

KAJIAN MODEL HIDRAULIK KANTONG LUMPUR BENDUNG COLO KABUPATEN SUKOHARJO

Jaji Abdurrosyid*, Purwoto**

ABSTRACT

Wonogiri Dam has been operated for many years, and has been shallowed due to sedimentation. The sedimentation material almost reaches the base elevation of dam intake (the limit of dead storage). This condition gives impact to the sedimentation rate at West Colo Weir and East Colo Weir intake. The solution of this condition has been done by constructing sedimentation channel in West Colo Weir as well as in East Colo Weir. In order to achieve maximum result in planning, it is required to carry out a hydraulic modelling test for sedimentation channel by constructing a model from Colo Weir with characteristic adjustment between model and prototype in the field. In this experiment, the model scale is $n_h = n_l = 20$ for the implementation in the laboratory, which will be compared with the scale-making process and comparison between sediment in the field and sediment in the model. There are some model hydraulic test carried out in this research, such as similarity test, movable model test, and modification test. Based on the result of model test, there is an important thing should be considered, i.e., the variation of channel flushing in East Colo would be optimum if being done by doing this way : if channel 1 and 4 are flushed, channel 2 and 3 must be closed or on the contrary for discharge $0,6 Q_n$; and flushing being done simultaenously for full discharge. Whereas, in West Colo, flushing can be done in the half of right channel first or half of left channel first. There are also some changes compared with the initial design, such as change on base floor before irrigation gate and add a gatewall in front of flushing gate. The flushing result is satisfied, with average capacity about 90% flushed-sediment.

Keywords : model hidraulika, desain penyempurna, transpor sedimen, pembilasan, kantong lumpur

PENDAHULUAN

Waduk Serbaguna Wonogiri telah selesai pembangunannya dan diresmikan pada tahun 1982. Waduk ini mempunyai manfaat multi guna, salah satunya adalah untuk mengairi Daerah Irigasi Wonogiri seluas 23.200 ha yang keseluruhannya mulai beroperasi pada tahun 1985. Daerah Irigasi Wonogiri terdiri dari dua jaringan irigasi yaitu ke arah timur Jaringan Irigasi Colo Timur seluas 19.600 ha yang terbentang dari Kabupaten Sukoharjo sampai ke Karanganyar dan Sragen serta memberi suplesi ke daerah Ngawi. Sedang ke arah barat yaitu Jaringan Irigasi Colo Barat terdiri dari 3.600 ha yang mencakup wilayah di Kabupaten Sukoharjo dan Kabupaten Klaten (Hermono, 2003).

Bangunan Bendung Colo awalnya didesain tidak dilengkapi dengan saluran kantong lumpur dengan anggapan sedimen di Bendung Colo relatif kecil karena sudah diendapkan di Waduk Wonogiri. Berdasarkan studi dan perencanaan pembangunan Bendung Colo dan studi-perencanaan Intake Colo Barat pada tahun 1982, disimpulkan laju sedimentasi di hulu lokasi bendung relatif kecil. Sebaliknya kenyataan pada saat ini laju pengendapan sedimen di hulu mercu Bendung Colo demikian tinggi, sehingga

menyebabkan berkurangnya kapasitas saluran dan pada akhirnya menyebabkan intensitas tanam di Areal Irigasi Colo turun sampai dengan 230 % per-tahun. Untuk mengatasi endapan sedimen di muka intake Colo Barat secara temporer, pada tahun anggaran 2002 telah diadakan pengerukan dan pengarah aliran di muka intake Colo Barat, namun usaha ini belum dapat menuntaskan permasalahan yang mendasar yaitu menyiasati pengaruh tingginya pengendapan di muka intake yang menyumbat lubang intake Colo Barat sehingga pada tahun 2003 dilakukan relokasi pintu intake Colo Barat (Aliyanto, 2004).

Guna mengembalikan fungsi saluran induk Colo Barat dan meningkatkan kapasitas saluran induk akibat sedimentasi maka perlu dilakukan penanganan yang menyeluruh terhadap jaringan induk Colo Barat yaitu dengan membangun kantong lumpur agar jaringan irigasi Colo seluas 23.200 ha dapat berfungsi secara optimal.

Bangunan kantong lumpur ini sebelum dilaksanakan di lapangan perlu dilakukan uji model hidraulik/fisik sebagai syarat dibangunnya bangunan air ini, untuk mengetahui fenomena perubahan dan desain awal guna terbentuknya

* Jaji Abdurrosyid, staf pengajar jurusan Teknik Sipil - Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

Jl. A. Yani No. 1 Tromol Pos 1, Pabelan Kartasura, Surakarta 57102. E-mail : jarrosyid@yahoo.com

** Purwoto, alumnus Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

kesempurnaan.

Pada pelaksanaan uji model terdapat kendala untuk mencari bahan sedimen yang sesuai untuk mewakili sedimen yang ada di prototip. Untuk itu digunakan *coal dust* atau batubara sebagai bahan sedimen pada model tersebut, dengan material yang lebih berat yang seharusnya pada bahan model tersebut. Sedimen yang diuji lebih berat sehingga diprediksi pada prototipe akan lebih mudah tergelontor. Sebagai perbandingan proses pencarian penyekalaan dari awal, dengan tinjauan morfologi sedimen.

Transpor Sedimen

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi angkutan sedimen adalah sifat-sifat aliran, sifat-sifat sedimen, dan pengaruh timbal balik antara keduanya. Bentuk dan ukuran partikel sedimen, mempengaruhi kecepatan rata-rata aliran ketika partikel bergerak di dasar saluran, mempengaruhi kecepatan jatuh (*fall velocity*) dan angkutan sedimen dasar (*bed load transport*), seperti halnya butiran pipih mempunyai kecepatan endap lebih kecil, dan lebih sulit ditranspor daripada butiran bulat (Abdurrosyid, 2003).

Kecepatan jatuh (*fall velocity*) atau kecepatan endap (*silting velocity*), yaitu kecepatan pencapaian partikel ke dasar pada kolam air yang diam, yang berhubungan langsung dengan kondisi relatif aliran diantara partikel sedimen dan air selama kondisi pergerakan sedimen, angkutan sedimen dan pengendapan (Yang, 2000)

Uji Model Hidraulik

1. Sebangun geometrik

Sebangun geometrik antara model dan prototip tercapai jika semua dimensi /ukuran panjang yang bersesuaian antara model dan prototip adalah sama (Triatmodjo, 2002).

Model n_L , sedang skala tinggi, n_h

$$\text{Panjang} : L_p/L_m = n_L \quad (1)$$

$$\text{Luas} : A_p/A_m = n_L^2 \quad (2)$$

$$\text{Volume} : \nabla_p/\nabla_m = n_L^3 \quad (3)$$

dengan L_m adalah panjang pada model (m), L_p adalah panjang pada prototip (m), A_m adalah luas pada model (m^2), A_p adalah luas pada prototip (m^2), ∇_m adalah volume pada model (m^3) dan ∇_p adalah volume pada prototip.

2. Sebangun kinematis

Sebangun kinematis antara model dan prototip terpenuhi jika garis-garis alirannya serupa

secara geometrik dan semua besaran bergantung waktu yang mempunyai perbandingan secara konstan (Triatmodjo, 2002). Model n_v , sedangkan skala untuk :

$$\text{Waktu} : T_p/T_m = n_T \quad (4)$$

$$\text{Kecepatan} : n_L/n_T = n_v \quad (5)$$

$$\text{Percepatan} : n_L/n_T^2 = n_a \quad (6)$$

$$\text{Debit} : n_L^3/n_T = n_Q \quad (7)$$

dengan T_m adalah waktu pada model (dt), T_p adalah waktu pada prototip (dt), n_T adalah skala waktu, n_v adalah skala kecepatan dan n_a adalah skala percepatan.

3. Sebangun Dinamis

Sebangun dinamis antara model dan prototip terpenuhi jika gaya-gaya yang bekerja pada titik-titik yang bersesuaian antara model dan prototip mempunyai rasio yang konstan (Triatmodjo, 2002).

Model n_F , sedangkan untuk skala gaya :

$$\text{Skala gaya} : F_m/F_p = n_F \quad (8)$$

dengan n_F adalah skala gaya, F_m adalah gaya pada model dan F_p adalah gaya pada prototip.

Skala Model

1. Skala model dengan tinjauan morfologi saluran

Mengingat keterbatasan fasilitas pada Laboratorium Sungai, meliputi waktu, biaya, luas lahan, kapasitas pompa, dan materi lainnya yang menuntut kesesuaian terhadap syarat-syarat teknis maka dalam pembuatan model, ditentukan skala model sebagai berikut :

- Skala panjang, $l = 1:20$ atau $n_l = 20$
- Skala tegak, $h = 1:20$ atau $n_h = 20$

2. Skala model dengan tinjauan morfologi sedimen

Skala model dengan tinjauan morfologi sedimen merupakan proses memodelkan saluran dengan metode pendekatan dari morfologi sedimen (Yuwono,1996). Dirumuskan sbb :

$$n_v = (n_\Delta \times n_D)^{1/2} \quad (9)$$

$$\Delta = \frac{\rho s - \rho w}{\rho w} \quad (10)$$

$$n_{\Delta} = \frac{\frac{\rho_{s_p} - \rho_w}{\rho_w}}{\frac{\rho_{s_m} - \rho_w}{\rho_w}} \quad (11)$$

$$nD = \left(\frac{D_{50p}}{D_{50m}} \right) \quad (12)$$

dengan n_v adalah skala kecepatan, n_{Δ} adalah skala kerapatan relatif, ρ_s adalah rapat massa sedimen (kg/m^3), ρ_{s_p} adalah rapat massa sedimen pada prototip (kg/m^3), ρ_{s_m} adalah rapat massa sedimen pada model (kg/m^3), ρ_w adalah rapat massa air (kg/m^3), nD adalah skala diameter sedimen, D_{50p} adalah diameter rata-rata pada prototip (mm) dan D_{50m} adalah diameter rata-rata pada model (mm).

Pengukuran kecepatan aliran

Untuk mencari kecepatan dengan menggunakan alat *Current Meter*, melalui proses pembacaan jumlah putaran tiap satuan waktu yang ditentukan. Secara teoritis menggunakan persamaan (Soewarno, 1991) sebagai berikut :

$$V = (1,065 n + 0,1996) \times 20^{0,5} \quad (13)$$

dengan : V = Kecepatan (cm/dt), n = Putaran baling-baling (putaran / dt).

METODE PENELITIAN

Penelitian uji model hidraulik ini dilakukan di Laboratorium Hidraulika Balai Sungai Surakarta. Data yang didapat dari lapangan meliputi denah situasi, tampak memanjang, tampak melintang, detail bangunan, debit yang mengalir, kecepatan aliran, materi sedimen pada aliran, dan data pendukung yang lain dikumpulkan. Dari data lapangan dibuat model dengan skala $n_h = n_l = 20$. Adapun denah situasi model saluran dan kantong lumpur dapat dilihat pada Gambar 1 berikut. Sedangkan sketsa potongan memanjang intake kantong lumpur Colo Timur dan Colo Barat dapat dilihat pada Lampiran (Gambar 13 dan Gambar 14).

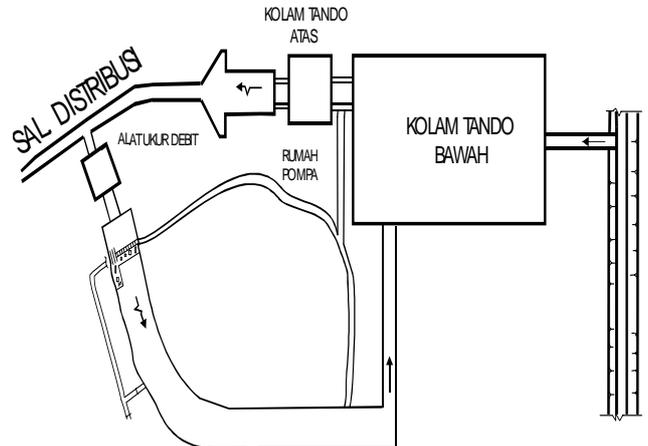
Dari model hidraulik dilakukan pengujian sebagai berikut :

1. Similaritas (seri 0) meliputi:

- a) Pengaturan debit.
- b) Pengujian TMA.
- c) Uji kecepatan.
- d) Penyesuaian materi

2. seri 1 (*movable model*) meliputi:

- a) Operasi pintu.
 - b) Variasi pengaliran.
3. Seri IIA (modifikasi tahap 1) meliputi :
- a). Modifikasi model tahap pertama.
 - b). Pengujian TMA.
 - c). Angkutan sedimen.
4. Seri IIB (modifikasi tahap 2) meliputi :
- a). Modifikasi penyempurna.
 - b). Variasi pengaliran.



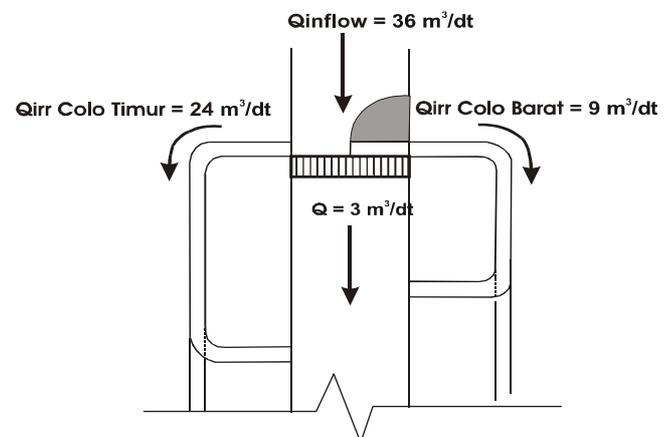
Gambar 1. Denah situasi model hidraulik kantong lumpur Bendung Colo

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Seri 0 (Tahap Penyesuaian / Similaritas)

1. Debit pengaliran Colo Timur dan Colo Barat

Debit Bengawan Solo dari hulu sebesar $36 \text{ m}^3/\text{dt}$, yang terbagi atas : Debit ke intake saluran Colo Timur $24 \text{ m}^3/\text{dt}$, debit ke intake saluran Colo Barat $9 \text{ m}^3/\text{dt}$, dan debit yang mengalir ke hilir (melimpas) bendung Colo $3 \text{ m}^3/\text{dt}$.



Gambar 2. Distribusi debit kantong lumpur bendung colo

2. Tinggi Muka Air

Tabel 1. Tinggi Muka Air (TMA) Colo Timur

Lokasi	Perhitungan	Model	Beda Tinggi(cm)
Kantong Lumpur	+106,93	+106,95	+2
Saluran Penguras	+104,37	+104,40	+3
Saluran Irigasi	+106,81	+106,82	+1
Bang. Ukur Debit	+106,79	+106,80	+1

(Sumber : Hasil Analisa)

Tabel 2. Tinggi Muka Air (TMA) Colo Barat

Lokasi	Perhitungan	Model	Beda tinggi(cm)
Kantong Lumpur	+106,68	+106,63	-5
Saluran Penguras	+104,88	+104,86	-2
Saluran Irigasi	+106,55	+106,53	-2
Bang. Ukur Debit	+106,55	+106,54	-1

(Sumber : Hasil Analisa)

Dari Tabel 1 dengan terjadinya beda tinggi (+) pada intake Colo Timur menunjukkan kemungkinan :

- Kekasaran pada model lebih besar daripada kekasaran pada perhitungan.
- Nilai I (kemiringan) saluran pada model lebih kecil daripada nilai I pada perhitungan.
- Dari tingkat kesalahan kurang 5% maka dari pengujian masih masuk dalam kategori baik.

Dari Tabel 2 dengan terjadinya beda tinggi (-) pada intake Colo Barat menunjukkan ada beberapa kemungkinan diantaranya:

- Kekasaran pada model lebih kecil daripada kekasaran pada perhitungan.
- Nilai I saluran pada model lebih besar daripada nilai I pada perhitungan.
- Tingkat kesalahan kurang dari 5% masuk dalam kategori baik.

3. Penyesuaian material dasar sedimen

Untuk mendapatkan kesesuaian bahan dasar sedimen pada saluran dilakukan pengaliran dengan bahan dasar sedimen dari pasir kali. Hasil uji ditunjukkan pada **Gambar 7** hingga **Gambar 9**. Hasil pembilasan menunjukkan masih ada sisa sedimen yang tidak terangkut.

4. Pengamatan terhadap kecepatan

Tabel 3. Test Kecepatan K.L Colo Barat. $V = (1,065 n + 0,1996) \times 20^{0,5}$

Lokasi	Putaran current meter / 5 detik				V_M (cm/dt)	V_M rata-rata	V_P	V_{Desain}
	1	2	3	Rata ² /dt				
K.L.C17	16	17	17	3,33	3,74	4,025	0,18	0,40
	20	19	19	3,86	4,31			
Saluran Irigasi	44	45	45	8,93	9,71	9,710	0,43	0,42
	45	45	44	8,93	9,71			

(Sumber : Hasil Analisa)

Tabel 4. Test Kecepatan Kantong Lumpur Colo Timur

$$V = (1,065 n + 0,1996) \times 20^{0,5}$$

(Sumber : Hasil Analisa)

Lokasi	Putaran C.M. tiap 5 detik				V_M (cm/dt)	V_M rata-rata	V_P	V_{Desain}
	1	2	3	Rata ² /dt				
CK.8	15	14	15	2,93	3,32	3,75	0,17	0,40
	18	18	19	3,67	4,11			
	18	19	19	3,73	4,17			
	15	15	15	3,00	3,40			
Saluran Irigasi	68	69	69	13,8	14,89	16,03	0,71	0,75
	80	80	80	16,0	17,24			
	74	74	74	14,8	15,96			

B. Seri I (tahap *movable model*)

1. Operasi Pintu Intake :

Tinggi bukaan pintu intake maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5. Operasi pintu intake.

NO	Debit yang di alirkan (m ³ /dt)				Bukaan pintu intake (m)			Keterangan
	Ke hilir Bd Colo	Irigasi Colo Timur	Irigasi Colo Barat	Total	Colo timur	Colo barat lama	Colo barat baru	
1	3,00	28,80 = 1,2 X Qn	10,80 = 1,2 x Qn	42,60	0,60	0,10	Buka penuh	Tma. +108,05
2	3,00	24,00 = 1,00 x Qn	9,00 = 1,00 x Qn	36,00	1,40	1,82	Buka penuh	Tma. +107,00
3	3,00	19,20 = 0,80 x Qn	7,20 = 0,80 x Qn	29,40	0,90	1,82	Buka penuh	Tma. +107,00
4	3,00	14,40 = 0,60 x Qn	5,40 = 0,60 x Qn	22,80	0,60	1,60	2,68	Tma. +106,90
5	3,00	9,60 = 0,40 x Qn	3,60 = 0,40 x Qn	16,20	0,40	1,00	1,80	Tma. +106,80

Qn = Debit normal kebutuhan air untuk irigasi

(Sumber : Hasil Analisa)

Dari tabel di atas dapat kita ketahui hal-hal yang berkaitan erat dalam operasi pintu intake antara lain :

- Muka air di hulu bendung Colo direncanakan pada elevasi +107,00 dengan kondisi normal.
- Pembagian debit untuk kebutuhan irigasi Colo timur dan barat ditentukan dengan kebutuhan masing-masing daerah irigasi.
- Kebutuhan air untuk B. Solo di hilir bendung Colo harus disuplai 3.00 m³/dt, digunakan untuk kebutuhan pada hilir bendung Colo.

- Pengaturan pintu yang sesuai untuk menghasilkan debit yang sesuai dengan debit rencana yang mengalir pada masing-masing saluran.

2. Pengaturan Sistem Pengaliran

2.1. Saluran Colo Timur untuk irigasi, saluran Colo Barat untuk pembilasan

Berikut hasil pengamatan TMA dan kecepatannya dapat dilihat pada Tabel 6 sampai dengan Tabel 9.

Tabel 6. Pengamatan TMA dan Kecepatan dengan debit 1,2 Qn

Kantong lumpur.	Debit pengaliran 1,2 Qn		Debit pengaliran 0,6 Qn	
	Saluran 1	Saluran 2	Saluran 1	Saluran 2
TMA.	+104,10	+104,02	+103,92	+103,85
Kecepatan (m/dt)	1,65	1,66	1,38	1,35

Qn = debit normal = 36 m³/dt

(Sumber : Hasil analisa)

2.2. Saluran Colo Timur dilakukan pembilasan, saluran Colo Barat untuk irigasi

Tabel 7. Pengamatan TMA dan Kecepatan pada 1,2 Qn

Kantong lumpur.	Debit pengaliran 1,2 Qn				Debit pengaliran 0,6 Qn			
	Sal. 1	Sal. 2	Sal. 3	Sal. 4	Sal. 1	Sal. 2	Sal. 3	Sal. 4
TMA.	+103,48	+103,48	+103,48	+103,48	+103,11	+103,11	+103,13	+103,19
Kecepatan (m/dt)	2,32	2,09	1,97	2,10	1,80	1,70	1,46	1,88

(Sumber : Hasil Analisa)

2.3 Saluran Colo Timur dilakukan pembilasan, Colo Barat dilakukan pembilasan

Tabel 8. Colo barat Pengamatan TMA dan Kecepatan.

Kantong lumpur.	Debit pengaliran 1,2 Qn		Debit pengaliran 0,6 Qn	
	Saluran 1	Saluran 2	Saluran 1	Saluran 2
TMA.	+104,10	+104,02	+103,90	+103,85
Kecepatan (m/dt)	1,65	1,66	1,37	1,34

(Sumber : Hasil analisa)

Tabel 9. Colo timur Pengamatan TMA dan Kecepatan

Kantong lumpur.	Debit pengaliran 1,2 Qn				Debit pengaliran 0,6 Qn			
	Sal. 1	Sal. 2	Sal. 3	Sal. 4	Sal. 1	Sal. 2	Sal. 3	Sal. 4
TMA.	+103,48	+103,48	+103,48	+103,48	+103,11	+103,11	+103,13	+103,19
Kecepatan (m/dt)	2,32	2,09	1,97	2,10	1,78	1,70	1,44	1,87

(Sumber : Hasil Analisa)

Hasil pengaliran dapat dilihat pada **Gambar 9** dan **Gambar10**.

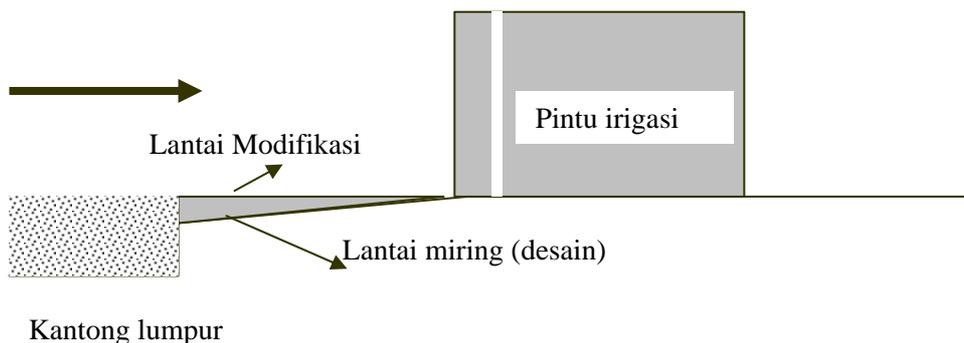
C. Seri II A

1. Modifikasi Model

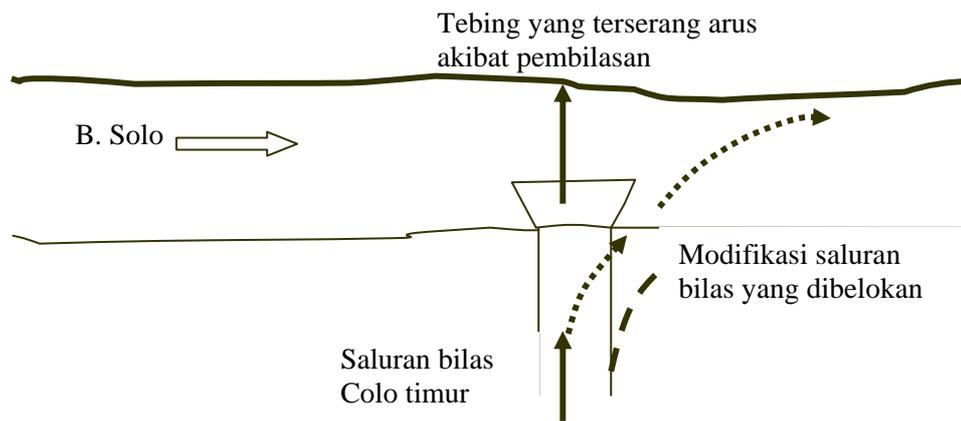
- 1.1 Modifikasi pada lantai dasar miring di depan pintu irigasi Colo timur maupun Colo barat, dengan desain kondisi miring diubah dengan kondisi datar, lihat Gambar 3.
- 1.2. Modifikasi pada saluran pembilas. Colo timur dengan desain awal dari arah saluran Colo timur ke barat tegak lurus dengan tebing kiri B. Solo diubah dengan kondisi lebih miring, lihat Gambar 4.

2. Kemampuan Angkutan Sedimen

Dari Tabel 10 terlihat bahwa hasil bilas volume sedimen dari kantong lumpur Colo Timur menunjukkan prosentase rata-rata 94,52 %. Sedangkan untuk Colo Barat menunjukkan untuk saluran kanan sebesar 92 % dan saluran kiri sebesar 98 %. Hal ini menunjukkan kemampuan pembilasan kantong lumpur desain cukup berhasil.



Gambar 3. Sketsa Modifikasi lantai depan pintu irigasi



Gambar 4. Sketsa Modifikasi akhir saluran bilas Colo timur

2. Kemampuan Angkutan Sedimen.

Tabel 10. Hasil bilas volume sedimen Kantong lumpur Colo Timur

No. sal	Vol. endap (lt)	Vol. tertinggal (lt)	Vol. terbilas (lt)	%. Terbilas (%)
1	432	30	402	93
2	445	27	418	94
3	458	23	435	95
4	473	19	454	96
Total	1808	99	1709	rata-rata 94,52 %

(Sumber : Hasil Analisa)

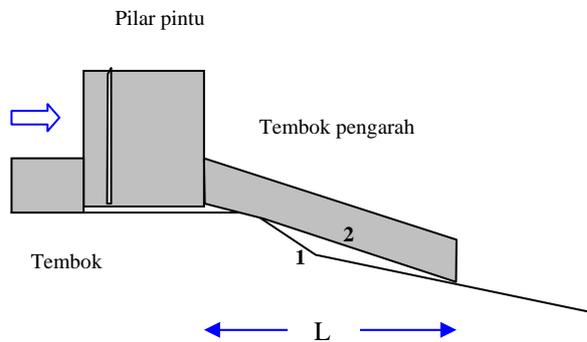
Tabel 11. Hasil bilas volume sedimen Kantong lumpur Colo Barat

Perkiraan Vol.sed. yg diendapkan (lt)		Vol. tertinggal (lt)		Vol. terbilas (lt)		%. terbilas	
Sal. Kn	Sal. Kr	Sal. Kn	Sal. Kr	Sal. Kn	Sal. Kr	Sal. Kn	Sal. Kr
322	342	25	5	297	337	92	98

(Sumber : Hasil analisa)

D. Seri II B

1. Modifikasi penyempurna model tahap akhir



Gb.5. Sketsa modifikasi tembok pengarah di hilir pintu out let.



Gb. 6. Hilir pintu pembilas sesudah modifikasi.

Keterangan : L panjang tembok pengarah untuk Colo timur 25 m. Colo barat 31 m
 Dari desain awal (1) menjadi lurus (2), lihat gambar 5.

2. Variasi pengaliran pada saluran.

Hasil pengaliran pada tabel berikut dibawah ini :

Tabel 12. Pengaliran pada Colo Barat

No	Debit alir	Variasi pengaliran pada	Sistem operasi pintu out let		Hasil pembilasan (%)
			Sal. kanan	sal. kiri	
1	14,40	Pembilasan saluran bagian kanan	buka	tutup	96
2	14,40	Pembilasan saluran bagian kiri	tutup	buka	87

(Sumber : Hasil Analisa)

Tabel 13. Pengaliran pada Colo Timur

No	Debit alir	Variasi pengaliran pada	Sistem operasi pintu out let				Hasil pembilasan (%)
			Sal. 1	Sal. 2	Sal. 3	Sal. 4	
1	14,40	Pembilasan saluran 1 dan 2	buka	buka	tutup	tutup	87,85
2	14,40	Pembilasan saluran 3 dan 4	tutup	tutup	buka	buka	91,41
3	14,40	Pembilasan saluran 1 dan 4	buka	tutup	tutup	buka	87,15
4	14,40	Pembilasan saluran 2 dan 3	tutup	buka	buka	tutup	90,67
5	28,80	Pembilasan saluran 1.2.3 dan 4	buka	buka	buka	buka	98,22

(Sumber : Hasil Analisa)

E. Analisa model dengan morfologi saluran dan morfologi sedimen.

A. Metode morfologi sedimen (penyekalaan dengan perbandingan sedimen, $n_h = n_l$).

$$n_v = (n \Delta \cdot nD)^{1/2}$$

$$n \Delta = \frac{\rho \cdot sp - \rho \cdot w}{\rho \cdot sm - \rho \cdot w} \longrightarrow$$

$$= \frac{2470 - 1000}{1670 - 1000} = 2,194$$

$$nD = \left(\frac{D_{50p}}{D_{50m}} \right) = \left(\frac{0,38}{0,29} \right) = 1,31$$

$$n_v = (n \Delta \cdot nD)^{1/2} = (2,194 \cdot 1,31)^{1/2} = 1,695$$

$$n_v = n_h^{1/2} \longrightarrow n_h = 2,873$$

1. Kelebihannya :

- Dari hasil analisa kecepatan bilas pada saluran lebih besar dibanding metode morfologi saluran dapat dilihat pada Tabel 12 dan Tabel 13.
- Akurasi hasil penelitian lebih besar dengan skala morfologi sedimen.

2. Kelemahannya :
 - a. Kebutuhan akan debit air cukup besar yaitu 2093,78 lt/dt, sedang yang dimiliki Balai Sungai hanya 3 set dengan kapasitas pengaliran 530 lt/dt.
 - b. Waktu pengaliran yang lebih lama.
 - c. Kebutuhan lahan yang cukup luas.
 - d. Biaya operasional yang lebih besar.
 - e. Belum ada pembuktian secara / pengujian di lapangan.
- B. Metode morfologi saluran (langsung diambil angka $n_h = n_l = 20$)
 1. Kelebihannya :
 - a. Kebutuhan debit air lebih kecil hanya 16,38 lt/dt.
 - b. Waktu pengujian lebih pendek yaitu 4 bulan.
 - c. Bisa dilaksanakan dilapangan karena sedimen di model lebih besar daripada di prototip.
 2. Kelemahannya :
 - a. Material sedimen tidak bisa dimodelkan karena kesulitan untuk pencarian bahan sedimen yang sesuai dengan skala perbandingan 20.
 - b. Ada kemungkinan perbedaan hasil laboratorium morfologi saluran dengan morfologi sedimen.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dan pengamatan model hidraulik dengan beberapa tahapan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat perbedaan hasil analisis antara tinjauan model secara morfologi saluran dengan tinjauan model secara morfologi sedimen. Akan lebih akurat jika dilakukan uji model dengan tinjauan morfologi sedimen. Karena pertimbangan biaya, waktu, dan tenaga, maka tidak bisa dilakukan uji laboratorium dengan tinjauan morfologi sedimen.
2. Dilakukan uji model dengan tinjauan morfologi saluran dengan alasan material yang digunakan pada model lebih besar dinyatakan berhasil, sehingga material sedimen yang lebih kecil pada prototip akan mudah terbilas.
3. Operasi pintu bukaan pada intake saluran dilakukan dengan coba-coba, dengan penyesuaian kebutuhan debit masing-masing saluran. Dari hasil pengamatan kecepatan, pada saluran induk Colo Barat didapat kecepatan desain pada kantong lumpur (KL) = 0,40 m/det dan saluran irigasi (SI) = 0,42 m/det. Sedang pada saluran induk Colo Timur didapatkan

kecepatan desain KL = 0,40 m/det dan SI = 0,75 m/det.

4. Berdasarkan pengamatan, diperlukan modifikasi model, yaitu :
 - a) Lantai dasar sebelum pintu irigasi dengan desain awal miring diubah datar.
 - b) Penambahan *gate wall* di depan pintu bilas.
 - c) Pembuatan kerb penahan tebing, sisi kiri dan kanan.
5. Pada variasi pembilasan saluran pada Colo timur akan lebih optimal jika dilakukan pada saluran 1 dan 4 dibilas, saluran 2 dan 3 ditutup atau sebaliknya untuk debit $0,6Q_n$ dan pembilasan sekaligus secara bersama-sama pada saluran 1,2,3,4 untuk debit penuh. Sedang pada saluran Colo barat bisa dilakukan separuh kanan dahulu atau saluran kiri dahulu.
6. Berdasarkan hasil *flushing* pada Colo timur maupun Colo barat dinyatakan baik karena sedimen yang terangkut lebih dari 90% terangkut.

B. SARAN

Berdasarkan pengujian di lapangan hal yang perlu diperhatikan adalah :

1. Akan lebih baik jika pada uji model hidraulik kantong lumpur Bendung Colo dengan pertimbangan awal dengan memodelkan sedimen.
2. Jika bisa didapatkan bahan sedimen dengan diameter yang lebih kecil dan berat jenis yang lebih ringan maka akan lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrosyid, J., 2003, *Transpor Sedimen*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Aliyanto, A., 2004, *Kerangka Acuan Kerja Dan Pekerjaan Penyusunan Detail Desain Kantong Lumpur Bendung Colo.*, CV. Cipta Rencana, Semarang.
- Hermono, 2003, *Pengendalian Sumber Daya Air*. Balai Sungai Surakarta.
- Triatmodjo, B., 2002, *Hidraulika II*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Yang, C. T., 2000, *Sediment Transport*, Mc. Graw Hill Inc., New York, USA.
- Yuwono, N, 1996, *Perencanaan Model hidraulik*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Pekerjaan Umum, 1986, *Kriteria Perencanaan bagian Bangunan Utama KP-2*. Dirjen Pengairan, Jakarta.
- Soewarno, 1991, *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data aliran Sungai (Hidrometri)*, Penerbit Nova, Bandung.

LAMPIRAN

Gambar Hasil Pengujian



Gambar 7. Penghamparan bahan sedimen pasir kali



Gambar 8. Hasil flushing seri 1 pada hilir saluran Colo barat



Gambar 9. Sisa sedimen dikumpulkan untuk diukur (seri similaritas).



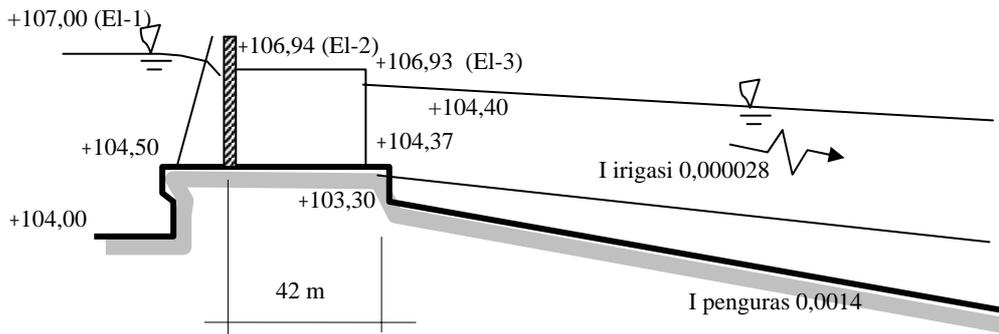
Gambar 10. Hasil flushing pada tikungan dekat saluran pembilas Colo timur.



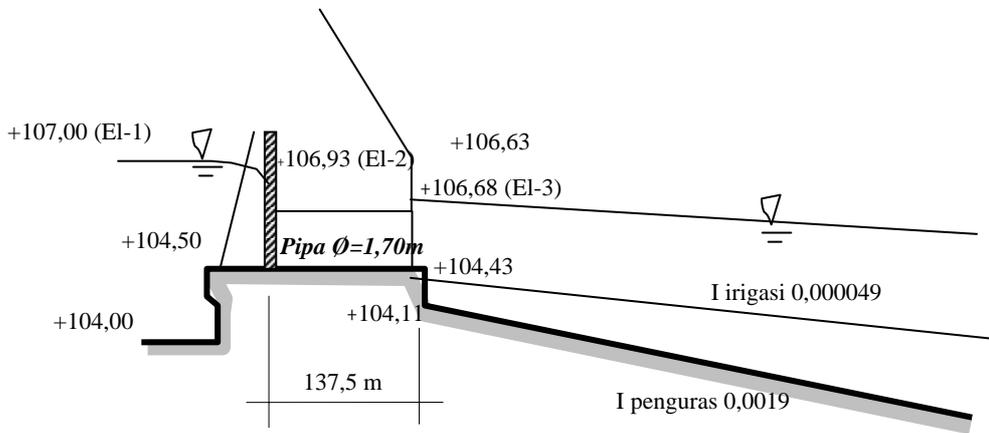
Gambar 11. Kondisi sesudah similaritas (sesudah diaci dan di cat)



Gambar 12. Hasil flushing pada tengah saluran Colo timur



Gambar 13. Intake Kantong Lumpur (Colo Timur)



Gambar 14. Intake Kantong Lumpur Colo Barat