

PERBANDINGAN EFEKTIFITAS HASIL
PENGGELONTORAN SEDIMEN DI WADUK CARA FLUSHING DAN SLUICING

Pranoto.S Atmodjo, Sri Sangkawati *), Kirno **)

Abstract

This study compares the effectiveness of the flushing of sediment in the reservoir by means of flushing and sluicing way, based on Physical Hydraulic Test (Model Test) in the laboratory. Flushing is removing accumulated deposited sediment. While sluicing is releasing of sediment through the reservoir before settled or keep sediment remain in suspension and its occur during flood period. Sediments Flush Effectiveness represented by the percentage of released sediment by sediment deposited or the amount of sediment entering the reservoir during the flushing period. The model based on the prototipe from Detail Design of Structural Countermeasures for Sedimentation on Wonogiri Reservoir by Nippon Koei 2009. Running model duration is one hour, used free flow and submergence condition, with discharge variation $Q=100, 200$ and $400 \text{ m}^3/\text{s}$. Sluicing experiments conducted with some 60 liters of sediment sprinkle evenly wide flow, and Flushing implemented by 2,00 m thickness of deposited sediment that spreaded over the reservoir bottom before running. From this research showed that Sluicing way more efficient than the flushing way, where the number of efficiency of sediment Sluicing way bigger than the efficiency of flushing way, in the running an hour in the laboratory test

Key words: flushing, sluicing, affectivity, hydraulics model test

Pendahuluan

Bendungan adalah konstruksi bangunan air yang melintang sungai yang berfungsi untuk menampung air. Tampung air tersebut sering disebut sebagai *reservoir* atau waduk. Akibat dari fungsi menampung air tersebut, maka bendungan dapat berguna untuk berbagai macam tujuan, yang kemudian di-sebut sebagai bendungan serbaguna (*multipurpose dam*).

Sebagian besar bendungan direncanakan dan dioperasikan dengan umur rencana tertentu, yaitu oleh karena terutama adanya akumulasi endapan lumpur, dan bukan karena keusangan konstruksi (Morris, 1998). Perencana dihadapkan pada estimasi laju endapan dan periode waktu sebelum sedimen mengganggu kegunaan fungsi bendungan. Pada saat perencanaan harus sudah dipersiapkan alokasi ruang untuk endapan sedimen (*dead storage*) yang cukup, agar endapan tidak mengganggu fungsi bendungan selama umur rencana (Strand 1998 dalam Morris 1998). Bila terjadi laju endapan lebih besar dari yang direncanakan, maka umur bendungan akan lebih pendek dari umur rencana semula. Di Indonesia, pada umumnya laju endapan yang masuk ke bendungan cukup tinggi, sehingga bila tidak diatasi segera akan mengurangi kapasitas reservoir lebih cepat dari rencana.

Usaha untuk memperpanjang umur rencana bendungan akibat sedimentasi salah satunya adalah mengalirkan sedimen keluar, dan atau mengurangi /mengeluarkan endapan yang telah terlanjur mengendap di dalam waduk, yaitu dengan pembilasan hidrolis (*hydraulic flushing*) dan atau peng-

galian (*dredging*). Penelitian ini akan difokuskan pada penggelontoran *flushing*, dan *sluicing*, dan akan membandingkan efektifitas hasilnya.

Tujuan memodelkan mekanisme penggelontoran sedimen cara *flushing* dan *sluicing* di Laboratorium pengaliran adalah untuk membandingkan/mengetahui cara mana yang akan memberikan hasil paling efektif. Hasil yang paling efektif adalah apabila prosentase sedimen yang tergelontor paling besar.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium terbuka Balai Sungai Surakarta, dengan lingkup penelitian meliputi:

- Pembuatan model fisik sebagian waduk, *spillway eksisting*, pintu *spillway* baru.
- Pembuatan saluran penghantar, kolam penang hulu dan hilir, saluran *drain*, dan kelengkapan: alat ukur debit, muka air.
- Pengukuran debit, muka air, volume sedimen hasil penggelontoran (gerusan).

Dari serangkaian pembuatan dan pengamatan di atas, akan didapatkan data volume sedimen sebelum dan sesudah *running* dari dua cara penggelontoran. Setelah dianalisis, diharapkan akan dapat menentukan cara penggelontoran yang paling efektif.

Penggelontoran Hidrolis

Penggelontoran sedimen (*flushing*) adalah salah satu teknik mengeluarkan sedimen yang terlanjur mengendap di dalam *reservoir* dengan cara mengalirkan debit keluar *reservoir* melalui pintu bilas. Beberapa cara untuk mengatasi endapan di reservoir selain *flushing* adalah: *sediment routing (sluicing)*, *venting*, *hydraulics dredging (siphoning)*, dan *dry dredging*.

*) Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil FT Undip
**) Balai Sungai Surakarta

Sediment routing (sluicing) adalah cara mengatasi endapan di *reservoir* dengan mengalirkan sedimen keluar dari *reservoir* dengan menjaga agar sedimen tidak sempat mengendap di *reservoir* yang dilakukan di saat kondisi banjir. Sedangkan *venting* adalah mengeluarkan sedimen dengan cara menjaga agar sedimen yang masuk tidak mengendap di waduk dengan membuka pintu secara terus menerus.

Hydraulic dredging dan *dry dredging (manual dredging)* adalah sama-sama mengeluarkan sedimen dengan melakukan penggalian (atau penyedotan) sedimen yang telah mengendap di *reservoir* dalam kondisi ada air atau dengan bantuan air (*hydraulics*) dan penggalian dalam kondisi kering (*dry*) dengan cara manual.

Penggelontoran atau *flushing* sering dilakukan dengan dua cara, yaitu : mengosongkan / menurunkan muka air sampai pada kondisi *free flow*, dan yang lain adalah pada kondisi *pressure flow* atau tidak perlu menurunkan muka air, walaupun cara ini hasilnya kurang efektif (Morris and Fan, 1998). Penelitian ini hanya akan mengamati dan membandingkan hasil gerusan penggelontoran sedimen cara *flushing* dan *sluicing*, dengan metode Uji Hidrolik Fisik (*Model Test*) di laboratorium.

Endapan Sedimen

Bendungan akan menampung dan menaikkan muka air sungai yang dibendung. Akibatnya, penampang basah sungai akan berubah membesar secara gradual. Akibat berikutnya adalah timbulnya endapan yang semula di mulut genangan bendungan membentuk delta dan pada saatnya akan mengalir mendekati bendungan dengan mekanisme dan gradasi tertentu. Endapan sedimen akan mengurangi kapasitas bendungan. Bendungan Wonogiri laju pengurangan kapasitas rata-rata 2,70% per tahun (JICA, 2007), Bendungan Mrica : 2,83% per tahun (Kompas 23 November 2007), Sempor : 1,64% (SM 5 Oktober 2002 dan Menyimak Bendungan Indonesia 1910-2006 yang diolah, Sinaro R., dkk.). Hal ini cukup tinggi bila dibandingkan dengan laju pengurangan kapasitas *reservoir* akibat sedimentasi dunia yang rata-rata 1% (Yoon, 1992 dalam Atkinson, 1996)

Metodologi

Pemodelan Bahan dan Alat

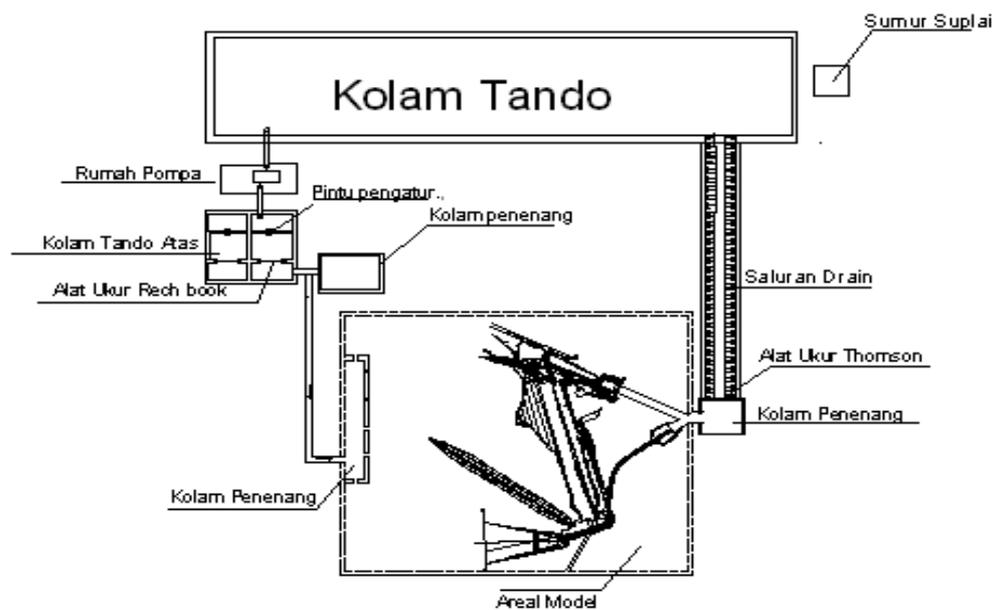
Pembuatan model (uji hidraulik fisik) dimaksudkan untuk menirukan bentuk bangunan hidraulik berdasarkan data dan skala yang ditentukan guna menunjang perencanaan bangunan hidraulik. Dengan pemodelan akan dapat membantu mengatasi permasalahan hidrolis yang ada di prototipe, atau dapat memberi saran bentuk hidrolis yang baik, ataupun dapat memberi gambaran potensi gerusan di prototipe. Dalam hal pemodelan ini diharapkan akan memberikan gambaran efektifitas

gerusan sedimen saat penggelontoran dengan cara *flushing* dan cara *sluicing*, pada aliran bebas dan tertekan. Model fisik dibuat di laboratorium, dimana model dibuat dalam bentuk yang lebih kecil dari keadaan sebenarnya (prototipe) dengan asumsi bahwa terdapat kesamaan geografis antara model dengan keadaan sebenarnya (prototipe). Media yang digunakan dalam uji model ini adalah air, dan serbuk batubara sebagai pengganti sedimen. Digunakan serbuk batubara karena mempunyai sifat sesuai dengan pasir yaitu non kohesif dan ρ (*spesifik density*) hampir sama dengan *clay*.

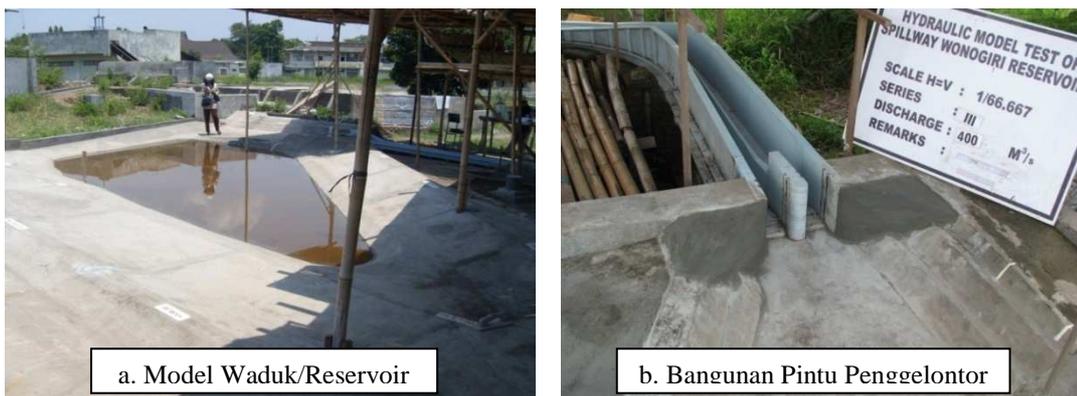
Pelaksanaan pemodelan di laboratorium terbuka, areal yang diperlukan dengan skala 1: 66,67 adalah 13,50m x 5,50m, sedangkan areal yang tersedia 30m x 60m. Pembuatan model bangunan penggelontor sedimen meliputi :

1. Pembuatan saluran pemasukan air ke model.
2. Pembuatan/pemasangan alat-alat ukur debit di hulu maupun di hilir model
3. Pembuatan bak penenang di hulu dan di hilir model.
4. Pembuatan model sebagian *reservoir* / waduk, *spillway* dan kelengkapannya.
5. Pembuatan model bangunan penggelontor sedimen baru
6. Pembuatan dan pemasangan alat-alat pengukur tinggi muka air, dan memposisikan alat ukur theodolit
7. Saluran *drain* pembuang, kembali ke *reservoir*.

Situasi pemodelan seperti pada Gambar 1 dan foto bangunan model seperti Gambar 2.



Gambar 1. Situasi Model di Laboratorium



Gambar 2. Foto Model Reservoir dan Bangunan Pintu Penggelontor

Prosedur Pemodelan

Pelaksanaan pemodelan dilakukan 3 seri, yaitu:

- Seri 0 : pemodelan pintu spillway eksisting, untuk kalibrasi model
- Seri 1 : pemodelan pintu penggelontor baru (rencana), mengamati efisiensi penggelontoran dengan sedimen ditaburkan (disuplai) yang mewakili cara *sluicing*, dan sedimen ditata setebal 2 m, mewakili cara *flushing*. *Running* dilaksanakan selama satu jam di laboratorium dengan sayap hulu membentuk sudut 90° . Pada kondisi ini diamati pula pola alirannya.

- Seri 2 : pemodelan pada pintu penggelontor baru setelah di modifikasi sayap hulu dari 90° menjadi miring 45° , dengan pengamatan seperti pada Seri 1.

Tahap pengujian dan data yang didapat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahap Pengujian dan Data yang di dapat

Seri	Lokasi Observasi	Items Observasi	Tahap pengujian	Data Yang Didapat
Seri 0	Model spillway Eksisting	1. Membandingkan Kurva Debit di model dan eksisting (kalibrasi)	1. Pengaliran debit dari $Q=50,75,100$ smp $1400 \text{ m}^3/\text{det}$, pintu dibuka penuh 2. Pengaliran debit seperti no.1, dengan bukaan pintu $a=0,50, 1,00, 1,50, 2,00, 2,50, 3,00\text{m}$, dengan muka air maksimum $+140\text{m}$	1. Kurva Debit : Variasi debit dan muka air ,pintu dibuka penuh: 2. Kurva Debit: Variasi debit dan muka air pintu dibuka $0,50, 1,00, 1,50, 2,00, 2,50, 3,00 \text{ m}$: 3. Kurva Debit Pintu Spillway Eksisting, sebagai pembanding.
Seri 1	Model Pintu Penggelon tor Baru, dan di Alur hulu pintu	1. Kurva Debit, kapasitas Pintu Penggelon tor baru	1. Pengaliran debit dari $Q=50,75,100$ smp $600 \text{ m}^3/\text{det}$, pintu dibuka penuh 2. Pengaliran debit seperti no.1, dengan bukaan pintu: $a=1,00, 2,00, 3,00, 4,00 \text{ m}$, dengan muka air maksimum $+142\text{m}$	1. Curva Debit: Variasi debit dan muka air, pintu dibuka penuh: 2. Curva Debit: Variasi debit dan muka air ,pintu dibuka $0.50, 1,00, 1,50, 2,00, 2,50, 3,00\text{m}$:
		2. Pola Aliran	Pengaliran $Q=100, 200, 400$ dengan pintu di buka penuh	Bentuk Pola /alur aliran.
		3. Kemampuan Gelontor Sedimen	Sedimen di taburkan / disuplai sejumlah 60 liter dan Endapan sedimen $2,00 \text{ m}$, dengan variasi debit $Q=100, 200, 400 \text{ m}^3/\text{dt}$, pintu dibuka penuh, dan variasi bukaan pintu $0,77, 1,67$ dan $3,53\text{m}$, running selama 1 jam di model	1. Volume sedimen yang tergelontor dengan pintu dibuka penuh, dan pintu dioperasikan ,pada kondisi sedimen yang disuplai (<i>sluicing</i>). 2. Volume sedimen yang tergelontor dengan pintu dibuka penuh, dan pintu dioperasikan, pada kondisi tebal sedimen $2,00\text{m}$ (<i>flushing</i>)
Seri 2	Model Pintu Penggelontor Baru, dan di Alur hulu pintu (setelah sayap hulu di modifikasi)	1. Pola Aliran. 2. Kemampuan Gerus sedimen	1. Mengalirkan debit $Q=100, 200, 400$, pintu buka penuh, diamati pola alirannya 2. Sedimen Disuplai sejumlah 60 liter dan Endapan sedimen $2,00 \text{ m}$, dengan variasi debit $Q=100, 200, 400 \text{ m}^3/\text{dt}$, pintu dibuka penuh, dan variasi bukaan pintu $0,77, 1,67$ dan $3,53\text{m}$, running selama 1 jam di model	1. Bentuk Pola Aliran 2. Volume Sedimen yang tergelontor dengan pintu dibuka penuh, dan pintu dioperasikan ,pada kondisi sedimen yang disuplai. 3. Volume Sedimen yang tergelontor dengan pintu dibuka penuh, dan pintu dioperasikan, pada kondisi tebal sedimen $2,00 \text{ m}$

Hasil dan pembahasan

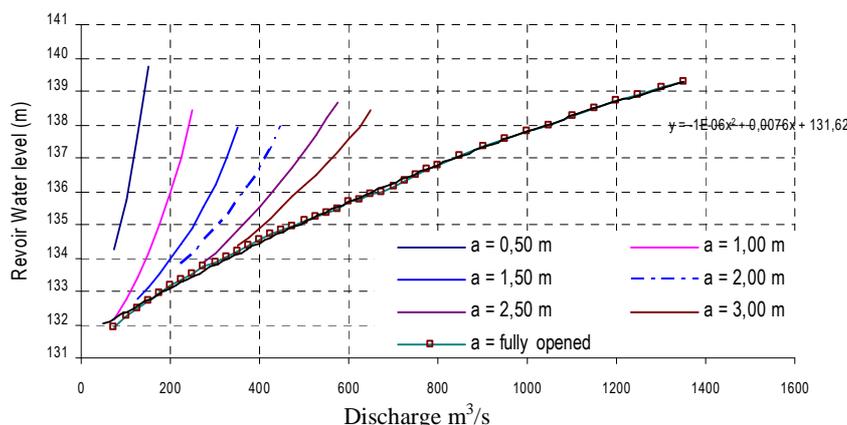
Pemodelan Seri 0 Kalibrasi

Hubungan muka air dan debit hasil percobaan Model Pintu *Spillway eksisting*, dengan pengaliran debit $Q=50,75,100$ sampai $1400 \text{ m}^3/\text{det}$, pintu dibuka penuh, dan bukaan pintu $a=0,50, 1,00, 1,50,$

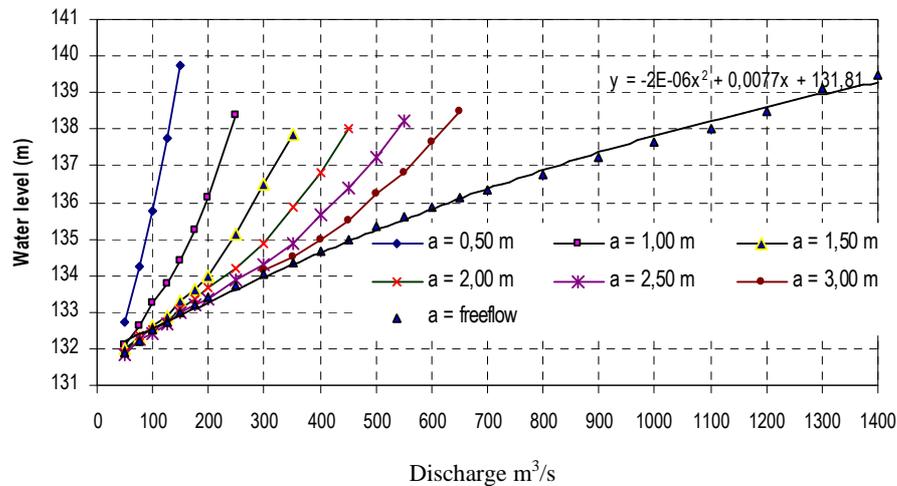
$2,00, 2,50,3,00$ m, hasilnya seperti pada Tabel 2, gambar Kurva Debit hasil model seperti pada Gambar 2, dan Kurva Debit Pintu Eksisting seperti pada Gambar 3.

Tabel 2. Hubungan Muka Air dan Debit Model Pintu *Spillway* Eksisting

No	Debit (m ³ /s)	Tinggi Bukaan pintu (m)						Buka penuh
		0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	
1	50	132,75	132,12	132,00	131,90	131,85		131,90
2	75	134,25	132,60	132,32	132,37	132,25		132,20
3	100	135,75	133,25	132,60	132,50	132,42		132,50
4	125	137,75	133,80	132,87	132,75	132,65		132,75
5	150	139,75	134,40	133,30	133,08	133,00		133,00
6	175		135,25	133,62	133,38	133,20		133,20
7	200		136,12	134,00	133,65	133,38		133,40
8	250		138,38	135,12	134,20	133,88		133,73
9	300			136,50	134,87	134,30	134,12	134,05
10	350			137,88	135,88	134,90	134,52	134,35
11	400				136,80	135,65	135,00	134,65
12	450				138,00	136,40	135,52	135,00
13	500					137,25	136,25	135,34
14	550					138,24	136,80	135,63
15	600						137,65	135,85
16	650						138,50	136,15
17	700							136,33
18	800							136,75
19	900							137,25
20	1000							137,65
21	1100							138,00
22	1200							138,50
23	1300							139,10
24	1400							139,50



Gambar 2. Kurva Debit Hasil Model Pintu *Spillway* Eksisting



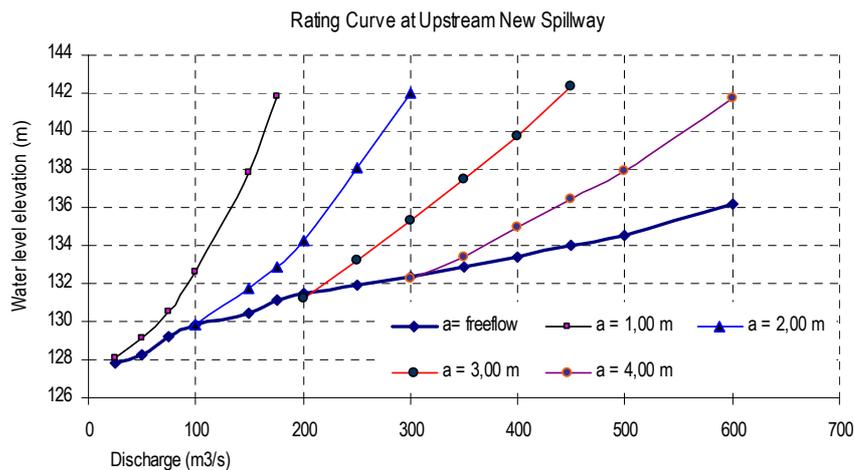
Gambar 3. Kurva Debit Pintu Spillway Eksisting
(sumber : *Hydraulic Model Test on Wonogiri Dam Reservoir*, 2009)

Grafik kurva debit hasil model membentuk pola yang mirip dengan kurva debit eksisting, dengan demikian model mempunyai kesamaan geometri yang baik dengan prototipe oleh karena itu, pemodelan dapat dilanjutkan tanpa perlu memodifikasi model.

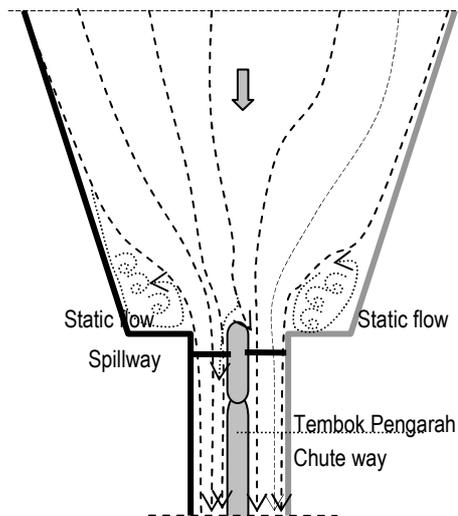
Pemodelan Seri 1 Kemampuan Pintu Pengelontor Baru

Pemodelan Seri 1 ini adalah untuk mengetahui unjuk kerja rencana Pintu Pengelontor Baru. Pemodelan ini dilakukan untuk menggambarkan kemampuan pintu melewati debit (kurva debit), pola aliran, dan kemampuan pengelontoran dengan

sedimen disuplaikan (cara *sluicing*), dan sedimen ditata setebal 2,00 m (*flushing*). Dari percobaan kemampuan melewati debit hasilnya adalah seperti terlihat pada Gambar 4. Pola Aliran dengan running debit $Q=100, 200$ dan $400 \text{ m}^3/\text{dt}$, hasilnya seperti terlihat pada Gambar 5. Kemampuan pengelontoran dengan sedimen disuplaikan, baik pintu dibuka penuh dan pintu dioperasikan dengan bukaan 0,77, 1,67 dan 3,53 m seperti Tabel 3, dan hasil pengelontoran dengan sedimen ditata setebal 2,00 m, baik pintu dibuka penuh maupun dioperasikan selama satu jam running di model seperti pada Tabel 4.



Gambar 4. Kurva Debit Pintu Pengelontor Baru



Gambar 5. Pola Aliran Pemodelan Seri 1

Tabel 3. Prosentase Sedimen Tergelontor dari Sedimen yang di Suplaikan Model Seri 1

Debit aliran (m ³ /s)	Volume endapan Sedimen (m ³)	Tinggi bukaan pintu (m)	Tinggi ma hulu Pintu	Sedimen yang tertinggal (m ³)	Sedimen yang tergerus	
					m ³	%
100	17778	Penuh	129,58	13630	4148	23,33
200	17778	Penuh	131,20	13333	4445	25,00
200	17778	1,67	136,30	12444	5334	30,00
400	17778	Penuh	133,30	11852	5926	33,33
400	17778	3,53	136,30	11407	6371	35,83

Tabel 4. Prosentase Sedimen Yang Tergelontor Pada Tebal Sedimen 2,00 m Model Seri 1

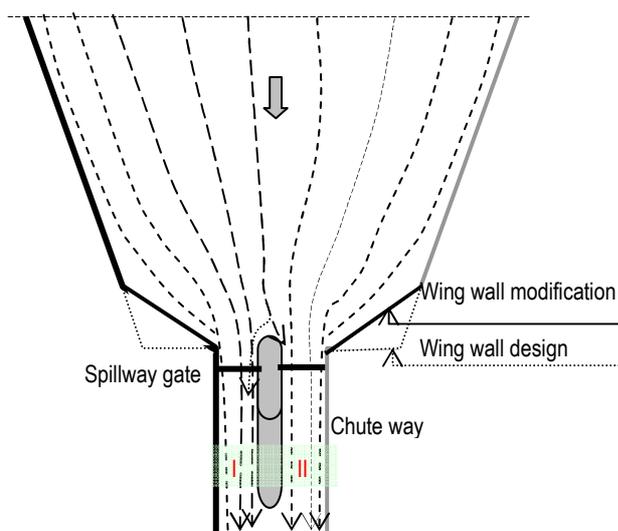
Debit aliran (m ³ /s)	Volume endapan Sedimen (m ³)	Tinggi bukaan pintu (m)	Tinggi ma hulu Pintu	Sedimen yang tertinggal (m ³)	Sedimen yang tergerus	
					m ³	%
100	68673	0,77	136,30	67128	1545	2,25
200	68673	Penuh	131,20	66613	2060	3,00
200	68673	1,67	136,30	67020	1653	2,41
400	68673	Penuh	133,30	65374	3299	4,80
400	68673	3,53	136,30	66117	2556	3,72

Pola aliran pada pemodelan seri 1 (sudut sayap hulu 90⁰) menunjukkan adanya aliran mati di sisi *upstream* pintu. Efisiensi penggelontoran cara *sluicing* (sedimen yang disuplaikan) rata-rata lebih baik dibanding cara *flushing* (debit ditata setebal 2,0 m sebelum *running*).

Pemodelan Seri 2 Kemampuan Model Pintu Penggelontor Baru Setelah Sayap Hulu di Modifikasi Miring 45⁰

Pola Aliran pada Seri 1 menunjukkan hasil kurang bagus (ada aliran mati), maka dicoba Sayap Hulu di

modifikasi, miring 45⁰. Dengan pengaliran sama dengan Seri 1, yaitu Q=100, 200 dan 400 m³/dt. Pola aliran yang terjadi adalah seperti terlihat pada Gambar 6. Prosentase sedimen yang tergelontor pada percobaan sedimen di suplaikan seperti pada Tabel 5, dan Presentase sedimen yang tergelontor pada percobaan sedimen tebal 2.00m seperti pada Tabel 6.



Gambar 6. Pola Aliran Setelah Sayap Hulu di Modifikasi

Tabel 5. Prosentase Sedimen Tergelontor dari Sedimen yang di Suplakan Model Seri 2

Debit aliran (m ³ /s)	Volume endapan Sedimen (m ³)	Tinggi bukaan pintu (m)	Tinggi ma hulu Pintu	Sedimen yang tertinggal (m ³)	Sedimen yang tergerus	
					m ³	%
100	17778	Penuh	129,58	13630	4148	23,33
200	17778	Penuh	131,20	12444	5334	30,00
200	17778	1,67	136,30	13333	4445	25,00
400	17778	Penuh	133,30	11407	6371	35,84
400	17778	3,53	136,30	11852	5926	33,33

Tabel 4. Prosentase Sedimen Yang Tergelontor Pada Tebal Sedimen 2.00 m Model Seri 2

Debit aliran (m ³ /s)	Volume endapan Sedimen (m ³)	Tinggi bukaan pintu (m)	Tinggi ma hulu Pintu	Sedimen yang tertinggal (m ³)	Sedimen yang tergerus	
					m ³	%
100	68673	0,77	136,30	66956	1717	2,50
200	68673	Penuh	131,20	66002	2671	3,90
200	68673	1,67	136,30	66256	2417	3,50
400	68673	Penuh	133,30	64267	4406	6,41
400	68673	3,53	136,30	65569	3104	4,52

Setelah sayap dimodifikasi menjadi miring sudut 45⁰, pola aliran baik (tidak ada aliran mati). Efisiensi penggelontoran cara *sluicing* rata-rata lebih baik dibanding cara *flushing*.

Pembahasan Hasil

1. Pemodelan Seri 0 adalah, pemodelan pintu *spillway eksisting*. Hasil kurva debit model seri 0 (Gambar 2), dan kurva debit eksisting (prototipe) (Gambar 3), hasilnya sangat mirip, dan dengan demikian model dan prototip mempunyai kesamaan geometri yang baik. Pemo-

delan dapat diteruskan tanpa harus modifikasi model.

2. Pola aliran pada Seri 1, yaitu pemodelan pintu pembilas baru (rencana) tidak baik. Ada aliran mati di sisi kanan kiri hulu pintu. Hal ini akan ada sedimen yang mengendap, atau ada sedimen yang tidak tergelontor. Efektifitas penggelontoran sedimen cara *sluicing* (sedimen disuplakan) pintu dibuka penuh maupun pintu dioperasikan Seri 1 antara 23.33% sampai 35.83%, rata-rata lebih besar dibanding dengan cara

- flushing* (tebal endapan sedimen yang ditata 2.00m) yang hasilnya antara 2.25 - 4.80%.
3. Pada percobaan Seri 2, bentuk sayap hulu pintu di modifikasi dari sudut 90° menjadi 45°. Pola aliran menunjukkan pola yang bagus, tidak ada aliran mati. Efektifitas penggelontoran cara *sluicing* percobaan Seri 2 pintu dibuka penuh dan dioperasikan berkisar antara 23.33 - 35.84%, rata-rata lebih besar dibanding dengan cara *flushing* efektifitasnya berkisar antara 2.50 - 6.41%.
 4. Bila dibandingkan efektifitasnya antara running Seri 1 sudut sayap 90° dan Seri 2 sudut 45°, maka cara *sluicing* efisiensinya hampir sama, sedangkan cara *flushing* rata-rata efektifitas Seri 2 lebih besar. Pengaruh kemiringan sayap hulu cukup berpengaruh pada penggelontoran cara *flushing*. Cara penggelontoran *sluicing* bentuk sayap hulu tidak begitu berpengaruh, karena sedimen dalam kondisi bergerak dan belum mengendap, sehingga tidak memerlukan gaya inisiasi gerak sedimen.

Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penggelontoran sedimen cara *sluicing* lebih efisien dari pada cara *flushing*, dengan perbedaan antara 20,83 – 29,43 %.
2. Modifikasi Sayap hulu dari sudut 90 derajat menjadi 45°, mempengaruhi pola aliran menjadi baik, kurang berpengaruh terhadap efektifitas penggelontoran sedimen cara *sluicing*, tetapi berpengaruh meningkatkan efektifitas pada penggelontoran cara *flushing*.
3. Dari data hasil percobaan, besarnya debit penggelontoran sangat berpengaruh. Makin besar debit penggelontor makin besar efisiensinya untuk semua cara penggelontoran.

Saran

Sebelum hasil penelitian ini diaplikasikan dilapangan perlu kiranya dilakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Akan lebih sempurna bila dilakukan penelitian *flushing* dengan beberapa variasi tebal endapan, dan pengamatan pola gerusannya.
2. Perlu dilakukan dan diamati lebih cermat pelaksanaan *Sluicing* untuk mendapatkan hasil yang lebih meyakinkan.
3. Untuk pelaksanaan di lapangan, sangat di anjurkan penggelontoran dengan cara *Sluicing*. Agar diperhatikan saat pelaksanaan *sluicing* yang tepat adalah saat banjir.

Daftar pustaka

1. Atkinson E., (1996). “*The Feasibility of Flushing Sediment From Reservoir*”, TDR Project R.5839, Report OD 137, November 1996, HR. Walling Ford, UK.
2. Fan, J., and Jiang, R., (1980). “*On Methods For The Desiltation of Reservoir*”, International Seminar of Expert on Reservoir Desiltation, Tunis.
3. Jica, (2007). “*Final Report, Volume III Supporting Report I : The Study on Countermeasure For Sedimentation in The Wonogiri Multipurpose Dam Reservoir in The Republic of Indonesia*”, Directorate General Of Water Resources Ministry of Public Works The Republic of Indonesia.
4. Morris G. L., Fan J., (1998). “*Reservoir Sedimentation Handbook Design and Management of Dam, Reservoir, and Watersheds for Sustainable Use*”, McGraw-Hill Companies, Inc., New York.
5. Sinaro R., Kasiro I., Brotodiharjo A., Widarysono T., (2007). “*Menyimak Bendungan di Indonesia (1910-2006)*”, Indocamp, Jakarta.