dilengkapi dengan pintu pengatur debit, sedang ujung hulu pipa hisap diturunkan sampai menyentuh dasar dari bendungan, pada posisi tertinggi dari pipa dilengkapi dengan pompa air untuk memberi pelayanan pada pengisian awal, gerakan pipa dibagian hulu dapat dilayani dengan menggunakan perahu motor atau dapat diusahakan dengan bergerak sendiri dengan memanfaatkan energi hidrolik yang tersedia. Ujung pipa dapat dibuat bercabang untuk membatasi gerakan pipa ke seluruh genangan air di bendungan, bila pipa dibuat bercabang diperlukan adanya klep penutup agar operasional pipa dapat dijalankan dengan satu mulut pipa saja.

1. Angkutan Sedimen

Besarnya debit yang mengalir didalam pipa agar mampu menyedot sedimen dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H}{f \cdot L}} \\ Q = \left(\frac{1}{4} \pi D^2 \right) \cdot v$$

Dengan :

- v = kecepatan aliran air (m^3/dt)
- g = gravitasi bumi (m^2/dt)
- H = tinggi tenaga air yang tersedia (m)
- L = panjang pipa (m)
- D = diameter pipa (m)
- f = koefisien kehilangan tenaga akibat kekasaran pipa (dari grafik Moody)
- e = koefisien kehilangan tenaga pada sambungan pipa
- Q = debit air (m^3/dt)

Butiran sedimen akan dapat mulai terangkut, bila turbulensi aliran mampu menimbulkan gaya tumbuk (*drag force*) yang melebihi gaya berat butiran sedimen.

Suspensi butiran sedimen dapat digunakan dua besaran yaitu :

Besaran dari bilangan Reynold untuk turbulensi terhadap butiran (Re^*)

Besaran dari bilangan Reynold untuk kecepatan jatuh butiran (Rep)

$$\text{Besarnya } Re^* = D U^* / \nu$$

$$Rep = D w / \nu$$

Dengan :

D = diameter butiran sedimen

U^* = kecepatan gesek aliran

w = kecepatan jatuh butiran

ν = kekentalan kinematik air

2. Kelebihan Dan Kekurangan

Pengurasan dengan pipa hisap terapung lebih efektif dan efisien bila dibandingkan dengan sistim pengelolaan daerah tadahan air, pengendalian sedimen dengan sistim pipa isap terapung ini manfaatnya langsung segera dapat diperoleh, akan tetapi sistim ini tidak dapat memperbaiki kondisi daerah tadahan air, sehingga permasalahan sedimen yang terjadi di bendungan selalu terjadi.

Penggunaan pipa hisap terapung ini juga dinilai lebih realistis dibandingkan dengan pengurasan pipa dasar tetap, karena pengurasan dengan pipa isap terapung

pengurusannya dapat diarahkan keseluruhan genangan bendungan, juga pebuatannya dapat dimasukkan sebagai bangunan tambahan.

Masalah utama yang muncul pada pengurusan cara pipa isap terapung, jika air di bendungan terbatas kuantitasnya karena untuk kebutuhan yang lain. Maka untuk mengatasi masalah dapat dilakukan pengurusan pada saat bendungan terjadi surplus air (musim hujan), bila diperlukan kebutuhan pengurusan dimusim hujan tidak mengurangi kebutuhan air untuk kegiatan yang lain, tetapi dengan mengusahakan efisiensi pengurusan semaksimal mungkin.

3. Penempatan Pipa

Letak pipa pada bangunan bendungan yang sudah operasional, pipa diletakkan diatas tubuh bendungan atau jika mungkin dapat diletakkan pada bekas terowongan pengelak bila memungkinkan.

Desain alinemen vertikal pipa pada dasarnya perlu dipertimbangkan terhadap beberapa hal antara lain :

- perlu dapat memperkecil tekanan ekstrim dan menghindari tekanan negatif yang dapat mengakibatkan ruang hampa dalam pipa,
- perlu menghindari terjadinya kebocoran pada bendungan, karena akan sulit dalam perbaikannya,
- perlu melakukan langkah-langkah untuk kemudahan operasional,
- perlu diperhitungkan terhadap hasil pembuangan sedimen agar tidak mengganggu aliran sungai,
- perlu dipertimbangkan langkah efisiensi atau penghematan biaya.

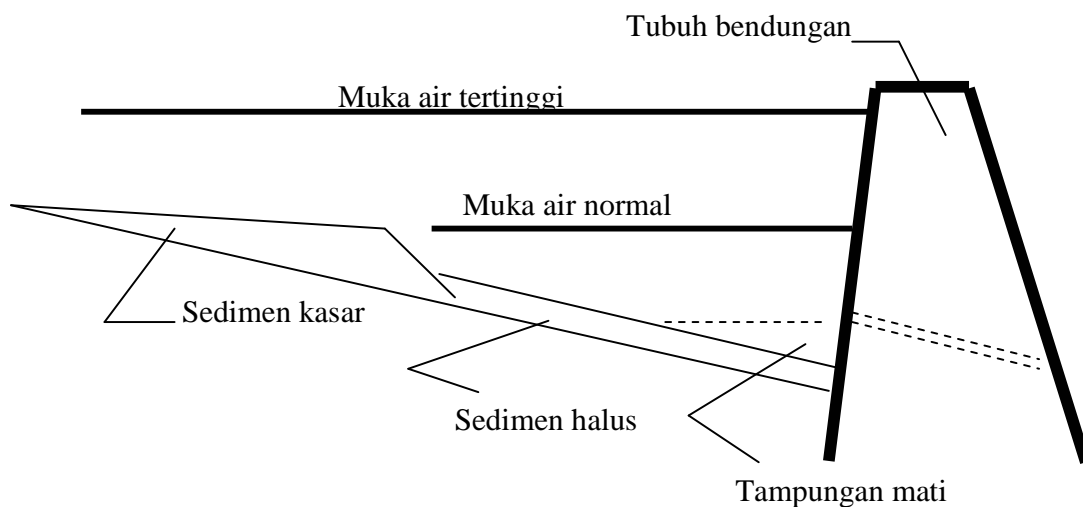
Kesulitan yang dihadapi sistim pengurusan dengan pipa hisap terapung, jika energi gravitasi air untuk menyedot sedimen kurang kuat, bisa diakibatkan oleh terlalu panjang pipa sedang tenaga terbatas, di sisi lain bila sedimen terlalu kasar diperlukan tenaga sedot yang relatif besar, sedang letak sedimen juga terlalu jauh dari jangkauan pipa, maka bila ditemukan hal semacam ini tampungan air dibendungan tetap akan dikorbankan terisi sedimen kasar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Usaha pengendalian sedimen dibendungan segera ditingkatkan, disamping tidak kalah pentingnya pengelolaan daerah tadahan air yang harus ditangani oleh dinas terkait, para ahli hidrolis dituntut untuk dapat mencari terobosan, alternatif baru dan efisien untuk melestarikan fungsi bendungan, karena biaya pembuatannya memerlukan biaya sangat besar

Dalam rangka pengembangan perlu dilakukan penelitian tentang cara-cara pengendalian sedimen yang paling sesuai untuk bangunan bendungan yang sudah ada, serta perlu mencoba sistim pengurasan dengan menggunakan pipa hisap terapung untuk penelitian efektifitas dan efisiensi, serta menentukan desain yang tepat

Untuk mendukung sistim pengurasan perlu dilakukan penelitian dengan uji model hidrolis tentang angkutan sedimen tersuspensi dan sedimen dasar baik pada posisi datar maupun tegak (miring).



Gambar 1. Sketsa Gambar Penyebaran Sedimen

DAFTAR PUSTAKA

Comite Francis des Grands Barrages; Guideline on Sedimentation of Reservoir; Paris; 1986

Strand, R. I. And Pemberton, E. L.; Reservoir Sedimentation; Division of Planning
Technical Services; Engineering and Research Center; Denver; Colorado; 1982

Isdiyana, Dr. Ir; Simulation Lagranginne du Transport de Particules Solides en
Suspension dans Une Couche Limite Turbulente; These; L'Ecole Centrale de
Lyon; Lyon; 1993

Balai Penyelidikan Sungai; Pusat Litbang Pengairan; Monitoring Erosi Daerah Aliran
Sungai Waduk Wonogiri; Laporan Akhir; 1989