

Analisis Aplikasi Kantong Lumpur pada Sungai Sebagai Upaya Pengendalian Sedimentasi Waduk

***Dyah Ari Wulandari, Desyta Ulfiana, Priyo Nugroho Parmantoro**
Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
*)dyahariwulandari@yahoo.com

Received: 21 Februari 2020 Revised: 2 September 2020 Accepted: 25 September 2020

Abstract

Reservoir sedimentation can be overcome by reducing the amount of sediment that enters the reservoir, by building check dam. The check dam has more deposited coarse sediment load than fine sediment load. Fine sediment that escapes the check dam will flow further and eventually enter the reservoir pond. Therefore it is necessary to build a building that can capture fine sediments. Construction is planned as a system of sediment trap in irrigation channels. The purpose of this study is to analyze the possibility of applying the sediment trap in the river to deposit sediments that escape the check dam. The analysis begins with the selection of the location of the sediment trap, then calculate the dimensions of the sediment trap and the amount of sediment that has settled. Based on the analysis of the selected dimensions with several combinations of gradation of sediment grains, sediment deposition that occurs ranges from 42 - 68%. So it can be concluded making the sediment trap in the river can be done. However, for the application of these sediment traps further research is needed regarding the dimensions of sediment traps that are most optimal for sediment deposition.

Keywords: *Sediment trap, sediment transport, reservoir sedimentation control*

Abstrak

Sedimentasi waduk dapat diatasi dengan mengurangi jumlah sedimen yang masuk ke waduk, dengan membangun check dam. Akan tetapi check dam lebih banyak mengendapkan muatan sedimen kasar daripada muatan sedimen halus. Sedimen halus yang lolos dari check dam akan ikut aliran lebih lanjut dan akhirnya masuk ke dalam kolam waduk. Oleh karena itu perlu dibuat bangunan yang dapat menangkap sedimen halus. Konstruksi direncanakan seperti sistem kantong lumpur pada saluran irigasi. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kemungkinan pengaplikasian sistem bangunan kantong lumpur pada sungai untuk mengendapkan sedimen yang lolos dari check dam. Analisis dimulai dengan pemilihan lokasi sedimen trap, kemudian dilakukan perhitungan dimensi sediment trap dan jumlah sedimen yang mengendap. Berdasarkan analisis pada dimensi yang dipilih dengan beberapa kombinasi gradasi butiran sedimen, pengendapan sedimen yang terjadi berkisar antara 42 – 68 %. Sehingga dapat disimpulkan pembuatan sedimen trap di sungai dapat dilakukan. Akan tetapi untuk pengaplikasian sedimen trap ini perlu penelitian lebih lanjut lagi terkait dimensi sedimen trap yang paling optimal mengendapkan sedimen.

Kata kunci: *Sedimen trap, angkutan sedimen, pengendalian sedimentasi waduk*

Pendahuluan

Sedimentasi waduk adalah permasalahan utama yang dialami waduk-waduk di Indonesia. Dalam perencanaan bendungan, sedimen yang akan mengendap di waduk sudah diperhitungkan, dan disediakan tampungan mati untuk menampung sedimen yang mengendap di waduk sesuai umur rencana waduk. Sedimen ini menjadi masalah

ketika laju sedimentasi yang terjadi melebihi laju sedimentasi rencana sehingga waduk tidak dapat memenuhi umurnya, terlebih saat ini dimana dituntut adanya keberlanjutan fungsi waduk.

Banyak usaha yang telah dilakukan untuk mengurangi sedimen yang masuk waduk, baik dengan cara mengurangi sedimen yang masuk waduk, mengurangi sedimen yang mengendap di

waduk ataupun dengan mengeluarkan sedimen yang sudah mengendap di waduk. Salah satu metode untuk mengurangi jumlah sedimen yang masuk waduk adalah dengan membangun *Check Dam* di anak sungai yang masuk waduk. *Check Dam* akan menahan dan mengendapkan sedimen, akan tetapi *check dam* ini lebih banyak mengendapkan muatan sedimen kasar daripada muatan sedimen halus. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Soewarno & Sukatja (2010) di *Check Dam* Linggasari Banjarnegara, sedimen halus hanya mengendap saat awal pengisian *check dam*. Periode berikutnya sedimen yang mengendap didominasi oleh sedimen kasar dengan prosentase 99%. Sedimen halus yang lolos dari *Check Dam* akan ikut aliran lebih lanjut dan akhirnya masuk ke dalam kolam waduk. Oleh karena itu perlu dibuat bangunan yang dapat menangkap sedimen halus ataupun yang lolos dari *check dam* ini. Selain itu besarnya penangkapan sedimen dari *check dam* tergantung dari besarnya *inflow* dan kapasitas tampungan *check dam*, makin besar kapasitas *check dam* maka makin besar pula penangkapan sedimennya. Apabila umur *check dam* semakin bertambah dan tidak ada upaya pemeliharaan yang dilakukan maka kemampuan penangkapan sedimennya akan semakin berkurang.

Bangunan penangkap sedimen halus atau kantong lumpur biasanya di bangun pada bagian hilir *intake* irigasi. Kantong lumpur ini berfungsi untuk mengendapkan sedimen halus yang terbawa masuk ke *intake*, sehingga air yang masuk ke saluran primer relatif lebih jernih. Apabila bangunan ini akan diaplikasikan di sungai tentunya diperlukan beberapa penyesuaian karena sifat hidroliknya yang berbeda. Pada sungai perbedaan debit maksimum dan minimum lebih tinggi daripada di saluran irigasi. Dengan dimensi penampang yang sama jika debit makin besar maka kecepatan aliran juga makin tinggi, sedangkan untuk mengendapkan sedimen diperlukan aliran yang tenang (kecepatan mendekati nol). Sehingga dalam hal ini harus dipertimbangkan supaya sungai dapat tetap melewati debit maksimum dengan aman dan dapat mengendapkan sedimen halus semaksimal mungkin. Selain itu transportasi sedimen di sungai juga akan dipengaruhi oleh jenis material dasar dan tebing sungai, suplai sedimen, kapasitas angkut dan gradasi butiran sedimennya.

Penelitian pengembangan *check dam* telah dilakukan oleh Piton & Recking (2016a & 2016b) dan Piton *et al.* (2016) mengenai perencanaan bangunan penangkap sedimen yang dikombinasikan dengan bangunan *open checkdam*. Schwindt *et al.* (2018) melakukan penelitian eksperimental untuk menganalisis konsep *open*

check dam dengan menambahkan saluran pengarah. Maricar & Lopa (2013) melakukan studi perilaku bangunan pengendali sedimen terbuka untuk menjaga keseimbangan angkutan sedimen di sungai secara alami. Alfianto & Soewarno (2014) mengembangkan sabo dam mikro di lahan pertanian di daerah hulu DTA Waduk Mrica. Munir (2017) melakukan studi untuk mengaplikasikan teknik *green sabo* pada kawasan lahan di DAS Citarum Hulu. Sedangkan Hanwar & Herdianto (2007); Herdianto & Hidayati (2010); Baade & Hesse (2008); Slaets *et al.* (2015); Wongtragoon *et al.* (2016) dan Widaryanto (2018) meneliti perilaku pengendapan sedimen yang terjadi di kantong lumpur pada saluran irigasi dengan beberapa kondisi dan modifikasi.

Pada penelitian-penelitian tersebut, sedimen ditangkap langsung dari sumber sedimen dan baru mempertimbangkan efektifitas penangkapan sedimennya. Sedangkan pada penelitian ini sedimen ditangkap dari bangunan pengendali sedimen dengan mengadopsi sistem bangunan kantong lumpur yang diaplikasikan pada sungai. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kemungkinan pengaplikasian sistem bangunan kantong lumpur pada sungai untuk mengendapkan sedimen yang lolos dari *check dam* sebagai upaya pengendalian sedimentasi waduk.

Metode

Lokasi penelitian

Lokasi penelitian adalah *Check Dam* Linggasari di Sungai Lumajang, salah satu anak sungai yang masuk ke Waduk Mrica, Banjarnegara.

Tahapan penelitian

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data-data yang diperlukan. Data yang diperlukan adalah data debit harian dan bulanan, debit maksimum yang pernah terjadi, diameter sedimen, peta topografi, penampang melintang sungai, dan koefisien kekasaran sungai. Kemudian dilanjutkan dengan analisis lokasi *sediment trap* untuk menentukan lokasi yang tepat yaitu antara hilir *check dam* sampai dengan daerah awal pengendapan waduk, Selanjutnya dilakukan analisis debit rencana dan ukuran butiran sedimen yang diendapkan sebagai data masukan untuk menghitung dimensi *sediment trap*.

Perencanaan dimensi sedimen trap mengacu pada perencanaan kantong lumpur menurut Kementerian Pekerjaan Umum (2013) yaitu kantong lumpur di saluran irigasi. Kantong lumpur merupakan pembesaran potongan melintang

saluran sampai panjang tertentu untuk mengurangi kecepatan aliran dan memberi kesempatan kepada sedimen untuk mengendap. Bagian dasar saluran tersebut diperdalam atau diperlebar untuk menampung endapan sedimen ini. Tiap jangka waktu tertentu (kurang lebih sekali seminggu atau setengah bulan) tumpukan sedimen ini dibersihkan dengan cara membilas sedimennya kembali ke sungai dengan aliran terkonsentrasi yang berkecepatan tinggi. Ketersediaan data yang memadai mengenai sedimen di sungai sangat diperlukan dalam merencanakan kantong lumpur. Adapun data-data sedimen yang diperlukan adalah pembagian butir, penyebaran butir sedimen ke arah vertikal, sedimen layang, sedimen dasar dan volume.

Untuk bangunan utama berukuran kecil apabila data tersebut tidak ada maka dapat digunakan harga praktis yang biasa dipakai, dalam hal ini volume bahan layang yang harus diendapkan, diandaikan 0,60/00 (permil) dari volume air yang mengalir melalui kantong. Kapasitas angkutan sedimen pada jaringan saluran selebihnya akan menentukan ukuran butiran yang harus diendapkan. Dianjurkan bahwa sebagian besar (60 – 70%) dari pasir halus terendapkan yaitu partikel-partikel dengan diameter di atas 0,06 – 0,07 mm (Kementerian Pekerjaan Umum, 2013). Pada Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa partikel yang masuk ke kolam pada A, dengan kecepatan endap partikel w (Gambar 2) dan kecepatan air v harus mencapai dasar pada C. Ini berakibat bahwa, partikel, selama waktu (H/w) yang diperlukan untuk mencapai dasar, akan berjalan (berpindah) secara horisontal sepanjang jarak L dalam waktu L/v . Sehingga dapat diturunkan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{H}{w} = \frac{L}{v} \quad (1)$$

dengan

$$v = \frac{Q}{HB} \quad (2)$$

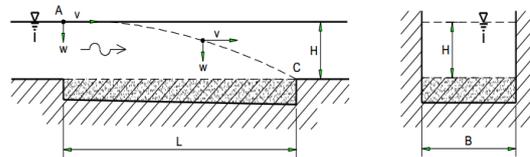
maka

$$LB = \frac{Q}{w} \quad (3)$$

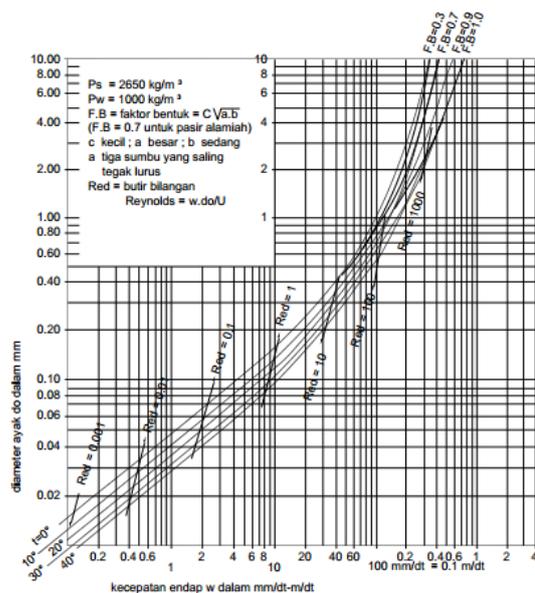
dimana H merupakan kedalaman aliran saluran (m), w merupakan kecepatan endap partikel sedimen (m/dt), L merupakan panjang kantong lumpur (m), v merupakan kecepatan aliran air (m/dt), Q merupakan debit saluran (m³/dt), B merupakan lebar kantong lumpur (m).

Rumus tersebut digunakan untuk membuat perkiraan awal dimensi-dimensi tersebut karena sangat sederhana. Pada perencanaan yang lebih detail, harus dipakai faktor koreksi guna

menyelaraskan faktor-faktor yang mengganggu, seperti turbulensi air, pengendapan yang terhalang dan bahan layang sangat banyak. Untuk mencegah agar aliran tidak “meander” di dalam kantong maka dimensi kantong sebaiknya juga harus sesuai dengan kaidah bahwa $L/B > 8$.



Gambar 1. Sketsa kantong lumpur (Kementerian Pekerjaan Umum, 2013)



Gambar 2. Hubungan antara diameter saringan dan kecepatan endap untuk air tenang (grafik Shields) (Kementerian Pekerjaan Umum, 2013)

Dalam kondisi topografi yang tidak memungkinkan diturutinya kaidah ini, maka kantong harus dibagi-bagi ke arah memanjang dengan dinding-dinding pemisah (*divider wall*) untuk mencapai perbandingan ini. Dalam memilih dimensi sebuah kantong lumpur juga perlu mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut: (a) agar partikel yang telah mengendap tidak menghambur lagi maka kecepatan aliran dalam kantong lumpur harus dibuat cukup rendah, (b) turbulensi yang mengganggu proses pengendapan harus dicegah, (c) agar pengendapan yang terjadi dapat tersebar merata maka kecepatan aliran hendaknya tersebar secara merata di seluruh potongan melintang, (d) kecepatan aliran tidak boleh kurang dari 0,30 m/dt untuk mencegah tumbuhnya vegetasi, dan (e) peralihan/transisi dari pengambilan ke kantong dan dari kantong ke saluran primer harus mulus, sehingga tidak

menimbulkan turbulensi atau pusaran yang mengganggu proses pengendapan. Berdasarkan data yang diperoleh ini kemudian dihitung besarnya sedimen yang mengendap dengan *software* HECRAS. Sedimen yang mengendap dihitung untuk beberapa dimensi *sediment trap*, debit dan gradasi butiran sedimen.

Hasil dan Pembahasan

Lokasi *sediment trap*

Lokasi yang dapat digunakan untuk membuat *sediment trap* ditentukan dengan melihat posisi Waduk Mrica dan *Check Dam* Linggasari yang dihubungkan oleh Sungai Lumajang seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3. Lokasi ini berada di ruas sungai antara hilir *Check Dam* Linggasari, Sungai Lumajang sampai dengan daerah awal genangan Waduk Mrica, sepanjang 2.468 m. Pada lokasi yang tersedia ini kemudian dipilih ruas sungai yang cukup lurus dan dapat digunakan sebagai lokasi bangunan penangkap sedimen.

Lokasi yang terpilih dapat dilihat pada Gambar 4, lokasi tepatnya adalah di hilir Jembatan Wanadadi. Ruas sungai ini dipilih karena pada aliran ruas sungai ini sudah cukup tenang, tidak dipengaruhi turbulensi kolam olak dan bebas dari konstruksi di sepanjang sungai dan juga dengan pertimbangan kemudahan dalam pemeliharaan. Panjang yang tersedia pada ruas ini adalah 145 m ke arah hilir, dengan kemiringan sungai 0,034, lebar dasar sungai 10 m dan kedalaman sungai 5,8 m.

Debit rencana

Menurut Sembiring *et al.* (2014) debit sungai yang sangat bervariasi menyebabkan kesulitan dalam memilih suatu debit yang mewakili dalam mempelajari karakteristik aliran sungai. Beberapa metode yang diusulkan dalam memilih sebuah debit yang mewakili ini antara lain debit yang akan memberikan hasil yang sama, debit dengan kejadian $\geq 50\%$, dan debit yang terbanyak membawa muatan sedimen dengan material lebih kasar dari 0,0625 mm.



Gambar 3. Ruas Sungai Lumajang yang dapat digunakan untuk lokasi *sediment trap*



Gambar 4. Alternatif lokasi *sediment trap* di A

Sedangkan Wahono (2013) menyatakan pada perubahan morfologi sungai, tidak semua nilai debit mempunyai pengaruh secara nyata. Dalam mempelajari perilaku morfologi sebuah sungai, debit air tidak dapat ditinjau secara terpisah dengan laju sedimen. Dengan demikian debit yang dominan terhadap laju sedimen adalah yang dapat dianggap mewakili. Debit ini dikenal sebagai debit dominan, yaitu interaksi antara laju air dan laju sedimen yang diakibatkannya. Sebagian besar peneliti menganggap bahwa debit dominan adalah debit *bankfull*. Oleh karena itu untuk penelitian ini akan digunakan dua nilai debit yang cukup mewakili yaitu debit banjir maksimum yang pernah terjadi dan debit rerata (debit dengan kejadian 50%).

Menurut Soewarno & Sukatja (2010) tinggi muka air banjir maksimum yang pernah terjadi di Sungai Lumajang tercatat pada ketinggian 1,70 m, dengan debit 41,0 m³/dt pada tahun 1998. Debit ini setara dengan debit banjir periode ulang 50 tahunan. Analisis debit rerata dengan kejadian 50% menggunakan data debit harian tahun 2007 – 2008 yang dibuat kurva durasi alirannya seperti pada Gambar 5. Dari Gambar 5 dapat dilihat besarnya debit berkisar antara 3 – 35 m³/dt dengan debit rerata (probabilitas 50%) adalah 5 m³/dt.

Ukuran butiran yang diendapkan

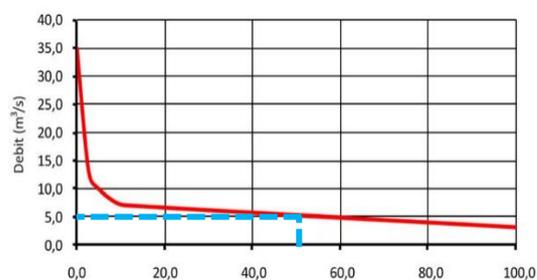
Tidak semua muatan sedimen yang terangkut di sungai dapat mengendap di *check dam*. Sebagian muatan sedimen dengan butiran kasar akan mengendap dan sebagiannya lagi akan lolos memasuki waduk bersama muatan sedimen dengan butiran yang lebih halus. Penelitian terhadap ukuran butiran sedimen yang mengendap di *Check Dam* Kali Lumajang telah dilakukan oleh Soewarno & Sukatja (2010), dari penelitian ini diperoleh bahwa gradasi endapan sedimen yang tertampung pada *check dam* berupa batu, kerikil, pasir dan sebagian kecil pasir halus atau lanau, dengan berat jenis 1,097 ton/m³. Sedimen berukuran kecil (butiran halus) hanya mengendap pada saat awal pengisian, hal ini karena di hulu *Check Dam* terbentuk genangan yang mengakibatkan menurunnya kecepatan aliran pada awal penggenangan. Ketika 20 bulan setelah genangan, sedimen yang berukuran 0,10 - 1,0 mm hanya mengendap sebesar 1% sedangkan pasir, kerikil, kerakal sampai batu naik menjadi 99% (Gambar 6).

Gradasi butiran sedimen yang mengendap di *Check Dam* Linggasari seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6 adalah diameter butiran $\leq 0,074$ mm hampir semuanya lolos, dan untuk diameter butiran ≥ 30 mm hampir semuanya mengendap.

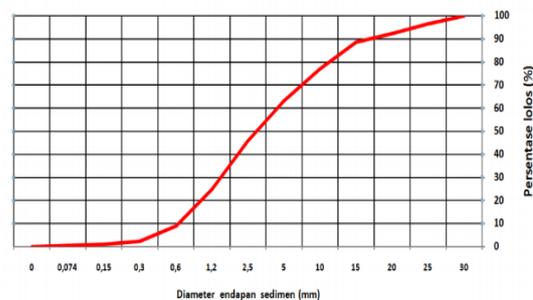
Berdasarkan Kementerian Pekerjaan Umum (2013) dianjurkan sebagian besar (60–70%) dari pasir halus dapat diendapkan. Diameter 0,074 mm ini digunakan sebagai batas diameter butiran, sehingga diameter butiran sedimen yang harus diendapkan pada *sediment trap* adalah diameter yang lebih besar dari 0,074 mm dengan diameter butiran maksimum 15 mm.

Dimensi *sediment trap*

Data dimensi sungai yang didapat akan digunakan untuk memperoleh nilai w dengan menggunakan Persamaan 3. Nilai w yang diperoleh ini kemudian diplot pada Gambar 2 sehingga akan didapat diameter butiran yang akan mengendap seperti pada Tabel 1. Pada Tabel 1 didapat diameter butiran sedimen yang dapat diendapkan jika panjang *sediment trap* 145 m dan lebar 10 m, untuk debit 41 m³/dt butiran sedimen yang dapat diendapkan mempunyai diameter $\geq 0,3$ mm dan untuk debit 5 m³/dt diameternya $\geq 0,09$ mm. Semakin tinggi debit maka semakin besar pula batas diameter butiran sedimen yang dapat mengendap.



Gambar 5. Flow duration curve debit Sungai Lumajang di Linggasari periode tahun 2007 - 2008 (Soewarno & Sukatja, 2010)



Gambar 6. Gradasi material endapan dasar sungai di *Check Dam* Linggasari 27 Mei 2009 (Soewarno & Sukatja, 2010)

Hal ini karena saat debit lebih tinggi pada dimensi sungai yang sama maka kecepatan aliran akan lebih tinggi dan kapasitas angkut sedimennya juga lebih tinggi sehingga butiran sedimen yang bisa mengendap adalah butiran yang berdiameter lebih

besar (mempunyai kecepatan endap lebih tinggi). Batas diameter butiran yang didapat ini masih lebih besar dari batas yang ditetapkan yaitu 0,074 mm, sehingga dimensi *sediment trap* dalam hal ini panjang dan lebar harus dihitung berdasarkan nilai diameter batas ini (0,074 mm).

Tabel 1. Diameter butiran sedimen yang dapat mengendap berdasarkan dimensi *sediment trap*

L (m)	B (m)	Q (m ³ /dt)	w (m/dt)	Diameter butiran sedimen yang mengendap (mm)
145	10	41	0,02830	≥ 0,30
145	10	5	0,00345	≥ 0,09

Tabel 2 merupakan hasil perhitungan panjang *sediment trap* yang diperlukan jika batas butiran sedimen yang mengendap > 0,074 mm. Pada lebar 10 m diperoleh hasil panjang *sediment trap* yang diperlukan lebih panjang dari 145 m. Pada debit 41 m³/dt dengan berbagai ukuran lebar, panjang *sediment trap* yang diperlukan lebih panjang dari 145 m. Sedangkan pada debit 5 m³/dt pada lebar 10 m dan 12 m panjang *sediment trap* yang diperlukan lebih panjang dari 145 m dan pada lebar 14 m dan 16 m panjang *sediment trap* yang diperlukan lebih kecil dari 145 m. Kecenderungan yang terjadi adalah dengan lebar *sediment trap* yang makin lebar maka panjang *sediment trap* yang diperlukan makin pendek. Hal ini karena bila penampang makin lebar maka kecepatan aliran yang dihasilkan akan makin kecil sehingga kecepatan endap juga makin kecil. Pada berbagai kombinasi lebar dan debit, panjang *sediment trap* yang dihasilkan masih lebih kecil dari panjang ruas sungai yang tersedia (2.468 m).

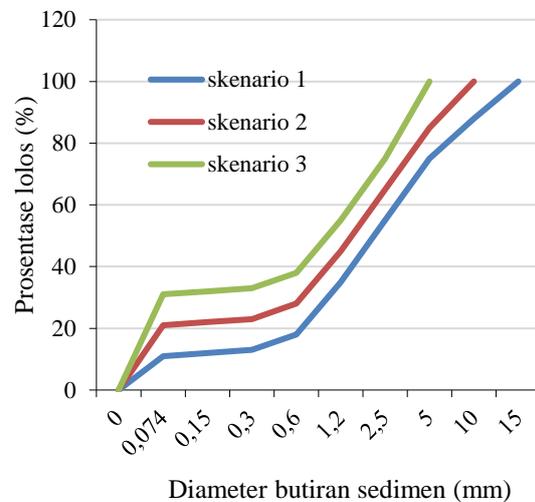
Tabel 2. Panjang *sediment trap* yang diperlukan jika batas butiran yang mengendap >0,074 mm

B (m)	Q (m ³ /dt)	Batas minimal diameter butiran sedimen yang mengendap (mm)	W (m/dt)	L (m)
10	41	0,074	0,0027	1.518,52
10	5	0,074	0,0027	185,19
12	41	0,074	0,0027	1.265,43
12	5	0,074	0,0027	154,32
14	41	0,074	0,0027	1.084,66
14	5	0,074	0,0027	132,28
16	41	0,074	0,0027	949,07
16	5	0,074	0,0027	115,74

Besarnya volume sedimen yang mengendap di *sediment trap* dari hasil perhitungan di atas belum dapat diketahui. Untuk menghitung volume sedimen yang mengendap dilakukan dengan

membuat model *sediment trap* ini pada *software* HECRAS. Model dibuat untuk lebar dasar 14 m dan 16 m dengan debit 5m³/dt yang memerlukan panjang *sediment trap* lebih kecil 145 m. Panjang model dibuat sesuai ketersediaan panjang yang ada dilapangan yaitu 145 m dengan tambahan 15 m di hulu dan 15 m di hilir sehingga total panjang 175 m.

Pada pemodelan ini diperlukan data distribusi ukuran butiran sedimen yang diskenariokan dengan tiga skenario seperti pada Gambar 7. Perbedaan dari tiga skenario ini adalah pada ukuran butiran sedimen maksimum dan gradasi butirannya. Skenario 1 mempunyai lebih banyak butiran sedimen kasar daripada skenario 3, dan butiran sedimen skenario 2 ada diantaranya. Lengkung sedimen suspensi yang digunakan adalah persamaan $Q_s = 17,94Q_w^{2,342}$ (Soewarno dan Sukatja, 2010) dimana Q_s = debit sedimen suspensi (ton/hari) dan Q_w = debit aliran (m³/dt).



Gambar 7. Skenario distribusi butiran sedimen

Hasil simulasi dengan HECRAS dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4 didapat bahwa pengendapan sedimen terbesar berada di luar ruas *sediment trap* yaitu pada ujung akhir model. Pada debit 5 m³/dt prosentase sedimen dengan butiran >0,074 mm yang mengendap berkisar antara 47,97% - 68,06%, sedangkan pada debit 41 m³/dt prosentase sedimen dengan butiran >0,074 mm yang mengendap berkisar antara 42,17% - 57,87%. Prosentase sedimen yang mengendap pada debit 5 m³/dt lebih banyak daripada prosentase sedimen yang mengendap pada debit 41 m³/dt. Hal ini dapat terjadi karena pada dimensi sungai yang sama jika kecepatan aliran semakin besar maka debit juga akan makin besar sehingga kecepatan endapnya juga semakin besar.

Kemungkinan panjang dari *sediment trap* masih kurang panjang, sehingga muatan sedimen belum dapat mengendap semuanya. Pada perbedaan lebar dasar *sediment trap* baik pada debit 5 m³/dt maupun debit 41 m³/dt, pada lebar yang lebih besar jumlah volume sedimen yang mengendap juga semakin banyak. Pada debit yang sama jika lebar makin besar maka luas penampang basah juga makin besar sehingga kecepatan aliran makin kecil dan kecepatan endap sedimenpun makin kecil.

Kecepatan aliran makin kecil maka kapasitas angkutan sedimennya juga kecil dengan kata lain sedimen akan lebih mudah mengendap. Pada skenario 1 yang mempunyai butiran sedimen kasar lebih banyak dari skenario lainnya menghasilkan volume endapan sedimen yang lebih banyak. Jika

dilihat dari hasil analisis yang diperoleh maka dimungkinkan untuk membuat *sediment trap* di sungai dengan cara merekayasa kecepatan aliran sesuai gradasi butiran sedimennya, tetapi pemakaian pedoman perencanaan kantong lumpur dari Kementerian Pekerjaan Umum (2013) tidak dapat digunakan sebagai acuan.

Untuk pengaplikasian *sediment trap* ini perlu penelitian lebih lanjut lagi terkait dimensi *sediment trap* yang paling optimal mengendapkan sedimen, besar kantong yang harus disediakan serta mekanisme pengerukan sedimen yang telah mengendap, angkutan sedimen yang terjadi sesudah *sediment trap* dan transisi dari ruas saluran ke ruas *sediment trap* maupun dari ruas *sediment trap* ke ruas saluran.

Tabel 3. Jumlah sedimen yang mengendap pada debit 5 m³/dt

STA	Sedimen yang mengendap (m ³)					
	Skenario gradasi butiran sedimen					
	1		2		3	
	Lebar dasar sungai (m)					
	14	16	14	16	14	16
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
110	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
135	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
160	0,04	0,04	0,04	0,04	0,07	0,08
175	2,39	2,74	2,33	2,66	2,27	2,59
Jumlah sedimen yang mengendap (m ³)	2,43	2,78	2,37	2,70	2,34	2,67
Angkutan sedimen > 0,074 mm (m ³)	5,06	5,06	4,50	4,50	3,93	3,93
Prosentase sedimen > 0,074 mm yang mengendap	47,97%	54,82%	52,64%	60,15%	59,55%	68,06%

Tabel 4. Jumlah sedimen yang mengendap pada debit 41 m³/dt

STA	Sedimen yang mengendap (m ³)					
	Skenario Gradasi butiran sedimen					
	1		2		3	
	Lebar dasar sungai (m)					
	14	16	14	16	14	16
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,13	0,12	0,25	0,24	0,36	0,34
35	0,22	0,22	0,45	0,45	0,64	0,64
60	0,35	0,36	0,70	0,72	1,05	1,04
85	0,46	0,48	0,95	0,96	1,40	1,40
110	0,67	0,68	1,37	1,40	1,96	2,04
135	1,05	1,12	2,10	2,32	3,01	3,32
160	1,47	1,60	2,77	3,00	3,85	4,20
175	290,62	332,18	276,61	315,31	263,17	300,82
Jumlah sedimen yang mengendap (m ³)	294,96	336,77	285,19	324,40	275,44	313,79
Angkutan sedimen > 0,074 mm (m ³)	699,42	699,42	620,83	620,83	542,24	542,24
Prosentase sedimen > 0,074 mm yang mengendap	42,17%	48,15%	45,94%	52,25%	50,80%	57,87%

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis adalah bahwa pembuatan *sediment trap* di sungai pada ruas antara *check dam* dan awal genangan waduk dapat diterapkan. Dalam pengaplikasian *sediment trap* ini perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai (a) dimensi *sediment trap* yang paling optimal mengendapkan sedimen, (b) besar kantong yang harus disediakan, (c) mekanisme pengerukan sedimen yang telah mengendap, (d) angkutan sedimen yang terjadi sesudah *sediment trap* dan transisi dari ruas saluran ke ruas *sediment trap* maupun sebaliknya dari ruas *sediment trap* ke ruas saluran.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Penelitian Strategis Tahun Anggaran 2019.

Daftar Pustaka

- Alfianto., A. & Soewarno. (2014). Teknosabo untuk mengatasi sedimentasi di Daerah Tangkapan Air Waduk (kasus Waduk Mrica). *Jurnal Teknik Hidraulik*, 5(1), 83-98.
- Baade, J., & Hesse, R. (2008). An overlooked sediment trap in arid environments: ancient irrigation agriculture in the Coastal Desert Of Peru. *Sediment Dynamics in Changing Environments, IAHS Publ. 325*, 375-382.
- Hanwar, S., & Herdianto, R. (2007). Desain bangunan penangkap sedimen dengan teknologi baffle. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 9(2), 145-154.
- Herdianto, R., & Hidayati, R. (2010). Kombinasi sekat dan tanaman air untuk optimalisasi bangunan penangkap sedimen. *Rekayasa Sipil*, VI(1), 33-41.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2013). *Standar perencanaan irigasi: Kriteria perencanaan bagian bangunan utama kp – 02*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Maricar, F., & Lopa, R. T. (2013). *Studi Perilaku Bangunan Pengendali Sedimen yang Berwawasan Lingkungan (118A)*. Di presentasikan pada Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7), Universitas Sebelas Maret (UNS), Surakarta.
- Munir, M. D. (2017). Aplikasi green sabo dalam pengendalian erosi di kawasan lahan bagian atas. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 8(2), 87-100.
- Piton, G. & Recking, A. (2016a). Design of sediment traps with open check dams. I: Hydraulic and deposition processes. *Journal of Hydraulic Engineering*, 142(2), 1-16.
- Piton, G. & Recking, A. (2016b). Design of sediment traps with open check dams. II: Woody debris. *Journal of Hydraulic Engineering*, 142(2), 1-13.
- Piton, G., Mejean, S., Carbonari, C., Le Guern, J., Bellot, H., & Recking, A. (2016). *Bedload Trapping in Open Check Dam Basins - Measurements of Flow Velocities and Depositions Patterns*. Paper presented at 13th Congress INTERPRAEVENT, Lucerne, Switzerland
- Schwindt, S., Franca, M., Reffo, A., & Schleiss, A. (2018). Sediment traps with guiding channel and hybrid check dams improve controlled sediment retention. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 18, 647-668.
- Sembiring, A. E., Mananoma, T., Halim, F., & Wuisan, E. M. (2014). Analisis sedimentasi di Muara Sungai Panas. *Jurnal Sipil Statik*, 2(3), 148-154.
- Slaets, J. I. F., Schmitter, P., Hilger, T., Vien, T. D., & Cadisch, G. (2015). Sediment trap efficiency of paddy fields at the watershed scale in a mountainous catchment in Northwest Vietnam. *Biogeosciences Discuss.*, 12, 20437–20473.
- Soewarno, C., & Sukatja, B. (2010). Kinerja Dam Sabo Kali Lumajang untuk pengendalian sedimentasi Waduk Mrica. *Jurnal Sumber Daya Air*, 6(1), 17-32.
- Wahono, E. P. (2013). Sedimen prediktor dalam analisa debit dominan. *Jurnal Rekayasa*, 17(2), 91-99.
- Widaryanto, L. H. (2018). Evaluation on flushing operation frequency of sand trap of Pendowo and Pijenan Weirs. *Journal of the Civil Engineering Forum*, 4(3), 243-252.
- Wongtragoon, U., Kubo, N., & Tanji, H. (2016). *A Study on Improving Sand Trap in a Large Scale of Irrigation Scheme*. Paper presented at 2nd World Irrigation Forum (WIF2), Chiang Mai, Thailand.