

PENGARUH VARIASI KEMIRINGAN PADA HULU BENDUNG DAN PENGGUNAAN KOLAM OLAK TIPE SLOTTED ROLLER BUCKET MODIFICATION TERHADAP LONCATAN AIR DAN GERUSAN SETEMPAT

Ibnu Setiawan¹⁾, Suyanto²⁾, Solichin³⁾

¹⁾Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret,

^{2),3)}Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126: Telp. 0271-634524

Email: ibnu.setiawan2110@gmail.com

Abstract

Research is underway to find out the effect of discharge and variation of inclination at upstream dam with the use of slotted roller bucket modification stilling basin toward specific energy when hydraulic jump happen and local scour occurrence at downstream. This research performed in the Hydraulics Laboratory Department Of Civil Engineering Faculty Of Engineering, UNS. The research used open flume which became the model of open channel with dimensions $8 \times 25 \times 500$ cm and variation inclination upstream ogee weir 3:1, 3:2, 3:3 with stilling basin slotted roller bucket modification. Sediments which used was uniform 1.18-mm-diameter sands or passed sieve no 16 and for modeling local scour forms occurrence at downstream after pool convection using program Surfer 8.0. This research shows four results. First, the increase water depth of the hydraulic jump occur at the down stream of ogee spillway, the specific energy getting smaller. The turning point occurred at the critical condition. Then, the raise water depth, the specific energy more bigger. Second, Ogee spillway upstream slope variation does not have a significant influence on the form that occurs in the downstream scour. Third, the increase of discharge that flowed in the channel then the maximum depth of local scour is also deepened. Fourth, the longer the case then scours the maximum depth of scour is also getting bigger.

Key words : Ogee weir, Slotted roller bucket modification, Hydraulic jumps, Local scour.

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh debit dan variasi kemiringan pada hulu bendung serta penggunaan kolam olak *slotted roller bucket modification* terhadap energi spesifik saat loncatan hidrolis dan terjadinya gerusan lokal dihilir bangunan. Penelitian dilakukan di laboratorium Hidrolika Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNS menggunakan *open flume* yang menjadi model saluran terbuka berukuran $8 \times 25 \times 500$ cm dan variasi tipe pelimpah *ogee* hulu miring 3:1, 3:2, 3:3 serta kolam olak *slotted roller bucket modification*. Sedimen yang digunakan adalah pasir berdiameter seragam 1,18 mm atau lolos ayakan no. 16 dan untuk pemodelan bentuk gerusan lokal yang terjadi di hilir setelah kolam olak menggunakan program surfer 8.0. Penelitian ini menunjukkan empat hasil. Pertama, semakin besar kedalaman air saat loncatan hidrolis di hilir pelimpah *Ogee*, semakin kecil energi spesifik yang terjadi. Titik balik terjadi saat kondisi kritis. Kemudian dengan kedalaman air yang bertambah, semakin besar energi spesifiknya. Kedua, Variasi kemiringan hulu pelimpah *Ogee* tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap bentuk gerusan yang terjadi di hilir. Ketiga, Semakin besar debit yang dialirkan pada saluran maka kedalaman maksimal gerusan lokal di hilir setelah kolam olak juga semakin dalam. Keempat, Semakin panjang gerusan yang terjadi maka kedalaman maksimal gerusan juga semakin besar.

Kata Kunci: pelimpah *ogee*, *slotted roller bucket modification*, loncatan hidrolis, gerusan lokal.

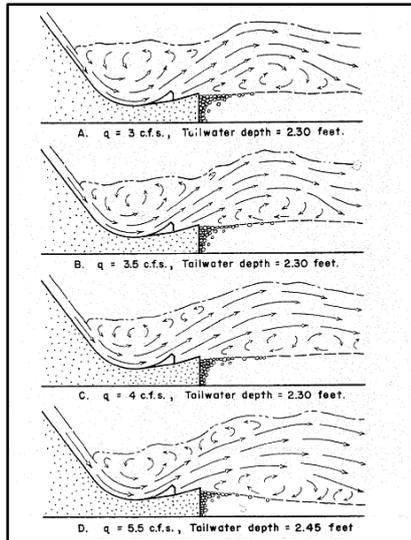
PENDAHULUAN

Pelimpah merupakan bangunan air yang berfungsi untuk meninggikan muka air, agar air yang terkumpul menjadi lebih banyak dan elevasi muka air menjadi lebih tinggi. Pelimpah atau bendung biasanya digunakan untuk keperluan irigasi, penyediaan air baku, pengendalian banjir, pengendalian sedimen dan lain-lain. Peninggian muka air karena adanya pembendungan ini akan mengakibatkan adanya aliran yang deras di bagian hilir yang akan menyebabkan timbulnya gerusan lokal. Guna mengurangi gerusan digunakan bangunan peredam energi yang dipakai biasanya adalah kolam olak (*stilling basin*). Salah satu jenis kolam olak adalah tipe *slotted roller bucket modification*. Penelitian ini diharapkan mampu melihat karakteristik aliran yang terjadi pada pelimpah tersebut dan efeknya terhadap gerusan terjadi. Karakteristik tersebut meliputi debit aliran, kedalaman air, kecepatan aliran dan energi spesifik yang dihasilkan akibat loncatan hidrolis, kedalaman maksimal gerusan dan panjang gerusan maksimal yang terjadi.

LANDASAN TEORI

Tinjauan Pustaka

Pada bagian hilir bendung, terutama bagian hilir kolam olak terdapat fenomena perubahan aliran dari aliran superkritis menjadi subkritis yang menyebabkan terjadinya loncatan hidrolis. Loncatan hidrolis menimbulkan penghancuran energi yang mengakibatkan terjadinya gerusan lokal (*local scouring*). Gerusan adalah proses semakin dalamnya dasar sungai karena interaksi antara aliran dengan material dasar sungai. (Legono, 1990). A. J. Peterka dalam *Hydraulic design of stilling basins and energy dissipators* (1984) telah melakukan penelitian tentang penggunaan bermacam-macam bentuk kolam olak *slotted roller bucket* terhadap loncatan hidrolis yang terjadi di hilir kolam olak.



Gambar 1. Percobaan *Running Model* dengan Kolam Olak *Slotted Roller Bucket* (A. J. Peterka, 1984)

Dasar Teori

Aliran Air Pada Bendung

Aliran air pada saluran dapat berupa aliran saluran muka air bebas dan aliran dalam pipa. Aliran pada saluran muka air bebas mempunyai muka air yang bebas dimana tekanan pada permukaan air sama dengan tekanan atmosfer. Aliran dalam pipa tidak mempunyai muka air bebas sehingga tidak mempunyai tekanan atmosfer langsung tetapi mempunyai tekanan hidrolik.

Debit Aliran

Debit aliran merupakan fungsi dari kecepatan dan luas penampang basah, dapat dinyatakan dengan volume per satuan waktu atau jumlah zat cair yang mengalir melalui tampang lintang aliran tiap satu satuan waktu. Debit aliran pada umumnya diberi notasi Q, dengan satuan meter kubik per detik (m³/dt).

$$Q = A \cdot V \quad \text{atau} \quad Q = \frac{v}{T}$$

dengan :

- Q = debit aliran (m³/dt),
- A = Luas penampang basah (m²),
- V = kecepatan aliran (m/s),
- v = Volume air (liter),
- T = Waktu (detik).

Bilangan Froude

Aliran subkritis dipengaruhi oleh kondisi hilir, dengan kata lain keadaan di hilir akan mempengaruhi aliran di sebelah hulu. Apabila kecepatan aliran cukup besar sehingga gangguan yang terjadi tidak menjalar ke hulu maka aliran disebut superkritis. Dalam hal ini kondisi di hulu akan mempengaruhi aliran di sebelah hilir. Penentuan keadaan aliran dapat dilihat dari bilangan Froude yang ditentukan sebagai berikut:

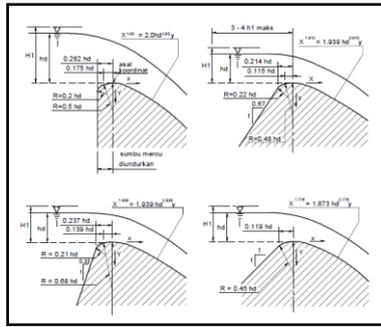
$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot Y}} \dots\dots\dots [1]$$

dengan :

- Fr = bilangan froude,
- V = kecepatan aliran (m/s),
- g = percepatan gravitasi (9,8 m/s²),
- Y = kedalaman aliran (m).

Mercu Pelimpah

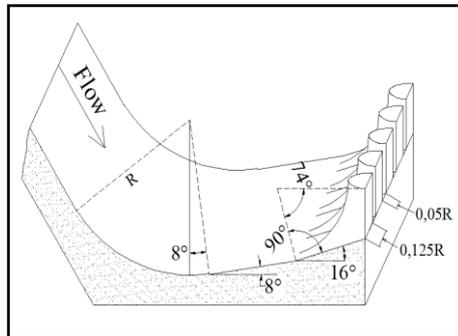
Pada penelitian ini penyusun menggunakan mercu tipe *ogee*. Mercu *ogee* berbentuk tirai luapan bawah (*flow nappe*) diatas bendung ambang tajam Oleh karena itu mercu ini tidak akan memberikan tekanan subatmosfir/ tekanan negatif yang ditimbulkan limpasan air di bawah tirai air pada permukaan mercu sewaktu bendung mengalirkan air pada debit rencana (KP-02).



Gambar 2. Bentuk-Bentuk Bendung Mercu Ogee

Kolam Olak *Slotted Roller Bucket Modification*

Jika kedalaman konjugasi hilir dari loncat air terlalu tinggi dibanding kedalaman air normal hilir, atau jika diperkirakan akan terjadi kerusakan pada lantai kolam yang panjang akibat batu-batu besar yang terangkut lewat atas bendung, maka dapat dipakai peredam energi yang relatif pendek tetapi dalam. Dalam hal ini peneliti memilih kolam olak slotted roller bucket modification untuk diteliti pengaruhnya terhadap loncatan air dan gerusan setempat.



Gambar 3. Kolam Olak Tipe *Slotted Roller Bucket Modification*

Loncatan Air

Loncatan air terjadi akibat adanya perubahan aliran dari aliran super kritis menjadi aliran subkritis. Umumnya loncat air terjadi pada saat air keluar dari suatu pelimpah atau pintu air. Untuk menghitung kecepatan awal aliran saat terjadinya loncatan hidrolis, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$V_u = \sqrt{2g (0,5 H_1 + \Delta z)} \dots\dots\dots [2]$$

dengan :

V_u = kecepatan aliran saat awal loncatan (m/s),

g = percepatan gravitasi (9,8 m/s²),

H_1 = tinggi energi diatas ambang (m),

Δz = tinggi jatuh air (m).

Suatu loncatan hidrolis akan terbentuk pada saluran, jika bilangan *froude* aliran, kedalaman aliran dan kedalaman konjugasi (Chow (1992)), memenuhi persamaan berikut :

$$\frac{Y_2}{Y_u} = (1/2 (\sqrt{1 + 8 Fr^2} - 1)) \dots\dots\dots [3]$$

dengan :

Y_2 = Kedalaman Konjugasi (m),

Y_u = Kedalaman air saat awal loncatan (m),

Fr = Bilangan *froude*.

Energi Spesifik

Energi spesifik dalam suatu penampang saluran dinyatakan sebagai energi air setiap pori pada setiap penampang saluran, diperhitungkan terhadap dasar saluran. Energi spesifik menjadi (untuk saluran yang kemiringannya kecil dan $\alpha = 1$),

$$E_s = Y + \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots[4]$$

yang menunjukkan bahwa energi spesifik sama dengan jumlah kedalaman air dan tinggi kecepatan. Secara sederhana persamaan di atas bisa menjadi :

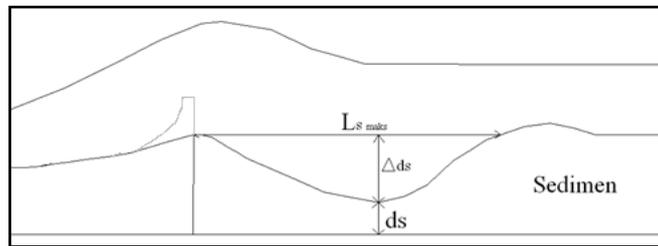
$$E_s = Y + \frac{Q^2}{2gA} \dots\dots\dots[5]$$

Keterangan :

- E : energi spesifik (m),
- Y : kedalaman air (m),
- V : kecepatan aliran (m/s),
- Q : debit aliran (m³/s),
- A : luas penampang saluran (m²),
- g : percepatan gravitasi (9.81) (m/s²).

Gerusan Lokal (*Local Scour*)

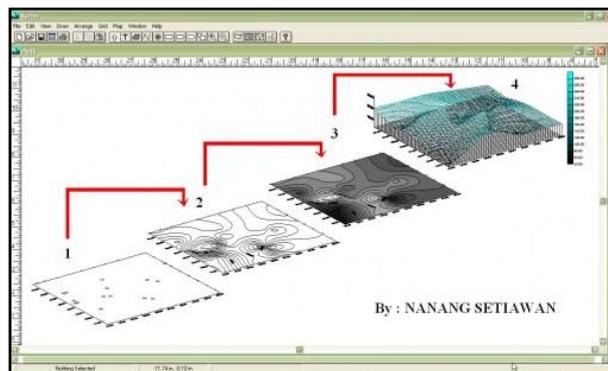
Variabel gerusan yang digunakan dalam perhitungan dan untuk mempermudah pengamatan adalah ketinggian sedimen (ds), kedalaman gerusan (Δds) dan panjang gerusan (Ls). Kedalaman gerusan disini didefinisikan sebagai jarak antara ketinggian permukaan awal sedimen dengan ketinggian sedimen, sedangkan panjang gerusan adalah panjang cekungan gerusan dari ujung yang satu ke ujung yang lain.



Gambar 4. Sketsa Pengamatan Kedalaman Gerusan Dan Panjang Gerusan

Program *Surfer* 8.0

Surfer 8.0 merupakan salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk membuat peta kontur dan pemodelan 3 dimensi. Perangkat lunak *surfer* melakukan plotting data tabular x,y, z yang tidak beraturan menjadi lembar titik-titik segi empat (*grid*) yang beraturan.



Gambar 5. Contoh Gambar Pemodelan Dari *Surfer* 8.0

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu mengadakan suatu percobaan di laboratorium Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNS. Pertama, untuk mendapatkan sedimen seragam dengan diameter tertentu, diperlukan pengayakan terlebih dahulu. Pengayakan dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah. Kemudian penelitian dilanjutkan ke laboratorium Hidrolika sebagai tempat utamanya. Dalam penelitian ini menggunakan variasi debit aliran secara beraturan.

Alat yang digunakan adalah ayakan pasir, mesin penggetar, open flume, pompa air, tail gate, saringan penangkap sedimen, pelimpah ogee, kolam olak slotted roller bucket modification, stopwatch, mistar ukur, perata pasir. Sedangkan bahan yang digunakan air bersih, pasir (sedimen), lilin (malam).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Sedimen

Penelitian ini menggunakan 1 jenis sedimen, yaitu pasir butiran seragam ukuran 1,18 mm atau lolos ayakan nomor 16 dan tertahan pada ayakan nomor 20. Pasir yang digunakan merupakan pasir yang sudah mengalami proses penyaringan dan pencucian, sehingga relatif bersih, tidak bercampur dengan kotoran-kotoran atau butiran-butiran lain.

Hasil Pengujian (*Running Model*)

Data Pengujian Aliran Pada Pelimpah

Data hasil perhitungan debit dan uji aliran yang dilakukan pada model pelimpah *Ogee* dapat dilihat secara lengkap pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Uji Aliran Melalui Mercu Pelimpah *Ogee*

Variasi Debit ke-	Kemiringan	Volume (m ³)	Waktu (s)	Debit (m ³ /s)	Tinggi muka air di hulu (m)	Tinggi muka air di hilir (m)
1	3:1	0,015	40	0,000375	0,168	0,017
	3:2	0,015	40	0,000375	0,168	0,017
	3:3	0,015	40	0,000375	0,168	0,017
2	3:1	0,015	27	0,000556	0,173	0,018
	3:2	0,015	27	0,000556	0,173	0,018
	3:3	0,015	27	0,000556	0,173	0,018
3	3:1	0,015	20	0,000750	0,177	0,021
	3:2	0,015	20	0,000750	0,177	0,021
4	3:1	0,015	17	0,000882	0,180	0,027
	3:2	0,015	17	0,000882	0,180	0,027
5	3:1	0,015	12	0,001250	0,185	0,030
	3:2	0,015	12	0,001250	0,185	0,030
	3:3	0,015	12	0,001250	0,185	0,030

Data Pengujian Gerusan

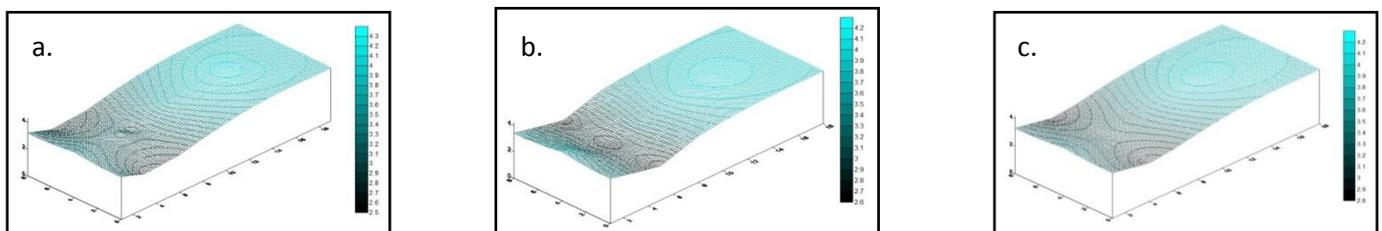
Pada percobaan ini, ketebalan sedimen ditetapkan 4 cm diatas dasar saluran, sejajar dengan ketinggian pada kolam olak *Solid Roller Bucket Modification*. Bentuk gerusan yang terjadi diolah oleh program Surfer 8 dengan terlebih dahulu menentukan kontur koordinat - kordinat x, y, z dengan :

x = Panjang gerusan (cm)

y = Lebar saluran (cm)

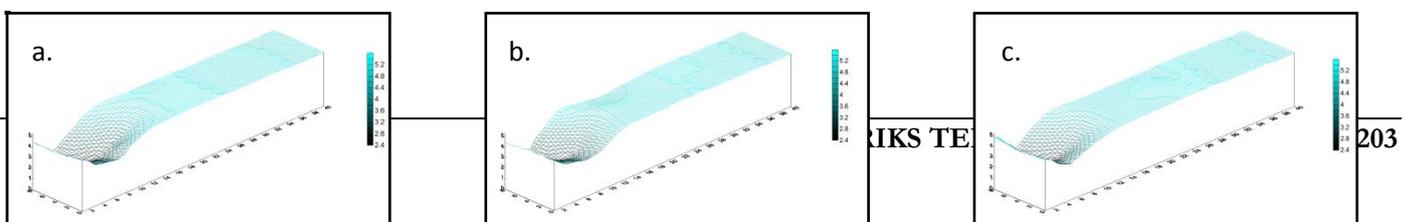
z = Tinggi sedimen (cm)

Untuk selanjutnya disajikan bentuk-bentuk gerusan yang terjadi yang merupakan hasil pengilahan data kontur dengan menggunakan program *surfer 8.0*. Bentuk gerusan dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 6. Bentuk Gerusan dengan penggunaan Kolam Olak Tipe *Slotted Roller Bucket Modification* pada Variasi Debit Ke -1 dengan Kemiringan Hulu Pelimpah 3:1(a), 3:2(b), 3:3(c)

Pada penelitian lainnya oleh Jati Irawan dalam Pengaruh Variasi Kemiringan Pada Hulu Bendung Dan Penggunaan Kolam Olak Tipe *Solid Roller Bucket* Terhadap Loncatan Air Dan Gerusan Setempat (2011) menunjukkan bentuk gerusan sebagai berikut:



Gambar 7. Bentuk Gerusan dengan penggunaan Kolam Olak Tipe *Solid Roller Bucket* pada Variasi Debit Ke -1 dengan Kemiringan Hulu Pelimpah 3:1(a), 3:2(b), 3:3(c) (Jati Irawan, 2011)

Dari Gambar 6 dan Gambar 7 terlihat jelas perbedaan bentuk gerusan yang terjadi, ini berarti penggunaan Kolam Olak Tipe *Slotted Roller Bucket Modification* lebih efektif menahan gerusan daripada Kolam Olak Tipe *Solid Roller Bucket*.

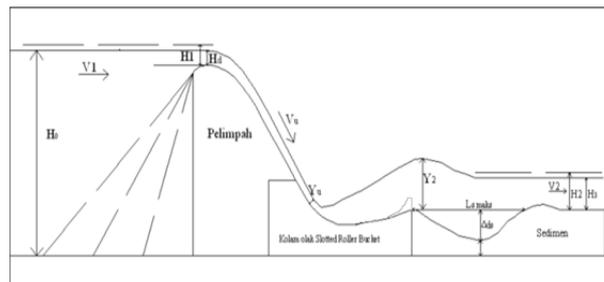
Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan, didapatkan data panjang maksimal gerusan (X_{maks}) dan kedalaman maksimal gerusan (Z_{maks}), data hasil pengamatan secara lengkap pada semua variasi debit dan kemiringan hulu bendung dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini :

Tabel 2. Pengamatan Panjang Maksimal Gerusan (X_{Maks}) dan Kedalaman Maksimal Gerusan (Z_{Maks})

Variasi Debit ke-	Kemiringan	Debit (m^3/s)	Z_{min} Sedimen (m)	Z_{maks} Gerusan (m)	X_{maks} Gerusan (m)
1	3:1	0,000375	0,029	0,011	0,11
	3:2	0,000375	0,031	0,009	0,10
	3:3	0,000375	0,027	0,013	0,10
2	3:1	0,000556	0,024	0,016	0,17
	3:2	0,000556	0,020	0,020	0,17
	3:3	0,000556	0,022	0,018	0,18
3	3:1	0,000750	0,018	0,028	0,19
	3:2	0,000750	0,018	0,028	0,21
	3:3	0,000750	0,014	0,029	0,22
4	3:1	0,000882	0,013	0,027	0,25
	3:2	0,000882	0,010	0,030	0,25
	3:3	0,000882	0,011	0,029	0,28
5	3:1	0,001250	0,008	0,032	0,31
	3:2	0,001250	0,010	0,030	0,29
	3:3	0,001250	0,009	0,031	0,31

Pengolahan Data

Dari data hasil uji aliran (*running model*) dan hasil bentuk gerusan yang terjadi kemudian dilakukan analisa data dengan menggunakan data hasil pengujian dan pengukuran secara langsung pada model. Analisis tersebut meliputi mengukur tinggi muka air diatas mercu pelimpah bendung (h_1), menghitung kecepatan aliran yang lewat pada hulu pelimpah bendung (V_1), dan menghitung kecepatan aliran yang lewat pada hilir pelimpah bendung (V_2) dari masing-masing variasi debit dan variasi kemiringan hulu bendung. Dari hasil analisis tersebut kemudian dapat dihitung tinggi energi diatas mercu pelimpah dan di hilir pelimpah (H_1 dan H_2), kecepatan awal loncatan air (V_u), Kedalaman awal loncatan air (Y_u), Bilangan Froude (Fr), tinggi loncatan air (Y_2), Ketinggian kritis (Y_c), Panjang loncatan air (L_j), Kedalaman maksimal sedimen (Z_{maks}), dan panjang maksimal gerusan (X_{maks}).



Gambar 8. Parameter Data yang Akan Diolah

Hasil perhitungan data secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Data

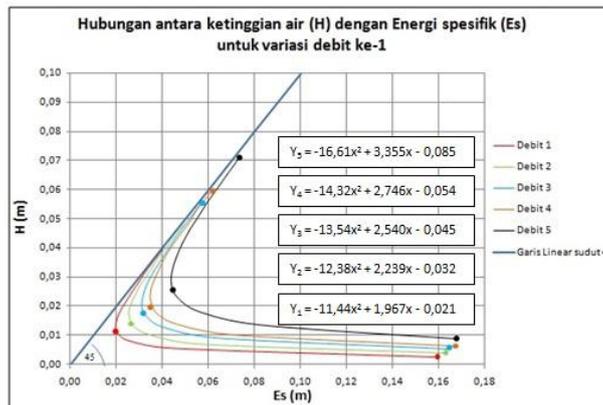
Debit ke -	Debit 1			Debit 2			Debit 3			Debit 4			Debit 5		
	3:1	3:2	3:3	3:1	3:2	3:3	3:1	3:2	3:3	3:1	3:2	3:3	3:1	3:2	3:3
Kemiringan	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
volum air di ember (m^3)	40	40	40	27	27	27	20	20	20	17	17	17	12	12	12
waktu (s)	0,0004	0,0004	0,0004	0,0006	0,0006	0,0006	0,0008	0,0008	0,0008	0,0009	0,0009	0,0009	0,0013	0,0013	0,0013
Q (m^3/s)	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800
lebar bendung (m)	0,1680	0,1680	0,1680	0,1730	0,1730	0,1730	0,1770	0,1770	0,1770	0,1800	0,1800	0,1800	0,1850	0,1850	0,1850
H_0 (m)	0,0170	0,0170	0,0170	0,0180	0,0180	0,0180	0,0210	0,0210	0,0210	0,0270	0,0270	0,0270	0,0300	0,0300	0,0300
H_3 (m)	0,0180	0,0180	0,0180	0,0230	0,0230	0,0230	0,0270	0,0270	0,0270	0,0300	0,0300	0,0300	0,0350	0,0350	0,0350
tinggi muka air diatas pelimpah (H_d)	0,0047	0,0047	0,0047	0,0069	0,0069	0,0069	0,0094	0,0094	0,0094	0,0110	0,0110	0,0110	0,0156	0,0156	0,0156
q ($m^3/s/m$)	0,0279	0,0279	0,0279	0,0401	0,0401	0,0401	0,0530	0,0530	0,0530	0,0613	0,0613	0,0613	0,0845	0,0845	0,0845
kecepatan aliran di hulu (V_1)	0,2757	0,2757	0,2757	0,3858	0,3858	0,3858	0,4464	0,4464	0,4464	0,4085	0,4085	0,4085	0,5208	0,5208	0,5208
kecepatan aliran di hilir (V_2)	0,0180	0,0180	0,0180	0,0231	0,0231	0,0231	0,0271	0,0271	0,0271	0,0302	0,0302	0,0302	0,0354	0,0354	0,0354
tinggi energi di hulu bendung (H_1)	0,0209	0,0209	0,0209	0,0256	0,0256	0,0256	0,0312	0,0312	0,0312	0,0355	0,0355	0,0355	0,0438	0,0438	0,0438
tinggi energi di hilir bendung (H_2)	0,1472	0,1472	0,1472	0,1475	0,1475	0,1475	0,1460	0,1460	0,1460	0,1447	0,1447	0,1447	0,1415	0,1415	0,1415
tinggi jatuh air (ΔZ)	1,7505	1,7505	1,7505	1,7664	1,7664	1,7664	1,7693	1,7693	1,7693	1,7706	1,7706	1,7706	1,7675	1,7675	1,7675
kecepatan awal loncatan air (V_u)	1,7505	1,7505	1,7505	1,7664	1,7664	1,7664	1,7693	1,7693	1,7693	1,7706	1,7706	1,7706	1,7675	1,7675	1,7675

Kedalaman air awal loncatan air (Yu)	0,0027	0,0027	0,0027	0,0039	0,0039	0,0039	0,0053	0,0053	0,0053	0,0062	0,0062	0,0062	0,0088	0,0088	0,0088
bilangan froude (Fr)	10,8006	10,8006	10,8006	8,9949	8,9949	8,9949	7,7605	7,7605	7,7605	7,1624	7,1624	7,1624	6,0017	6,0017	6,0017
Es pada titik Yu	0,1589	0,1589	0,1589	0,1630	0,1630	0,1630	0,1649	0,1649	0,1649	0,1660	0,1660	0,1660	0,1681	0,1681	0,1681
kedalaman air kritis (Yc)	0,0131	0,0131	0,0131	0,0170	0,0170	0,0170	0,0208	0,0208	0,0208	0,0231	0,0231	0,0231	0,0292	0,0292	0,0292
Vc	0,3583	0,3583	0,3583	0,4084	0,4084	0,4084	0,4514	0,4514	0,4514	0,4765	0,4765	0,4765	0,5352	0,5352	0,5352
Esc	0,0196	0,0196	0,0196	0,0255	0,0255	0,0255	0,0312	0,0312	0,0312	0,0347	0,0347	0,0347	0,0438	0,0438	0,0438
tinggi loncat air (Y2)	0,0396	0,0396	0,0396	0,0481	0,0481	0,0481	0,0556	0,0556	0,0556	0,0601	0,0601	0,0601	0,0707	0,0707	0,0707
V2	0,1184	0,1184	0,1184	0,1444	0,1444	0,1444	0,1687	0,1687	0,1687	0,1836	0,1836	0,1836	0,2209	0,2209	0,2209
Es2	0,0403	0,0403	0,0403	0,0491	0,0491	0,0491	0,0570	0,0570	0,0570	0,0618	0,0618	0,0618	0,0732	0,0732	0,0732
Frc	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Fr2	0,1900	0,1900	0,1900	0,2103	0,2103	0,2103	0,2285	0,2285	0,2285	0,2392	0,2392	0,2392	0,2651	0,2651	0,2651

Pembahasan Data

Semua data hasil olahan diplot kedalam grafik untuk kemudian dianalisis. Ada tiga fokus analisa untuk data-data di atas. Berikut pembahasan hasil pengolahan data.

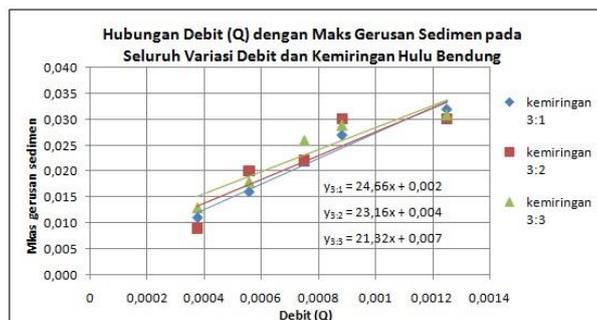
Hubungan Kedalaman Air dengan Energi Spesifik dari Loncatan Hidrolis



Gambar 9. Grafik Hubungan Kedalaman Air (H) dengan Energi Spesifik (Es) Semua Variasi Debit

Berdasarkan grafik dalam Gambar 4.3 dapat dilihat hubungan antara kedalaman air dengan kehilangan energi yang terjadi akibat loncatan hidrolis. Kurva yang terbentuk adalah pola lengkung parabola atau polinomial yang memiliki puncak lengkung, karena persamaan hubungan antara kedalaman air dengan energi spesifik merupakan persamaan kuadrat.

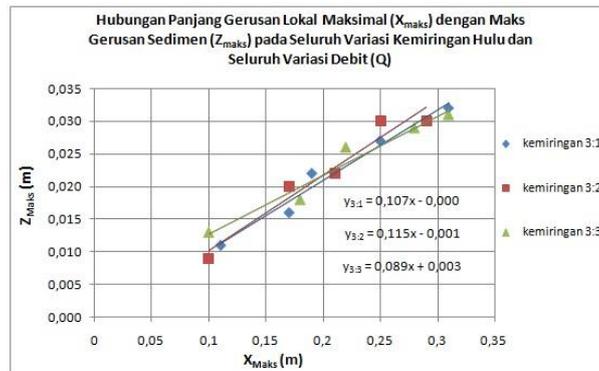
Hubungan Debit (Q) Dan Kedalaman Gerusan Maksimal Sedimen (Z_{Maks}) Dengan Variasi Kemiringan pada Hulu Bendung



Gambar 10. Grafik Hubungan Debit (Q) dengan Maks Gerusan Sedimen (Z_{Maks}) pada Seluruh Variasi Debit dan Kemiringan Hulu Bendung

Dari grafik, terlihat, untuk debit yang semakin besar, maka kedalaman maksimal gerusan pun juga semakin tinggi.

Hubungan Panjang gerusan lokal maksimal (X_{maks}) dengan maks gerusan sedimen (Z_{maks}) dengan kemiringan pada hulu bendung



Gambar 11. Grafik Hubungan Panjang Gerusan Lokal Maksimal (X_{maks}) dengan Maks Gerusan Sedimen (Z_{maks}) pada Seluruh Variasi Kemiringan Hulu

Dari grafik terlihat, untuk panjang gerusan yang semakin panjang, maka kedalaman maksimal gerusan pun juga semakin tinggi.

SIMPULAN

Setelah semua data diolah dan dianalisa, ada empat kesimpulan dari penelitian ini, sesuai dengan rumusan masalah yang ada. Kesimpulannya adalah :

1. Dengan penggunaan kemiringan hulu pelimpah *ogee* dan kolam olak tipe *slotted roller bucket modification*, kedalaman air saat awal loncatan hidrolis lebih rendah dibandingkan setelah loncatan, sedangkan energi spesifik sebelum loncatan hidrolis lebih besar dibanding setelah loncatan. Semakin bertambahnya kedalaman air pada loncatan hidrolis di hilir pelimpah *ogee*, semakin kecil energi spesifik yang terjadi, sampai kedalaman air mencapai kedalaman kritis, terjadi titik balik, dimana semakin besar kedalaman air, semakin besar energi spesifiknya. Energi spesifik maksimal terjadi saat debit tertinggi $0,00125 \text{ m}^3/\text{s}$ yakni $0,16806 \text{ m}$.
2. Variasi kemiringan hulu pelimpah *Ogee* tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap bentuk gerusan yang terjadi di hilir.
3. Semakin besar debit yang dialirkan pada saluran maka kedalaman maksimal gerusan lokal di hilir setelah kolam olak juga semakin dalam. Kedalaman gerusan maksimal terjadi saat debit tertinggi $0,00125 \text{ m}^3/\text{s}$ yakni mencapai kedalaman $0,032 \text{ m}$.
4. Semakin panjang gerusan yang terjadi maka kedalaman maksimal gerusan juga semakin besar. Pada debit tertinggi $0,00125 \text{ m}^3/\text{s}$ panjang gerusan mencapai $0,31 \text{ m}$ dan kedalaman gerusan mencapai $0,032 \text{ m}$.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada dosen pembimbing dan dosen penguji yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Chow, V.T, 1992, *Hidrolika Saluran Terbuka* (terjemahan), Jakarta : Erlangga.
 DPU Pengairan, 1986, *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bangunan Utama KP-02*, Bandung.
 Legono, D., 1990, *Gerusan pada Bangunan Sungai*, PAU Ilmu-Ilmu Teknik UGM, Yogyakarta
 Peterka, A. J., 1984, *Hydraulic design of stilling basins and energy dissipators*, Denver, Colorado, USA.
 Setiawan, N., 2011, *Gambar Pemodelan Dari Surfer 8.0*, Jakarta