

ANALISIS ALIRAN BALIK (*BACKWATER*) PADA AMBANG GERIGI

Winda Harsanti¹, Medi Efendi², Sitti Safiatus R.³

^{1,2,3} Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

¹winda.harsanti@polinema.ac.id, ²medipolinema@gmail.com, ³sitti.safiatus@polinema.ac.id

Abstract

Gerigi weir is a modified jigsaw weir which can hold water flow to gain higher water level. This water raising happens in upstream of the weir until certain length to reach normal depth. This research uses square open channel model with slope as an independent variable. In this research uses various slope from 1‰ to 5‰ for eight different discharges. The aim of this research is to find the impact of slope for backwater length using Direct Step Method. The result of this research is the longest back water happened in the 8th of experiment discharge (1399,984 cm³/sec) with the slope of 3‰, by 40.800,4952 cm from the weir. In addition, slope is not affect for the length of backwater. This is because from all analysis of experiments, the longest backwater happens in different slope for each discharge, namely between 1‰, 3‰, or 4‰ of slope.

Keywords: back water, gerigi weir, slope

Pendahuluan

Bendung adalah salah satu bangunan air yang salah satu fungsinya adalah untuk menahan aliran air agar tinggi muka air di hulu bendung melebihi kedalaman air awal (Mawardi & Memed, Desain Hidraulik Bendung Tetap untuk Irigasi Teknis, 2010). Kenaikkan air ini tidak hanya terjadi tepat pada bangunan bendung saja, namun juga terjadi di aliran sebelah hulu bendung. Kenaikkan muka air di hulu bendung ini juga umum disebut dengan aliran balik atau *back water*. Panjang aliran balik ini perlu diperhitungkan, agar bangunan yang ada di hulu bendung yang sudah ada sebelum dibangunnya bendung tidak terendam.

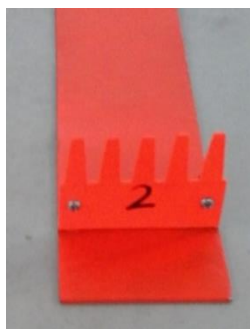
Menurut bentuk pelimpahnya, ada beberapa jenis bendung yang umum digunakan, salah satunya adalah bendung gergaji. Untuk menambah kemampuan bendung dalam mengalirkan sedimen di bagian hulu bangunan, modifikasi bentuk ambang perlu untuk dilakukan. Modifikasi dilakukan pada pelimpah gergaji, dimana letak perbedaannya adalah pada arah gigi pada ambang. Pada ambang gergaji arah lekuk mengarah ke arah horisontal sedangkan pada ambang gerigi arah lekuk mengarah ke arah vertikal (Suhartono, Harsanti, & Charits, 2017). Hasil

modifikasi pelimpah ini selanjutnya disebut dengan ambang gerigi.

Pada penelitian ini akan dilakukan simulasi perhitungan terhadap pengaruh aliran balik (*back water*) pada ambang gerigi untuk beberapa kemiringan dasar saluran. Simulasi perhitungan aliran balik dilakukan menggunakan metode langkah langsung. Untuk mendapatkan berbagai variasi kemiringan yang digunakan, penelitian dilakukan dengan menggunakan model saluran terbuka. Besarnya debit aliran pada penelitian diukur dan dihitung berdasarkan aliran di model saluran.



Gambar 1. Model ambang gergaji
Sumber: (Pudyono, Adipa, & Azhar, 2008)



Gambar 2. Model ambang gerigi (Suhartono, Harsanti, & Charits, 2017)

Tinjauan Pustaka

a. Debit Aliran

Debit aliran yang umumnya diukur dalam satuan m³/dt atau lt/dt adalah jumlah air yang mengalir pada suatu penampang melintang saluran (Triatmodjo, 2010). Persamaan umum dari debit aliran adalah:

$$Q = A \times V \tag{1}$$

Dengan:

- Q : debit aliran (m³/dt)
- A : luas penampang melintang saluran (m²)
- V : kecepatan aliran (m/dt)

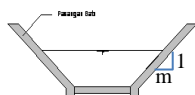
b. Luas Penampang Saluran

$$A = (b + m \times h) \times h \tag{2}$$

Dengan:

- b : lebar dasar saluran (m)
- h : tinggi air di dalam saluran (m)
- m : kemiringan dinding saluran

Besarnya nilai m seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Nilai m (kemiringan dinding saluran)

c. Kecepatan Aliran

Besarnya kecepatan aliran pada suatu saluran dapat diukur menggunakan alat *current meter*. Alat tersebut terdiri dari propeler dan monitor pencatat yang mencatat jumlah putaran selama propeler tersebut berada dalam air. Propeler kemudian dimasukkan ke dalam saluran yang akan diukur kecepatannya (Fansuri, 2013). Banyaknya titik pengukuran kecepatan aliran disesuaikan dengan lebar dan kedalaman penampang aliran yang diukur. Pada penampang aliran yang lebar, maka pengukuran dapat dilakukan dengan membagi lebar penampang menjadi beberapa pias.

Pada penelitian ini, alat *current meter* yang digunakan adalah *current meter* propeller tipe 2961 yang khusus untuk digunakan pada laboratorium. Berdasarkan banyaknya putaran propeller dilakukan konversi terhadap nilai kecepatan alirannya. Persamaan untuk konversi tersebut adalah:

- Putaran di bawah 50 Hz
 $V = 0,676 p + 3,477 \tag{3}$

- Putaran di atas 50 Hz
 $V = 0,679 p + 2,730 \tag{4}$

Dengan:

V : kecepatan aliran (cm/dt)

p : banyaknya putaran

d. Koefisien Kekasaran Saluran

Koefisien kekasaran pada saluran dapat didekati dengan berbagai cara, salah satunya adalah berdasarkan data pengukuran kecepatan (Chow, 1997). Berdasarkan hasil pengukuran kecepatan tersebut selanjutnya nilai koefisien kekasaran dapat diturunkan menggunakan persamaan teoritis. Salah satu persamaan teoritis tersebut adalah persamaan Manning seperti diberikan berikut ini.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \tag{5}$$

$$R = \frac{A}{P} \tag{6}$$

$$P = b + 2h \sqrt{1 + m^2} \tag{7}$$

Dengan:

- V : kecepatan aliran (m/dt)
- n : koefisien kekasaran (dt/m^{1/3})
- R : jari-jari hidrolis (m²)
- S : kemiringan garis energi
- P : keliling basah saluran (m)
- m : kemiringan dinding saluran

Untuk menghitung besarnya nilai A pada persamaan (6), dapat menggunakan persamaan (2).

e. Kedalaman Kritis

Penentuan tipe aliran dapat didekati dengan penetapan kedalaman air normal dan kedalaman air kritis. Apabila kedalaman normal suatu aliran lebih besar dari kedalaman kritisnya, maka jenis alirannya adalah sub kritis. Sebaliknya apabila kedalaman kritis lebih besar dari kedalaman normal, maka alirannya disebut super kritis. Perhitungan kedalaman normal dapat diturunkan dari persamaan (1) – (7), sedangkan kedalaman kritis dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah ini (Triatmodjo, Hidraulika II, 2015).

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2(b+2mh_c)}{g(b+mh_c)^3}} \tag{8}$$

Dengan:

- h_c : kedalaman kritis (m)
- Q : debit aliran (m³/dt)
- g : percepatan gravitasi (m/dt²)
- b : lebar saluran (m)
- m : kemiringan dinding saluran

f. Profil Muka Air

Profil kedalaman muka air di sepanjang saluran berubah beraturan dapat didekati melalui perhitungan dengan menggunakan persamaan diferensial (Triatmodjo, Hidraulika II, 2015). Perhitungan dapat dimulai dari pias yang diketahui debit dan kedalaman

alirannya. Perhitungan profil muka air ini dilakukan tiap pias dengan jarak antar pias cukup kecil untuk mendapatkan hubungan muka air yang hampir lurus di antara dua tampang pias tersebut. Perhitungan dimulai dari titik paling hilir menuju hulu apabila aliran yang terjadi adalah sub kritis. Sebaliknya, apabila aliran tersebut adalah super kritis maka perhitungan dimulai dari hulu ke hilir.

Metode perhitungan profil muka air ada beberapa macam, salah satunya adalah Metode Langkah Langsung (*Direct Step Method*). Perhitungan metode ini dapat dihitung mulai dari hulu ke hilir atau dari hilir ke hulu. Awal kedua perhitungan itu didasarkan pada perbandingan antara kedalaman normal dan kedalaman kritis. Apabila kedalaman normal lebih besar dari kedalaman kritis, maka perhitungan dimulai dari hilir ke hulu. Sebaliknya, apabila kedalaman kritis lebih besar dari kedalaman normal, maka perhitungan dimulai dari hulu ke hilir.

Persamaan yang digunakan pada Metode Langkah Langsung ini adalah (Triatmodjo, Hidraulika II, 2015):

$$I_0 \Delta x + y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = y_2 + \frac{V_2^2}{2g} + I_f \Delta x \quad (9)$$

Atau,

$$\Delta x = \frac{\left(y_2 + \frac{V_2^2}{2g}\right) - \left(y_1 + \frac{V_1^2}{2g}\right)}{S_0 - S_f} \quad (10)$$

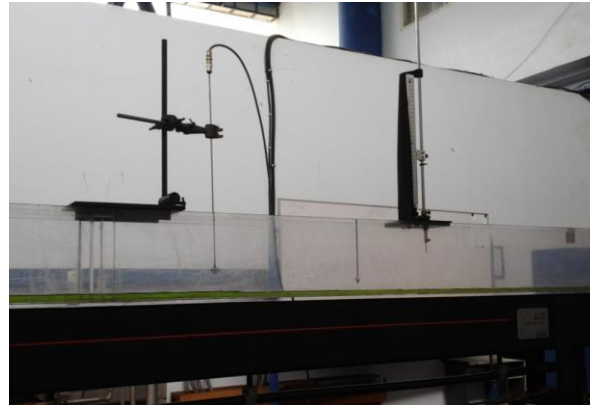
Dengan:

- Δx : jarak antar pias (m)
- y_1, y_2 : kedalaman air (m)
- V_1, V_2 : kecepatan aliran (m/dt)
- g : percepatan gravitasi (m/dt²)
- S_0 : kemiringan dasar saluran
- S_f : kemiringan garis energi

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Menyiapkan model ambang gerigi, model saluran terbuka, alat ukur *current meter*
2. Mengatur kemiringan dasar saluran
3. Memasang model ambang pada saluran
4. Mengalirkan air dengan bukaan air tertentu
5. Mengukur kecepatan dan tinggi muka air di hulu ambang
6. Menghitung debit aliran
7. Menghitung koefisien kekasaran saluran
8. Menghitung kedalaman air normal
9. Menghitung kedalaman air kritis
10. Menghitung profil aliran



Gambar 4. Model saluran yang digunakan dalam penelitian

Hasil Dan Pembahasan

a) Pengukuran Kecepatan Aliran

Penggunaan alat *current meter* berfungsi untuk mendapatkan banyaknya putaran propeler pada aliran. Pada pengukuran ini, kemiringan dasar yang digunakan sebesar 5%. Berdasarkan bacaan tersebut, dengan menggunakan persamaan (3) dan (4) maka didapatkan besarnya kecepatan aliran pada aliran tersebut. Hasil pengukuran dan perhitungan kecepatan aliran untuk delapan kali percobaan yang dilakukan, diberikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Kecepatan aliran

Percobaan Ke	Banyaknya Putaran (Hz)	Kecapatan Aliran V (cm/dt)
1	19	16,321
2	30	23,757
3	33	25,785
4	40	30,517
5	47	35,249
6	50	37,580
7	54	40,368
8	60	44,550

b) Pengukuran Ketinggian Air

Pengukuran ketinggian air dilakukan untuk delapan percobaan tersebut. Hasil pengukuran ini selanjutnya digunakan untuk menghitung besarnya debit aliran. Hasil pengukuran tersebut diberikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Pengukuran ketinggian air

Percobaan Ke	Tinggi Air	
	h (mm)	h (cm)
1	6,700	0,670
2	17,200	1,720
3	19,200	1,920
4	22,500	2,250
5	28,700	2,870
6	32,900	3,290
7	37,100	3,710
8	41,900	4,190

c) Perhitungan Debit Aliran

Besarnya debit aliran pada setiap percobaan didapatkan dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan (1) dan (2). Untuk ketinggian dan kecepatan aliran menggunakan hasil pengukuran seperti yang ditabelkan pada tabel 1 dan tabel 2. Lebar saluran pada model saluran sebesar 7,5 cm dan kemiringan dinding sebesar 0, karena saluran berbentuk persegi. Dua angka tersebut digunakan untuk menghitung besarnya luas penampang saluran Berdasarkan persamaan tersebut maka didapatkan besarnya debit aliran untuk masing-masing percobaan seperti pada tabel berikut.

Tabel 3. Debit aliran

Percobaan Ke	Luas Penampang Basah A (cm ²)	Kecepatan Aliran V (cm/dt)	Debit Aliran Q (cm ³ /dt)
1	5,025	16,321	82,013
2	12,900	23,757	306,465
3	14,400	25,785	371,304
4	16,875	30,517	514,974
5	21,525	35,249	758,735
6	24,675	37,580	927,287
7	27,825	40,368	1123,240
8	31,425	44,550	1399,984

d) Koefisien Kekasaran Saluran (n)

Besarnya koefisien kekasaran saluran didapatkan dari penurunan persamaan (5) sampai (7), dimana nilai V yang digunakan adalah hasil perhitungan kecepatan pada tabel 1. Dari delapan nilai koefisien tersebut, dicari nilai rata-ratanya yang akan digunakan pada analisis selanjutnya. Besarnya nilai n tersebut diberikan pada tabel berikut.

Tabel 4. Koefisien kekasaran saluran (n)

Percobaan ke-	n
1	0,00297
2	0,00332
3	0,00322
4	0,00291
5	0,00446
6	0,00423
7	0,00397
8	0,00362
Rata-rata	0,00359

e) Penentuan Jenis Aliran

Penentuan jenis aliran ini ditujukan untuk mengetahui arah perhitungan aliran balik aliran. Penentuan ini dilakukan dengan membandingkan antara kedalaman normal aliran dengan kedalaman kritisnya. Perhitungan kedalaman normal dilakukan dengan menggunakan penurunan persamaan (1), (2) dan (5) sampai (7), sedangkan kedalaman kritis dihitung dengan menggunakan persamaan (8). Pada penelitian ini, untuk masing-masing debit percobaan

divariasikan untuk lima kemiringan berbeda, yaitu 1% sampai 5%. Hasil perhitungan kedalaman normal (hn) dan kedalaman kritis (hc) untuk masing-masing debit percobaan dengan lima variasi perubahan kemiringan dasar saluran seperti diberikan pada tabel-tabel berikut ini.

Tabel 5. Kedalaman kritis dan kedalaman normal - Percobaan ke-1

Q (cm ³ /dt)	S	hc (cm)	hn (cm)
82,013	0,005	2,301	0,756
82,013	0,004	2,301	0,812
82,013	0,003	2,301	0,891
82,013	0,002	2,301	1,017
82,013	0,001	2,301	1,280

- Percobaan ke-2

Q (cm ³ /dt)	S	hc (cm)	hn (cm)
306,465	0,005	5,542	1,813
306,465	0,004	5,542	1,959
306,465	0,003	5,542	2,166
306,465	0,002	5,542	2,500
306,465	0,001	5,542	3,215

- Percobaan ke-3

Q (cm ³ /dt)	S	hc (cm)	hn (cm)
371,304	0,005	6,298	2,072
371,304	0,004	6,298	2,240
371,304	0,003	6,298	2,481
371,304	0,002	6,298	2,871
371,304	0,001	6,298	3,707

- Percobaan ke-4

Q (cm ³ /dt)	S	hc (cm)	hn (cm)
514,974	0,005	7,833	2,612
514,974	0,004	7,833	2,831
514,974	0,003	7,833	3,144
514,974	0,002	7,833	3,653
514,974	0,001	7,833	4,754

- Percobaan ke-5

Q (cm ³ /dt)	S	hc (cm)	hn (cm)
758,735	0,005	10,142	3,466
758,735	0,004	10,142	3,767
758,735	0,003	10,142	4,199
758,735	0,002	10,142	4,907
758,735	0,001	10,142	6,451

- Percobaan ke-6

Q (cm ³ /dt)	S	hc (cm)	hn (cm)
927,287	0,005	11,593	4,028
927,287	0,004	11,593	4,385
927,287	0,003	11,593	4,899
927,287	0,002	11,593	5,743

Q (cm ³ /dt)	S	hc (cm)	hn (cm)
927,287	0,001	11,593	7,592

- Percobaan ke-7

Q (cm ³ /dt)	S	hc (cm)	hn (cm)
1123,240	0,005	13,174	4,667
1123,240	0,004	13,174	5,085
1123,240	0,003	13,174	5,693
1123,240	0,002	13,174	6,693
1123,240	0,001	13,174	8,896

- Percobaan ke-8

Q (cm ³ /dt)	S	hc (cm)	hn (cm)
1399,984	0,005	15,258	5,537
1399,984	0,004	15,258	6,049
1399,984	0,003	15,258	6,789
1399,984	0,002	15,258	8,011
1399,984	0,001	15,258	10,713

Dari perhitungan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa untuk semua percobaan pada semua kemiringan saluran yang digunakan, nilai h_c lebih besar dari h_n . Dari hasil tersebut maka untuk perhitungan profil aliran balik dilakukan dari hulu ke hilir.

f) Perhitungan Panjang Aliran Balik (*Back Water*)

Perhitungan panjang aliran balik ini dilakukan untuk lima variasi kemiringan dasar saluran untuk masing-masing debit percobaan. Tahapan dari perhitungan ini dimulai dari menentukan kedalaman air yang akan dihitung, dimana kedalaman air dibatasi dari ketinggian kritis sampai ketinggian normal. Adapun interval antara dua ketinggian tersebut menggunakan 1 cm. Untuk hasil perhitungan panjang aliran balik, akan diberikan dalam bentuk rekapitulasi ketinggian air dan panjang aliran balik pada ketinggian tersebut.

Tabel 6. Perhitungan Panjang Aliran Balik (*Back Water*)

1) Percobaan ke-1 (Q = 82,013 cm³/dt)

- Kemiringan 5‰

h (cm)	x (cm)
2,301	0,000
2,000	14,9858
1,000	959,4854
0,756	3958,1409

- Kemiringan 4‰

h (cm)	x (cm)
2,301	0,000
2,000	18,956
1,000	1307,213
0,812	4438,626

- Kemiringan 3‰

h (cm)	x (cm)
2,301	0,000
2,000	25,7876
1,000	2059,8106
0,891	5354,3762

- Kemiringan 2‰

h (cm)	x (cm)
2,301	0,000
2,000	40,3187
1,017	4400,1494

- Kemiringan 1‰

h (cm)	x (cm)
2,301	0,000
2,000	92,3653
1,280	5541,9309

Dari hasil perhitungan pada percobaan debit ke-1 didapatkan hasil bahwa panjang aliran balik yang terpendek terjadi pada kemiringan 5‰, yaitu sejauh 3958,1409 cm dari ambang. Sedangkan aliran balik terpanjang terjadi pada kemiringan 1‰, yaitu sejauh 5541,9309 cm dan diikuti kemiringan 3‰ sejauh 5354,3762 cm.

2) Percobaan ke-2 (Q = 306,465 cm³/dt)

- Kemiringan 5‰

h (cm)	x (cm)
5,542	0,000
5,000	19,3168
4,000	220,0681
3,000	983,2622
2,000	5289,4043
1,813	12472,7187

- Kemiringan 4‰

h (cm)	x (cm)
5,542	0,000
5,000	24,5026
4,000	281,7084
3,000	1290,8700
2,000	8443,7963
1,959	15880,7125

- Kemiringan 3‰

h (cm)	x (cm)
5,542	0,000
5,000	33,4943
4,000	391,3509
3,000	1881,5790
2,166	10641,5560

- Kemiringan 2‰

h (cm)	x (cm)
5,542	0,000
5,000	52,9113
4,000	641,0042
3,000	3503,5898
2,500	12729,6228

- Kemiringan 1‰

h (cm)	x (cm)
5,542	0,000
5,000	125,8924
4,000	1782,8725
3,215	15022,6985

Dari hasil perhitungan pada percobaan ke-2 didapatkan hasil bahwa panjang aliran balik yang terpendek terjadi pada kemiringan 3‰, yaitu sejauh 10641,5560 cm dari ambang. Sedangkan aliran balik terpanjang terjadi pada kemiringan 4‰, yaitu sejauh 15880,7125 cm dan diikuti kemiringan 1‰ sejauh 15022,6985 cm.

3) Percobaan ke-3 ($Q = 371,304 \text{ cm}^3/\text{dt}$)

- Kemiringan 5‰

h (cm)	x (cm)
6,298	0,000
6,000	4,7814
5,000	118,8554
4,000	534,4499
3,000	1907,3865
2,072	12456,9441

- Kemiringan 4‰

h (cm)	x (cm)
6,298	0,000
6,000	6,0635
5,000	151,6687
4,000	691,1444
3,000	2577,0233
2,240	14716,4922

- Kemiringan 3‰

h (cm)	x (cm)
6,298	0,000
6,000	8,2852
5,000	209,5162
4,000	978,2272
3,000	3998,5797
2,481	21779,7674

- Kemiringan 2‰

h (cm)	x (cm)
6,298	0,000
6,000	13,0763
5,000	338,7481
4,000	1676,7569
3,000	9549,2075
2,871	19624,9751

- Kemiringan 1‰

h (cm)	x (cm)
6,298	0,000
6,000	31,0064
5,000	885,9059
4,000	6211,7040
3,707	17029,6322

Dari hasil perhitungan pada percobaan ke-3 didapatkan hasil bahwa panjang aliran balik yang terpendek terjadi pada kemiringan 5‰, yaitu sejauh 12456,9441 cm dari ambang. Sedangkan aliran balik terpanjang terjadi pada kemiringan 3‰, yaitu sejauh 21779,7647 cm dan diikuti kemiringan 2‰ sejauh 19624,9751 cm.

4) Percobaan ke-4 ($Q = 514,9744 \text{ cm}^3/\text{dt}$)

- Kemiringan 5‰

h (cm)	x (cm)
7,833	0,000
7,000	33,1747
6,000	203,3625
5,000	655,9167
4,000	1825,3364
3,000	6179,3923
2,612	16411,1794

- Kemiringan 4‰

h (cm)	x (cm)
7,833	0,000
7,000	42,2403
6,000	260,6506
5,000	851,2548

h (cm)	x (cm)
4,000	2444,6238
3,000	10013,2296
2,831	20577,9416

- Kemiringan 3‰

h (cm)	x (cm)
7,833	0,000
7,000	58,1237
6,000	362,8997
5,000	1212,8894
4,000	3716,4533
3,144	18941,4186

- Kemiringan 2‰

h (cm)	x (cm)
7,833	0,000
7,000	93,1523
6,000	597,3556
5,000	2114,4857
4,000	8055,4705
3,653	20371,1929

- Kemiringan 1‰

h (cm)	x (cm)
7,833	0,000
7,000	234,4960
6,000	1697,7073
5,000	9107,0382
4,754	21799,7704

Dari hasil perhitungan pada percobaan ke-4 didapatkan hasil bahwa panjang aliran balik yang terpendek terjadi pada kemiringan 5‰, yaitu sejauh 16411,1794 cm dari ambang. Sedangkan aliran balik terpanjang terjadi pada kemiringan 1‰, yaitu sejauh 21799,7704 cm dan diikuti kemiringan 4‰ sejauh 20577,9416 cm.

5) Percobaan ke-5 ($Q = 758,734 \text{ cm}^3/\text{dt}$)

- Kemiringan 5‰

h (cm)	x (cm)
10,142	0,000
10,000	0,6534
9,000	49,2870
8,000	207,9269
7,000	556,1425
6,000	1269,2948
5,000	2832,0482
4,000	7508,6152
3,466	30963,9144

- Kemiringan 4‰

h (cm)	x (cm)
10,142	0,000
10,000	0,8319
9,000	62,9870
8,000	267,2286
7,000	721,2070
6,000	1673,2510
5,000	3879,6858
4,000	12408,7362
3,767	25730,9278

- Kemiringan 3‰

h (cm)	x (cm)
10,142	0,000
10,000	1,1446
9,000	87,2360
8,000	373,8800
7,000	1025,9468
6,000	2458,0723
5,000	6221,8933
4,199	25919,5516

- Kemiringan 2‰

h (cm)	x (cm)
10,142	0,000
10,000	1,8340
9,000	141,8494
8,000	622,4197
7,000	1779,8223
6,000	4677,1269
5,000	18524,1049
4,907	33471,1361

- Kemiringan 1‰

h (cm)	x (cm)
10,142	0,000
10,000	4,6118
9,000	379,5800
8,000	1869,5704
7,000	7132,8830
6,451	33975,3158

Dari hasil perhitungan pada percobaan ke-5 didapatkan hasil bahwa panjang aliran balik yang terpendek terjadi pada kemiringan 4‰, yaitu sejauh 25730,9278 cm dari ambang. Sedangkan aliran balik terpanjang terjadi pada kemiringan 1‰, yaitu sejauh 33975,3158 cm dan diikuti kemiringan 2‰ sejauh 33471,1361 cm.

6) Percobaan ke-6 ($Q = 927,287 \text{ cm}^3/\text{dt}$)

- Kemiringan 5‰

h (cm)	x (cm)
11,593	0,000
11,000	10,6078
10,000	88,3435
9,000	276,1191
8,000	644,1246
7,000	1335,0501
6,000	2694,2651
5,000	5897,9121
4,028	24266,9101

h (cm)	x (cm)
7,592	25700,1432

Dari hasil perhitungan pada percobaan ke-6 didapatkan hasil bahwa panjang aliran balik yang terpendek terjadi pada kemiringan 5‰, yaitu sejauh 24266,9101 cm dari ambang. Sedangkan aliran balik terpanjang terjadi pada kemiringan 3‰, yaitu sejauh 35697,4867 cm dan diikuti kemiringan 4‰ sejauh 33242,5973 cm.

7) Percobaan ke-7 ($Q = 1123,240 \text{ cm}^3/\text{dt}$)

- Kemiringan 4‰

h (cm)	x (cm)
11,593	0,000
11,000	13,5475
10,000	113,3012
9,000	356,1936
8,000	838,3242
7,000	1763,9358
6,000	3671,0215
5,000	8847,7227
4,385	33242,5973

- Kemiringan 5‰

h (cm)	x (cm)
13,174	0,000
13,000	0,7636
12,000	39,1726
11,000	153,6447
10,000	381,6374
9,000	788,5437
8,000	1499,8008
7,000	2793,3790
6,000	5466,7116
5,000	14002,4308
4,667	29456,1361

- Kemiringan 3‰

h (cm)	x (cm)
11,593	0,000
11,000	18,7412
10,000	157,9165
9,000	501,7354
8,000	1200,6536
7,000	2602,8321
6,000	5803,9672
5,000	20104,9987
4,899	35697,4867

- Kemiringan 4‰

h (cm)	x (cm)
13,174	0,000
13,000	0,9760
12,000	50,2339
11,000	197,9179
10,000	494,6698
9,000	1031,5072
8,000	1991,2186
7,000	3813,2190
6,000	8009,9383
5,085	29828,2963

- Kemiringan 2‰

h (cm)	x (cm)
11,593	0,000
11,000	30,3928
10,000	260,5199
9,000	848,8602
8,000	2119,4664
7,000	5017,4143
6,000	15394,6873
5,743	31897,1743

- Kemiringan 3‰

h (cm)	x (cm)
13,174	0,000
13,000	1,3520
12,000	70,0006
11,000	278,0481
10,000	702,9569
9,000	1491,7040
8,000	2967,1032
7,000	6052,4286
6,000	16062,9839
5,693	33320,2237

- Kemiringan 1‰

h (cm)	x (cm)
11,593	0,000
11,000	80,3437
10,000	745,2281
9,000	2791,4807
8,000	10051,3355

- Kemiringan 2‰

h (cm)	x (cm)
13,174	0,000
13,000	2,1995
12,000	115,4202
11,000	467,3172
10,000	1215,3755
9,000	2702,4377
8,000	5901,0176
7,000	16361,3446
6,693	34296,1626

- Kemiringan 1‰

h (cm)	x (cm)
13,174	0,000
13,000	5,8938
12,000	328,9128
11,000	1471,6250
10,000	4623,1931
9,000	19394,1711
8,896	36005,1827

Dari hasil perhitungan pada percobaan ke-7 didapatkan hasil bahwa panjang aliran balik yang terpendek terjadi pada kemiringan 5‰, yaitu sejauh 29456,1361 cm dari ambang. Sedangkan aliran balik terpanjang terjadi pada kemiringan 1‰, yaitu sejauh 36005,1827 cm dan diikuti kemiringan 2‰ sejauh 34296,1626 cm.

8) Percobaan ke-8 ($Q = 1399,984 \text{ cm}^3/\text{dt}$)

- Kemiringan 5‰

h (cm)	x (cm)
15,258	0,000
15,000	1,4667
14,000	38,8097
13,000	140,3359
12,000	332,2850
11,000	656,6652
10,000	1185,1788
9,000	2051,6594
8,000	3542,2364
7,000	6432,4564
6,000	14438,7173
5,537	32158,1100

- Kemiringan 4‰

h (cm)	x (cm)
15,258	0,000
15,000	1,8801
14,000	49,9093

h (cm)	x (cm)
13,000	181,2223
12,000	431,4352
11,000	859,0068
10,000	1567,3767
9,000	2760,7086
8,000	4919,8270
7,000	9649,4218
6,049	33681,5560

- Kemiringan 3‰

h (cm)	x (cm)
15,258	0,000
15,000	2,6178
14,000	69,9016
13,000	255,7392
12,000	615,0122
11,000	1242,0967
10,000	2316,0495
9,000	4233,1573
8,000	8158,5388
7,000	21781,6217
6,789	40800,4952

- Kemiringan 2‰

h (cm)	x (cm)
15,258	0,000
15,000	4,3085
14,000	116,6188
13,000	434,4362
12,000	1071,3993
11,000	2247,5581
10,000	4469,8525
9,000	9376,8024
8,011	34594,4379

- Kemiringan 1‰

h (cm)	x (cm)
15,258	0,000
15,000	12,1655
14,000	351,9187
13,000	1450,8106
12,000	4277,5709
11,000	14413,2074
10,713	31396,4714

Dari hasil perhitungan pada percobaan ke-8 didapatkan hasil bahwa panjang aliran balik yang terpendek terjadi pada kemiringan 1‰, yaitu sejauh 31396,4714 cm dari ambang. Sedangkan aliran balik terpanjang terjadi pada kemiringan 3‰, yaitu sejauh 40800,4952 cm dan diikuti kemiringan 2‰ sejauh 34594,4379 cm.

Berdasarkan delapan percobaan dengan debit berbeda dan kemiringan bervariasi antara 1‰ sampai 5‰, dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk panjang aliran balik terpanjang terjadi pada kemiringan yang berbeda-beda pada setiap debit percobaan. Namun, semakin besar debit yang dialirkan maka panjang aliran balik juga semakin besar. Pada percobaan yang telah dilakukan, aliran terpanjang terjadi pada debit ke-8 pada kemiringan 3‰, yaitu sebesar 40800,4952 cm. Di sisi lain, untuk jarak terpendek terjadinya aliran kritis atau pada saat kedalaman air sedalam y_c , terjadi pada kemiringan yang paling landai, yaitu 5‰, untuk semua debit percobaan.

Kesimpulan

Dari hasil pengukuran dan perhitungan yang dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Aliran balik yang terpanjang terjadi pada debit yang terbesar, yaitu pada percobaan ke-8 ($1399,984 \text{ cm}^3/\text{dt}$) dan pada kemiringan 3‰. Panjang aliran balik pada percobaan ini sebesar 40800,4952 cm.
2. Kemiringan dasar saluran tidak terlalu berpengaruh pada panjang aliran balik. Hal ini dapat diketahui dari hasil analisis perhitungan, bahwa panjang aliran terpanjang untuk masing-masing debit terjadi pada kemiringan yang berbeda-beda, yaitu pada kemiringan 1‰, 3‰, dan 4‰.

Daftar Pustaka

- Fansuri, M. H. (2013, Juni). *Hidrolika Saluran Terbuka*. Retrieved Desember 21, 2016, from Materi Laporan Pengukuran Kecepatan Aliran dan Debit: <http://myblogcii.blogspot.co.id/2013/06/materi-laporan-pengukuran-kecepatan.html>
- Mawardani, E., & Memed, M. (2010). *Desain Hidraulik Bendung Tetap untuk Irigasi Teknis*. Bandung: Alfabeta.
- Pudyono, Adipa, IGN., & Azhar, Khoirul. (2008). Studi Pengaruh Variasi Jumlah Gigi Gergaji Terhadap Koefisien Debit (C_d) Dengan Uji Model Fisik Pada Pelimpah Tipe Gergaji. *Jurnal Rekayasa Sipil Volume 2, No. 2*, 115 – 129.
- Suhartono, Harsanti, W., & Charits, M. (2017). Pengaruh Kenaikan Tinggi Muka Air Terhadap Perubahan Debit. *Sentrinov Volume 3*, TS-1 - TS-12.
- Triatmodjo, B. (2010). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (2015). *Hidraulika II*. Yogyakarta: Beta Offset.

