ANALISAVOLUME SEDIMENTASI KOLAM LUMPUR PADA BENDUNG SUNGAI ULAR

Ary Afandi Nasution*, Ahmad Bima Nusa dan Ronal H.T. Simbolon
Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara
*Alamat korespondensi :aryafandinasution@gmail.com; ronal.h.t.simbolon@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Dalam menjaga kualitas air irigasi di Sungai Ular, dibangunlah bangunan kantong lumpur (settlement basin) tepat setelah bangunan pengumpul, sistem pembilasan sedimen dilakukan secara hidrolik dengan membuka pintu saluran pembilasan sehingga sedimen terbilas dengan air sungai. aliran air, oleh karena itu untuk mengetahui proses aliran air di sungai. Pada kantong lumpur perlu dilakukan analisis untuk menentukan fraksi sedimen, menghitung perkiraan aliran sedimen, kecepatan aliran dan tingginya kehilangan energi air di saluran. Dalam pengerjaan skripsi ini, tahapan penelitian disusun dalam bentuk pengumpulan data primer berupa dokumentasi lokasi penelitian, kemudian data sekunder berupa gambar, data teknis dan laporan, melakukan studi pustaka dari buku teks, jurnal dan perkuliahan. catatan, menganalisa secara hidraulik data teknis eksisting terkait pembangunan bak pengendapan untuk Daerah Irigasi Sungai Ular yang meliputi analisa angkutan sedimen dan volume tampungan, analisa elevasi muka air dan kehilangan energi tinggi serta mengetahui efisiensi pengendapan dan frekuensi penggelontoran . Tiga metode yang digunakan untuk menentukan dan memperkirakan jumlah angkutan sedimen, yaitu Lane dan Kalinske, Einstein, dan Bagian Hidrometri. Besarnya sedimen yang mendekati hasil analisis angkutan sedimen adalah metode Lane dan Kalinske dengan angkutan sedimen per hari yang masuk ke intake memiliki volume sedimen 0,867 m3/hari, dengan kecepatan aliran rata-rata selama proses flushing di saluran penggelontoran 2,658 m/detik, hal ini sesuai dengan ketentuan bahwa pada saat penggelontoran sedimen secara hidrolik kecepatannya harus mempunyai aliran superkritis.

Kata Kunci : *Kolam Lumpur, Sediman, Aliran Air, Bendung*

I. PENDAHULUAN

Air memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan, salah satunya adalah dalam bidang pertanian. Di samping juga sebagai salah satu alat transportasi, air memegang peran penting dalam proses penguapan. Karena dengan penguapan suhu akan relatif terjaga. Aliran air pada sungai menjadi salah satu sumber air yang dapat diguakan untuk keperluan irigasi agar dapat memenuhi kebutuhan pada tanaman. Salah satu daerah irigasi di Sumatera Utara adalah Daerah Irigasi Sungai Ular.

Pada daerah hulu Daerah Irigasi ini terdapat Bendung Sungai Ular yang terletak pada Kabupaten Serdang Bedagai, dikonstruksikan sebagai pengendali banjir tahunan dan untuk meninggikan elevasi muka air yang akan dialirkan untuk kegiatan irigasi.

Dalam menjaga kualitas air irigasi di Sungai Ular maka dibuat kolam pengendapan *(settling basin)*. Kolam pengendapan lumpur merupakan bangunan pelengkap dari bangunan utama yang berfungsi untuk mencegah angkutan sedimen dasar dan layang terutama fraksi pasir dan yang lebih besar agar tidak masuk ke jaringan pengairan.Bangunan kolam lumpur pada umumnya dibangun dihilir bangunan pengambil *(intake)* sebelum masuk kesaluran induk.

Operasi dan pemeliharaan bangunan yang kurang tepat dilapangan akan mengakibatkan kinerja kolam lumpur menurun sehingga beberapa bangunan tidak dapat bekerja dengan maksimal. Pada beberapa kasus juga ditemukan bahwa akibat konsep desain yang kurang baik mengakibatkan bangunan sulit dioperasikan dan memerlukan biaya pemeliharaan yang besar.

II. METODELOGI PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Bendung Sungai Ular, Kec. Serbajadi, Kab Serdang Bedagai, Sumatera Utara. Kegiatan penelitian ini merupakan bagian dari penelitian Skripsi untuk memperoleh Sarja Teknik.

Metode yang dilakukan pada skripsi ini terlebih dahulu mencari informasi tentang settling basin sungai ular.Kemudian mengumpulkan data terkait dan menganalisa data sedemikian rupa untuk mendapatkan kesimpulan akhir secara garis besar.

Data yang terkait dengan kondisi lokasi sangat mendukung penyelesaian studi ini.Oleh karena itu, langkah awal yang dilakukan adalah mencari informasi untuk mengetahui sumber – sumber data yang diperlukan, serta mengumpulkan data yang dibutuhkan. Adapun sistem yang dilakukan dalam pengumpulan data adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan beberapa literatur dari buku, laporan riset, dan makalah yang berkenaan dengan studi.
2. Mengumpulkan data yang diperlukan berupa data skunder dan primer. Data skunder

merupakan data yang didapat dari instansi terkait laporan riset, dan pihak yang berhubungan dengan pembahasan dan ketersediaan informasi Atau refrensi terkait *Design Report Of Modification Design Work For Rehabilitation For Ular River Flood Control And Improvement Of Irrigation Project (TOR-3).*Data primer berupa survey lokasi dan foto dukumentasi.

Ada beberapa tahapan yang mesti dilakukan untuk mendapatkan data yang di butuhkan dengan cara seperti yang dijelaskan sebagai berikut :

1. Analisa Angkutan **Sedimen** dan Volume Tampungan.

Sedimen dari sungai harus dielakkan pada tubuh bendung beserta bangunan–bangunan pelengkapnya, sehingga tidak mencapai saluran pembawa (primer, tersier, skunder).Penumpukan sedimendisaluran irigasiakan mempersingkat umur pelayanan jaringan irigasi karena pendangkalan dan penurunan kapasitas. Selanjutnya penumpukan sedimen dipetak sawah akan menaikkan permukaan sawah, sehingga mempersulit air untuk mencapai permukaan sawah dan mengairi sawah. Partikel sedimen yang halus bahkan bisa menyumbat pori – pori tanah dan menghambat penyebaran air oleh tanaman (Hanwar, 2007). Meskipun demikian tidak semua fraksi sedimen berpotensi merusak jaringan irigasi.

Fraksi sedimenbatu biasanya sudah teratasi dengan konstruksi pembilas bawah (*under sluice*) sehingga tidak masuk ke intake dalam kondisi debit normal. Tetapi fraksi pasir, lanau, dan lempung akan terbawa melewati pintu *intake* dan dapat mencapai saluranirigasi dan petak sawah. Fraksi lanau dan lempung (< 70 mm) diperbolehkan masuk ke sawah.Fraksi pasir (<0,063 mm) harus ditahan jangan sampai masuk ke sawah.Fraksi pasir ini diusahakan untuk mengendap di penangkapan sedimen (*sedimen trap*) yang berada dihilir pintu pengambilan (*intake*).Oleh karena itu dalam Skripsi ini muatan sedimen yang dianalisa adalah muatan melayang (*Suspended load*) yang terangkut dari material dasar ambang *intake*.

2. Debit Rencana Pengambilan

Untuk mengairi lahan seluas 18.500 ha perlu dihitung debit pangambilan dengan mengetahui terlebih dahulu jumlah kebutuhan air untuk irigasi. Menurut *Design Report Of Modification Design Work For Rehabilitation For Ular River Flood Control And Improvement Of Irrigation Project (TOR-3)* kebutuhan air untuk daerah irigasi sungai ular adalah sebesar 1,275 detik/ha dan memiliki efisiensi secara keseluruhan sebesar 80%. Maka debit pengambilan adalah :

$$Q_{intake} = \frac{NFR\ x\ A}{e}$$

$$Q_{intake} = \frac{1{,}275\ x\ 18.500}{0{,}8}$$

Q_{intake} = 29.484 m^3/detik = 29,5 m^3/detik

3. Asumsi dan Batasan Yang Digunakan.

Sedimen yang dihitung masuk kedalam intake adalah *suspended load*, dalam hal ini dari hasil pengujian menunjukkan bahwa sedimen tergolong kedalam faksi pasir. Dalam perhitungan angkutan sedimen ada beberapa asumsi dan batasan yang digunakan antara lain :

- Besar angkutan sedimen yang didapat dari perhitungan adalah dalam kg/detik dan debit angkutan sedimen dinyatakan dalam m^3/hari.
- Diasumsikan bahwa setiap harinya sedimen terakumulasi dalam jumlah yang sama setiap harinya.
- Sedimen yang masuk ke *intake* berasal dari sedimen dasar di bawah ambang *intake* yang tersangkut karena ada tubulensi pada pintu *intake*.

4. Formula Estimasi Angkutan Sedimen

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, untuk mengetahui besar angkutan sedimen yang masuk ke kolam lumpur digunakan beberapa metode yaitu antara lain :

- Metode Lane and Kalinske (1941)
- Metode Einstein (1950)
- Metode Seksi hidrometri (1985)

Dari volume sedimen yang telah didapat melalui perhitungan dengan beberapa metode di atas akan dibandingkan dengan metode perhitungan yang ada pada *design note*. Volume akan dihitung per hari sehingga dapat diketahui pada hari keberapa sedimen akan mengisi volume maksimal kolam lumpur. Berdasarkan studi yang dilakukan kolam lumpur akan penuh dalam waktu 11 hari.

III. ANALISADAN PEMBAHASAN

Untuk memperkirakan besar angkutan sedimen dan volume angkutan sedimen perlu diketahui terlebih dahulu data – data dan parameter yang akan di buat. Sedimen yang di hitung adalah sedimen yang masuk ke *intake* akibat adanya turbulensi aliran pada pintu pengambilan dan nantinya akan terendappada kolam lumpur.

Data – data yang di kumpulkan dari lapangan adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Data-Data Lapangan

Debit aliran	29,5 m^3/detik
Debit aliran 1 jalur (Q_N)	29,5/8 = 3,687 m^3/detik
Diameter partikel (d)	0,02 mm
Percepatan gravitasi (g)	9,81 m/detik^2
Koefisien manning (n)	0,015
Kemiringan dasar sungai	0,003 (1/232) dibelakang pintu pembilas
Lebar 1 jalur (b)	3,1 m
Kedalaman aliran (Df)	1,5 m
Luas penampang (A)	4,65 m^2
Kedalaman hidraulik (D)	1,5 m
Tebal pengendapan	0,25 m
Konsentrasi sedimen	226 mg/L
Berat jenis (γ_S)	2,665 kg/m^3
Kandungan muatan laying	95%
Rasio muatan layang	0,01%
Viskositas suhu air 27^{0}C	0,00000087 m^2/detik

3.1 Analisa angkutan Sedimen Metode Lane and Kalinske

Lane and Kalinske menurunkan persamaan dengan dasar hubungan antara pergerakan sedimen dengan gladien konsentrasi dengan persamaanya sebagai berikut :

- $q_{sw} = q\ C_a\ P_L\ exp\left(\frac{15\omega a}{U_* Df}\right)$

- $U_* = (gDfs)^{1/2} = (9{,}81\ x\ 1{,}5\ x\ 0{,}003)^{1/2} = 0{,}21$ m/detik

  diameter 0,2 mm didapat ω = 0,027 m/detik

  untuk koefisien P_L dari ω/U_* didapat 0,027/0,21 maka 0,128

  Untuk nilai $\frac{n}{D^{1/6}} = \frac{0{,}015}{1{,}5^{1/6}} = 0{,}014$ maka didapat koefisien P_L adalah 0,4

  q_{sw} = 3,687 x 1000 x 0,95 x 0,0001 x 0,4 x exp $\left(\frac{15\ x\ 0{,}027\ x\ 1{,}2}{0{,}21\ x\ 1{,}5}\right)$

  q_{sw}= 0,2112 kg/detik

  q_{sw} =1,825 ton/hari

  maka volume sedimennya $Q_s = \frac{q_{sw}}{\gamma s} = \frac{1{,}825}{2{,}655}$ = 0,687 m^3/hari

Di mana :

q_{sw}= besar muatan melayang / suspended load
q= debit aliran persatuan lebar
ω = kecepatan jatuh
P_L = koefisien yang bergantung pada kecepatan relatif $\frac{n}{Df^{1/6}}$
a = ketebalan muatan dasar
Df = kedalaman aliran
C_a = konsentrasi sedimen Melayang
U_* = kecepatan geser

3.2 Analisa Angkutan Sedimen Metode Einstein

Adapun menurut teori Einstein besar angkutan sedimen dasar didekati dengan persamaan sebagai berikut :

- q_{sw} = 11,6.U.C_a a $\left[\left(2{,}303 \log \frac{30{,}2\ Df}{\Delta}\right) l_1 + l_2\right]$

- $a = 2d_{65}$ menurut buku Sediment Transport Child Ted Yang chapter 5, d_{65} dapat diasumsikan menjadi d oleh karena itu :

  a= 2 x 0,002 = 0,004 m
  $\frac{k_s}{\delta'} = \frac{U'_* d_{65}}{11{,}6v} = \frac{0{,}21\ x\ 0{,}002}{11{,}6\ x\ 0{,}00000087}$ = 41,865

- untuk nilai $\frac{k_s}{\delta'}$ = 41,865 harga x adalah1000

  $\Delta = \frac{k_s}{x} = \frac{d_{65}}{x} = \frac{0{,}002}{1000}$ = 0,002

  A' = $\frac{2d}{D}\frac{2\ x\ 0{,}002}{1{,}5}$ = 0,00266

  Z = $\frac{\omega}{0{,}4\ U'_*} = \frac{0{,}027}{0{,}4\ x\ 0{,}21}$ = 0,321

- untuk nilai Z = 0,321 dan A' = 0,00266,I_1 = 15 dan –I_2 = -26

q_{sw} = 11,6 x 0,21 x 0,95 x 0,0001 x 1000 x 0,04 $\left[\left(2{,}303 log \frac{30{,}2\ x\ 1{,}5}{0{,}002}\right) 15 - 26\right]$

q_{sw} = 0,136 kg/detik

q_{sw} = 1,183 ton/hari

Maka volume sedimennya $Q_s = \frac{q_{sw}}{\gamma s} = \frac{1{,}183}{2{,}655}$ = 0,445 m^2/hari

3.3 Analisa Angkutan Sedimen Metode Seksi Hidrometri

- $q_{sw} = k\ x\ c\ x\ Q_w$
  q_{sw}=0,0864 x 226 $x\left(\frac{29{,}5}{8}\right)$
  q_{sw} = 8,75 ton/hari

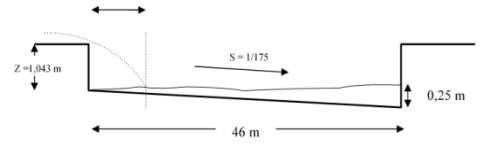
  Maka volume sedimennya (Q_s) =$\frac{q_{sw}}{\gamma s}$= $\frac{8{,}75}{2{,}655}$= 3,295 m^3/hari

Di mana :
q_{sw} = debit sedimen
c = konsentrasi sedimen
Q_w = debit aliran

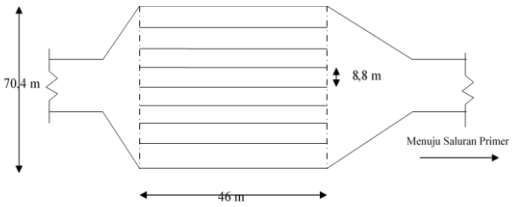
Dari hasil perhitungan di atas, metode yang memiliki nilai estimasi jumlah angkutan sedimen yang hampir sama adalah Lane and Kalinskedan Einstein, estimasi yang dipilih adalah Lane and Kalinskemengacu pada estimasi yang lebih tinggi atau dengan kata lain estimasi angkutan endap yang terjadi pada saluran intake menuju kolam lumpur adalah 1,825 ton/hari yang memiliki volume 0,687 m^3/hari.

3.4 Perhitungan Volume Tampungan Kolam Lumpur

Untuk menghitung volume tampungan kolam lumpur perlu diketahui data bentuk geometrik bangunan seperti pada gambar yang tertera pada Gambar 1 berikut ini :



Gambar 1. Sketsa melintang kolam lumpur



Gambar 2. Sketsa tampak atas kolam lumpur

Diasumsikan bahwa sedimen akan jatuh mengikuti aliran pada jarak 3,33 meter sehingga volume tampungan dapat dihitung dengan :

$$Q_v = b\ x\ \{W'\ x\ L1 + D\ x\ (L - L1)\}$$

$$Q_v = 8{,}8x\{1{,}043\ x\ 3{,}33 + \quad 0{,}25\ x\ (46 - 3{,}33)\}$$

$$Q_v = 124{,}432\ m^3$$

IV. KESIMPULAN

Estimasi sedimen dilakukan untuk mengetahui jumlah dan volume angkutan sedimen yang masuk ke *intake* digunakan dengan metode *Lane and Kalinske* didapatkan volume sedimen adalah 0,867 m^3/hari, memiliki elevasi 43,294. Sedimen yang terkumpul akan dibersihkan setiap 11 hari atau 15 hari sekali secara hidraulis.

Kecepatan aliran rata – rata pada proses pembilasan di saluran pembilas 2,658 m/detik, hal ini sesuai dengan ketentuan bahwa pada saat membilas sedimen secara hidraulis kecepatan aliran harus berada pada kecepatan 1,5 m/detik atau lebih.

Untuk dapat membilas atau membersihkan sedimen secara hidraulis, aliran harus cukup tinggi dan memberikan esensi gelombang kejut. Aliran ini akan mengalir menuju saluran pembilas dan menjaga air agar tetap dalam kondisi superkritis. Hal ini sesuai dengan ketentuan bahwa pada saat pembilas sedimen secara hidraulis kecepatan harus mempunyai aliran superkritis.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Asdak, C. 2007, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.

[2]. Baba, H., 2009, *Interim Report No.3 on JICA Expert Actifity, Directorate General of Water Resources, Ministry of Public Work*, Jakarta.

[3]. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2004, *Perencaanaan Hidraulik, Operasi dan Pemeliharaan Bangunan Penangkap Pasir Tipe Pusair*. Puslitbang Sumber Daya Air.

[4]. Direktorat Jenderal Pengairan KP-02. 20013. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bangunan Utama.*

[5]. Hanwar, Suhendrik, Herdianto, Revalin. 2007, *Desain Bangunan Penangkap Sedimen Dengan Teknologi Baffle (sekat)*. Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan Unand. Padang.

[6]. Harmayani, K.D dan Konsukarta, I.G.M. 2007, Perencanaan Air Tanah Akibat Pembuangan Limbah Domestik di Lingkungan Kumuh. Jurnal Pemukiman Tanah, Vol 5, No. 2: 62-108.

[7]. Mawardi E. 2007, *Desain Hidraulik Bangunan Irigasi*, AIT Badan Penerbit Alfabeta, Bandung.

[8]. Sutrisno, T., 2004, *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, PT Rineka Cipta, Jakarta.

[9]. Syarifuddin, dkk. 2000, *Sains Geografi*. Jakarta: Bumi Aksara.

[10]. Suripin, 2002, Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air, Yogyakarta: Penerbit Andi.

[11]. Sani, Asrul. 2008, *Analisis Kapasitas Waduk Dengan Metode Ripple dan Behavior (Studi Kasus Pada Waduk Mamak Sumbawa).*Yogyakarta.

[12]. Soewarno. 2000, *Hidrologi: Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrologi).* Bandung: Penerbit Nova.