

**PENGARUH VARIASI BUKAAN LUBANG
DAN MODEL PENAMPANG LUBANG PADA
BANGUNAN PINTU AIR KOMBINASI AMBANG
SALURAN TERBUKA LAHAN PASANG SURUT**

Rangga Saputra Pratama ¹⁾ Siswanto ²⁾ Rinaldi ²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil ²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru 28293

E-mail : ranggagonz@gmail.com

ABSTRACT

The influence of rising sea water on tidal land has always been a very common problem in the process of tidal land use as farmland. Network system of water began to be developed, namely the open channel system comes with water as formatter building floodgates, but it hasn't been able to made a solution of the problem increases in sea water to agricultural areas. The importance of knowing the description of the behavior of the flow on the draft water building make this research needs to be done. The use of open channels that come with building a sluice water regulator combined with water weirs are expected to hamper the rising tide if applied on tidal land use as farmland. The purpose of this research is to know the influence of variations of the opening hole sluice and sluice hole cross-section shape of the flow behavior change through the door water combined with weirs in open channel water in the form of discharge coefficient value (Cd). This research was conducted at the Laboraturium University of Hidroteknik Riau using a flume which features open channel water balance door and threshold. The results of this research show that building floodgates open channel on the threshold and are able to withstand the tide of different variations of the opening hole. The value of the coefficient of discharge (Cd) 10 mm hole openings variations between 0.60-0.70, 20 mm hole openings variations i.e. 0.30-0.45 and a 30 mm hole openings variations i.e. 0.25-0.40, These results are obtained from multiple upstream water faces tall test channel.

Keywords : open flow, the floodgates, the coefficient of discharge.

A. PENDAHULUAN

Demi menjaga kestabilan pangan penduduk yang semakin meningkat, salah satu langkah yang telah dilakukan adalah dengan memanfaatkan lahan pasang surut sebagai kawasan pertanian dan perkebunan. Pada lahan pasang surut, pengaruh dari naik turunnya air laut tidak jarang menghasilkan dampak negatif

terhadap tata guna lahan disekitarnya. Fenomena kenaikan air laut yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya genangan air laut yang akan merusak fungsi lahan.

Sistem jaringan tata air yang mulai dikembangkan di lahan pasang surut adalah sistem yang dilengkapi dengan bangunan pengatur air. Pada awalnya pengembangan sistem jaringan tata air

lahan pasang surut dengan membuat sistem saluran drainase terbuka, selanjutnya saluran drainase terbuka tersebut dilengkapi dengan pintu pengatur air yaitu berupa pintu sorong atau pintu klep dari bahan besi dan kayu. Namun pintu air dengan bahan besi dan kayu tidak tahan terhadap korosi dan pelapukan jika terkena air laut dan air gambut. Hal ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan Puslitbang Sumber Daya Air pada tahun 2001.

Dalam merencanakan bangunan air seperti saluran drainase, bendungan, pintu air dan bangunan air lainnya dibutuhkan suatu gambaran tentang perilaku aliran. Hal ini dapat dilakukan melalui suatu penelitian permodelan fisik terhadap aliran melalui saluran terbuka yang melewati berbagai bentuk model bangunan air.

Hasil penelitian-penelitian terdahulu memperlihatkan kinerja sistem saluran terbuka yang dilengkapi bangunan pengatur air berpengaruh dalam mengurangi kenaikan air pasang dan intrusi air laut pada lahan pasang surut. Adapun permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana bentuk perilaku aliran serta nilai koefisien debit (Cd) dari model pintu air dan kombinasi ambang jika bukaan lubang pintu dan model penampang pintu divariasikan.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi bukaan lubang pintu dan penampang lubang pintu terhadap perubahan perilaku aliran yang melewati pintu air dikombinasikan dengan ambang pada saluran terbuka yang dinyatakan dalam perhitungan nilai koefisien debit (Cd) hasil pengukuran.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Aliran Melalui Saluran Terbuka

Zat cair dapat diangkut dari suatu tempat ke tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah ataupun buatan manusia. Bangunan pembawa ini dapat terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup (*closed conduits*), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (*open channels*).

Aliran permukaan bebas dapat diklasifikasikan menjadi berbagai tipe tergantung kriteria yang digunakan. Berdasarkan perubahan kedalaman dan/atau kecepatan mengikuti fungsi waktu, aliran dibedakan menjadi aliran permanen (*steady*) dan tidak permanen (*unsteady*), sedangkan berdasarkan fungsi ruang, aliran dibedakan menjadi aliran seragam (*uniform*) dan tidak seragam (*non-uniform*)

2. Aliran Melalui Lubang Terendam

Lubang adalah bukaan pada dinding atau dasar tangki dimana zat cair mengalir melaluinya. Lubang tersebut bisa berbentuk segi empat, segi tiga, ataupun lingkaran. Sisi hulu lubang tersebut bisa tajam atau dibulatkan. Karena kemudahan dalam pembuatan, lubang lingkaran dengan sisi tajam adalah yang paling banyak digunakan untuk pengukuran zat cair. Menurut ukurannya lubang dapat dibedakan menjadi lubang kecil dan besar.

Apabila permukaan zat cair pada lubang keluar adalah di atas sisi atas lubang, maka lubang disebut terendam. Gambar 1 menunjukkan lubang terendam dimana elevasi permukaan zat cair disebelah hulu dan hilir terhadap sumbu

lubang adalah H_1 dan H_2 . Dengan menggunakan persamaan Bernoulli antara titik 1 dan 2 yang berada pada sumbu lubang, maka :

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} \quad (1)$$

Oleh karena :

$$z_1 = z_2, V_1 = 0, P_1 / \gamma = H_1, \text{ dan } P_2 / \gamma = H_2$$

Maka:

$$H_1 + 0 = H_2 + \frac{V_2^2}{2g} \quad (2)$$

Atau

$$V_2 = \sqrt{2g(H_1 - H_2)} \quad (3)$$

Debit nyata aliran melalui lubang adalah :

$$Q = Cd \cdot a \sqrt{2g(H_1 - H_2)}$$

Atau

$$Q = Cd \cdot a \sqrt{2g\Delta H} \quad (4)$$

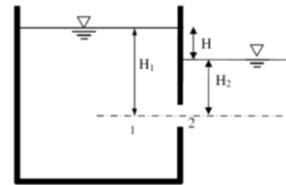
dengan :

Cd : koefisien debit

a : luas tampang lubang

ΔH : selisih elevasi muka air di hulu dan hilir lubang

Koefisien kontraksi dan koefisien debit lubang terendam dapat dianggap sama dengan lubang bebas.

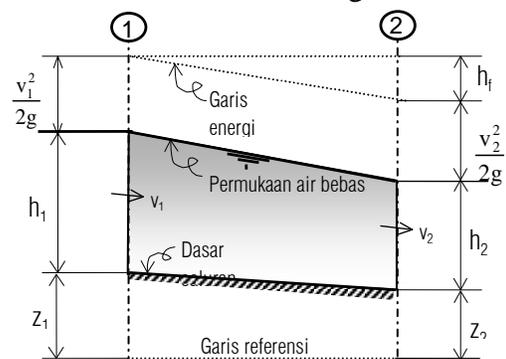


Gambar 1. Lubang terendam

3. Persamaan Energi

Hukum Bernoulli menyatakan bahwa jumlah energi air dari setiap aliran yang melalui suatu penampang saluran, dapat dinyatakan sebagai jumlah fungsi air, tinggi tekanan dan tinggi kecepatan.

$$H = z + d \cos \theta + \frac{v^2}{2g} \quad (5)$$



Gambar 2. Energi dalam aliran saluran terbuka

Menurut prinsip kekekalan energi, jumlah tinggi fungsi energi pada penampang 1 di hulu akan sama dengan jumlah fungsi energi pada penampang 2 di hilir dan fungsi h_f diantara kedua penampang tersebut.

$$z_1 + d_1 \cos \theta + \alpha_1 \frac{v_1^2}{g} = z_2 + d_2 \cos \theta + \alpha_2 \frac{v_2^2}{g} + h_f \quad (6)$$

Untuk saluran yang kemiringannya kecil, $\theta \approx 0$, persamaan (6) menjadi :

$$z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{g} = z_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{g} + h_f \quad (7)$$

dengan :

- z = fungsi titik diatas garis referensi,
- h = fungsi tekanan di suatu titik,
- v = kecepatan aliran,
- g = gaya gravitasi bumi.

C. METODOLOGI PENELITIAN

1. Umum

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode percobaan atau eksperimen langsung.

2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboraturium Hidroteknik Fakultas Teknik Universitas Riau.

3. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang dibutuhkan dalam pemodelan ini diantaranya adalah :

1. *Flume* saluran terbuka

Merupakan saluran terbuka berbentuk balok persegi panjang dengan ukuran 76mm x 4800mm x 400mm. Adapun bagian-bagian dari *flume* tersebut adalah:

a. *Point gauge*

Alat untuk mengukur elevasi muka air pada *flume*.

b. *Hydraulic Bench*

Bak penampungan air yang akan dialirkan atau yang keluar dari *flume*.

c. Pompa air

Pompa merupakan bagian dari *hydraulic bench* yang berfungsi untuk memompa air lalu didistribusikan ke dalam *flume*.

d. Kran debit

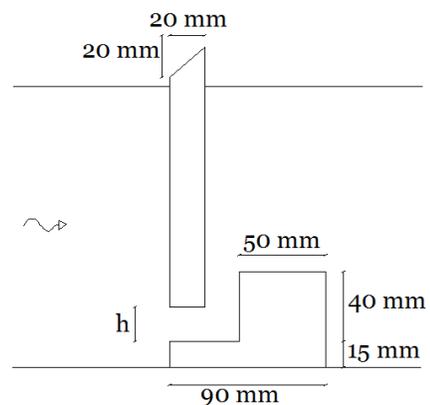
Kran debit merupakan kran yang berfungsi mengatur besar kecilnya debit pengaliran pada *flume*.

e. *Reservoir*

Bak penampungan air sebagai tempat menampung dan menerima limpahan air.

2. Model lubang dan ambang

Model ini terbuat dari kayu yang diperhalus permukaannya dengan lebar yang disesuaikan dengan *flume* yaitu 76 mm.



Gambar 3. Model pintu air dan ambang

3. Mistar/ Pita Ukur

Digunakan untuk mengukur jarak horizontal pada *flume*.

4. *Stopwatch*

5. Plastisin

Plastisin adalah benda plastis yang berupa adonan yang digunakan sebagai bahan pengisi celah antara model kayu dengan lantai dan dinding *flume*

4. Prosedur Penelitian

Dalam setiap variasi percobaan diberikan kode. Adapun kode variasi pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Hu = Tinggi muka air di hulu bangunan
 h = Tinggi bukaan lubang pintu
 M = Model penampang lubang pintu
 Adapun variasi penelitian sebagai berikut :

Tabel 1. Variasi Pengujian 1

Pengujian 1	Bukaan Lubang (mm)	Variasi
Hu 70	h10	Hu70 - h10 - M1
		Hu70 - h10 - M2
		Hu70 - h10 - M3
	h20	Hu70 - h20 - M1
		Hu70 - h20 - M2
		Hu70 - h20 - M3
	h30	Hu70 - h30 - M1
		Hu70 - h30 - M2
		Hu70 - h30 - M3

Tabel 2. Variasi Pengujian 2

Pengujian 2	Bukaan Lubang (mm)	Variasi
Hu 90	h10	Hu90 - h10 - M1
		Hu90 - h10 - M2
		Hu90 - h10 - M3
	h20	Hu90 - h20 - M1
		Hu90 - h20 - M2
		Hu90 - h20 - M3
	h30	Hu90 - h30 - M1
		Hu90 - h30 - M2
		Hu90 - h30 - M3

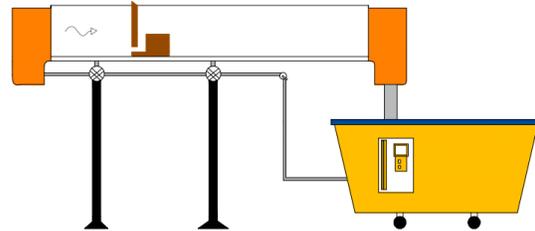
Tabel 3. Variasi Pengujian 3

Pengujian 3	Bukaan Lubang (mm)	Variasi
Hu 110	h10	Hu110 - h10 - M1
		Hu110 - h10 - M2
		Hu110 - h10 - M3
	h20	Hu110 - h20 - M1
		Hu110 - h20 - M2
		Hu110 - h20 - M3
	h30	Hu110 - h30 - M1
		Hu110 - h30 - M2
		Hu110 - h30 - M3

Adapun langkah pekerjaan penelitian yang dilaksanakan adalah :

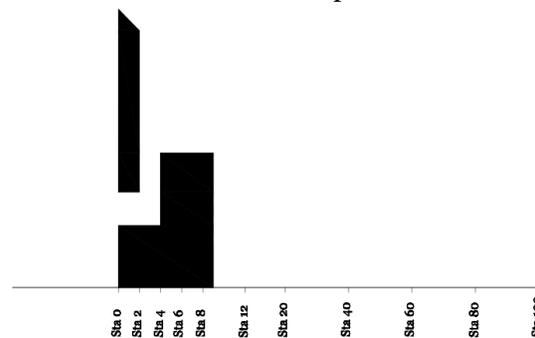
1. Memberi plastisin pada sisi samping pintu dan ambang sebelum ditempatkan di dalam *flume*.

2. Menempatkan ambang ke dalam *flume*.
3. Mengatur posisi model penampang pintu dan tinggi bukaan pintu sesuai dengan variasi pengujian.



Gambar 4. Model pintu air dan ambang pada *flume* saluran terbuka

4. Mengalirkan air ke dalam *flume* saluran terbuka dengan cara menghidupkan pompa *Hydraulic Bench* dan mengatur kran debit.
5. Mengamati kondisi aliran sampai dengan kondisi muka air sudah stabil dengan melihat muka air di hulu (Hu) tidak terjadi fluktuasi.
6. Melakukan proses pengukuran tinggi muka air di hulu (Hu), mengukur tinggi muka air di hilir (Hi) dan pengukuran debit (Q). Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali dengan selang waktu 5 menit dalam setiap variasi.

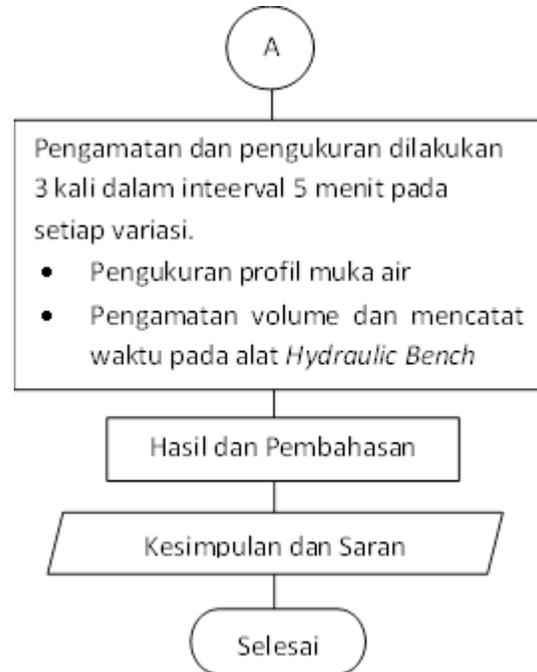
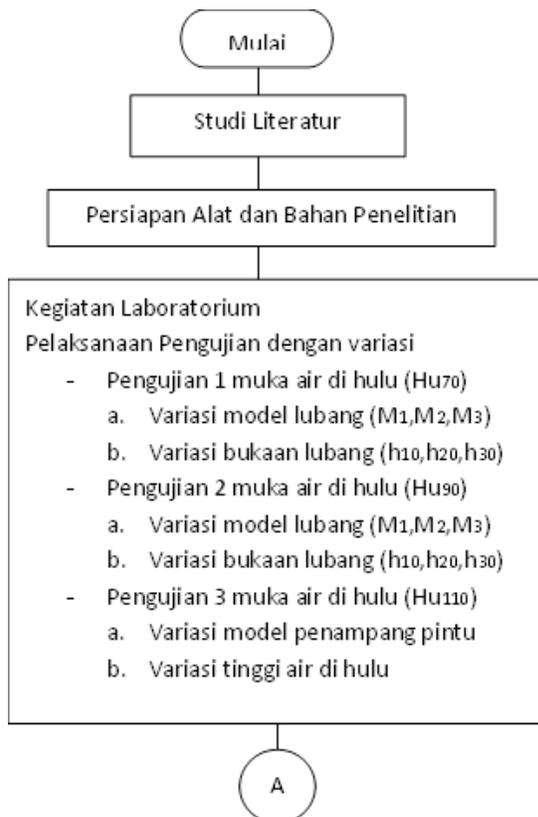


Gambar 5. Titik pengukuran dalam jarak cm

7. Selanjutnya mengukur besaran debit aliran dengan menggunakan alat ukur *hydraulic bench*.
8. Mencatat hasil pengukuran pertama, dan mengulangi proses yang sama untuk pengukuran yang kedua dan ketiga.
9. Mengatur kembali posisi pintu dan ambang di dalam *flume* untuk variasi selanjutnya serta melakukan proses pengaliran dengan mengatur kembali muka air hulu (H_u) sesuai prosedur yang dilakukan sebelumnya.

5. Bagan Alir Penelitian

Adapun bagan alir penelitian adalah seperti terlihat pada Gambar 6 berikut ini.

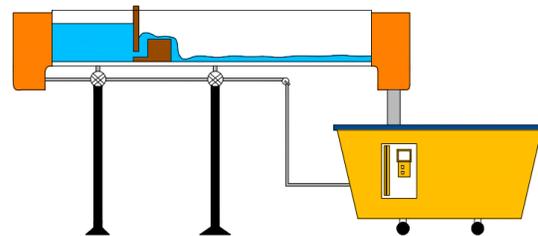


Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Profil Muka Air

Perbedaan profil muka air di hulu sebelum melewati bangunan air dan profil muka air di hilir setelah melewati bangunan air mengalami penurunan secara signifikan.

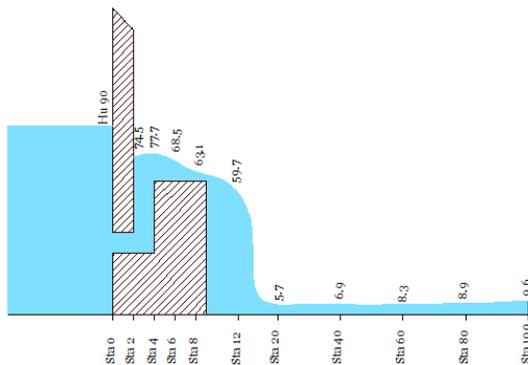


Gambar 7. Perilaku aliran dalam *flume*

Berdasarkan gambar 7 di atas terlihat bahwa bangunan air yang terdapat pada *flume* saluran terbuka mampu menahan laju aliran yang terjadi.

2. Pengukuran Muka Air

Melalui pengukuran profil muka air pada bagian hilir maka akan diketahui nilai beda tinggi (ΔH) yaitu ($H_u - H_i$) pada setiap variasi. Untuk pengukuran nilai ΔH dilakukan pada titik Sta 0 untuk tinggi muka air hulu (H_u) dan pada titik Sta 4 untuk tinggi muka air hilir (H_i), dimana Sta 4 merupakan tinggi puncak profil muka air pada bagian hilir. Adapun titik pengukuran dapat dilihat pada Gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Pengukuran profil aliran

Adapun pengukuran nilai beda tinggi air pada bagian hulu hilir aliran dan debit aliran pada alat *hydraulic bench*. Hasil pengukuran pertama, kedua, ketiga pada setiap variasi dicari nilai rata-ratanya sebagai berikut:

- a. Pengujian 1 tinggi muka air di hulu 70 mm (H_{u70}) seperti terlihat pada tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Nilai rata-rata hasil pengujian 1

VARIASI	A	Volume	Waktu	Hu	Hi
	(mm ²)	(L)	(Detik)	(mm)	(mm)
Hu70 - h10 - M1	760	5	45.11	70.0	67.3
Hu70 - h10 - M2	760	5	48.32	70.0	67.5
Hu70 - h10 - M3	760	5	43.60	70.0	66.9
Hu70 - h20 - M1	1520	5	40.40	70.0	67.7
Hu70 - h20 - M2	1520	5	46.14	70.0	68.0
Hu70 - h20 - M3	1520	5	43.64	70.0	67.4
Hu70 - h30 - M1	2280	5	37.48	70.0	68.2
Hu70 - h30 - M2	2280	5	40.81	70.0	68.3
Hu70 - h30 - M3	2280	5	39.06	70.0	68.0

- b. Pengujian 2 tinggi muka air di hulu 90 mm (H_{u90}) seperti terlihat pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Nilai rata-rata hasil pengujian 2

VARIASI	A	Volume	Waktu	Hu	Hi
	(mm ²)	(L)	(Detik)	(mm)	(mm)
Hu90 - h10 - M1	760	5	20.54	90.0	77.7
Hu90 - h10 - M2	760	5	21.33	90.0	78.0
Hu90 - h10 - M3	760	5	20.84	90.0	77.4
Hu90 - h20 - M1	1520	5	19.20	90.0	80.5
Hu90 - h20 - M2	1520	5	20.55	90.0	81.4
Hu90 - h20 - M3	1520	5	19.56	90.0	79.8
Hu90 - h30 - M1	2280	5	15.89	90.0	82.0
Hu90 - h30 - M2	2280	5	17.20	90.0	83.3
Hu90 - h30 - M3	2280	5	17.80	90.0	81.9

- c. Pengujian 3 tinggi muka air di hulu 110 mm (H_{u110}) seperti terlihat pada tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Nilai rata-rata hasil pengujian 3

VARIASI	A	Volume	Waktu	Hu	Hi
	(mm ²)	(L)	(Detik)	(mm)	(mm)
Hu110 - h10 - M1	760	5	14.11	110.0	85.7
Hu110 - h10 - M2	760	5	15.22	110.0	86.7
Hu110 - h10 - M3	760	5	14.97	110.0	84.3
Hu110 - h20 - M1	1520	5	12.74	110.0	89.5
Hu110 - h20 - M2	1520	5	13.59	110.0	91.3
Hu110 - h20 - M3	1520	5	13.34	110.0	88.4
Hu110 - h30 - M1	2280	5	10.08	110.0	90.8
Hu110 - h30 - M2	2280	5	10.74	110.0	92.2
Hu110 - h30 - M3	2280	5	11.09	110.0	91.5

3. Perhitungan Nilai Koefisien Debit

Pada penelitian ini digunakan persamaan lubang terendam yaitu persamaan (4) untuk menghitung nilai koefisien debit (C_d) pada lubang pintu. Persamaan lubang terendam digunakan

karena lubang pada model bangunan air yang diletakkan di dalam *flume* saluran terbuka pada penelitian ini dalam keadaan terendam menyerupai bentuk lubang terendam pada tangki. Persamaan ini digunakan untuk mengetahui perbedaan dan pengaruh dari adanya ambang yang diletakkan di depan lubang pintu. Untuk mengetahui nilai Cd pada lubang dapat digunakan persamaan berikut:

$$Q = Cd \times a \sqrt{2g\Delta H}$$

Dengan :

- Q : Debit (cm³/s)
- Cd : Koefisien debit
- a : Luas Penampang (cm²)
- g : Gaya gravitasi (cm/dtk²)
- ΔH : Beda tinggi muka air (cm)

Dengan menggunakan persamaan lubang terendam maka langkah perhitungan untuk hasil pengukuran dari variasi (H₇₀-h₁₀-M₁) adalah sebagai berikut.

$$Q_1 = \text{Volume/waktu (dm}^3/\text{dt)} \\ = 5/44.87 = 0.11552 \text{ dm}^3/\text{s} \\ = 115.52 \text{ cm}^3/\text{dt}$$

$$a = \text{Tinggi bukaan pintu x lebar} \\ \text{pintu (lebar flume)} \\ = 10 \times 76 = 760 \text{ mm} = 7.6 \text{ cm}^2$$

$$g = 9.81 \text{ m/dt}^2 = 981 \text{ m/dt}^2$$

$$\Delta H_1 = H_u - H_i \text{ (cm)} \\ = 70.0 - 67.4 = 2.6 \text{ mm} = 0.26 \text{ cm}$$

$$Cd_1 = \frac{Q}{a\sqrt{2g\Delta H}} = \frac{Q}{a\sqrt{2g(H_u-H_i)}} \\ = \frac{111.43}{7.6\sqrt{2 \times 981 \times (7.00 - 6.74)}}$$

$$Cd_1 = \frac{111.43}{171.65}$$

$$Cd_1 = 0.649$$

Dengan langkah perhitungan yang sama, hasil perhitungan selanjutnya dicari dengan menggunakan program *Microsoft Excel*. Adapun hasil yang diperoleh pada pengukuran kedua yaitu Cd₂ = 0.619 dan pengukuran ketiga yaitu Cd₃ = 0.622. Untuk mengetahui nilai Cd pada variasi (H₇₀-h₁₀-M₁) maka nilai Cd dari hasil pengukuran dicari rata-ratanya.

$$Cd_1 = 0.649$$

$$Cd_2 = 0.619$$

$$Cd_3 = 0.622$$

Jadi nilai Cd pada variasi (H₇₀-h₁₀-M₁) adalah :

$$Cd = \frac{0.649 + 0.619 + 0.622}{3}$$

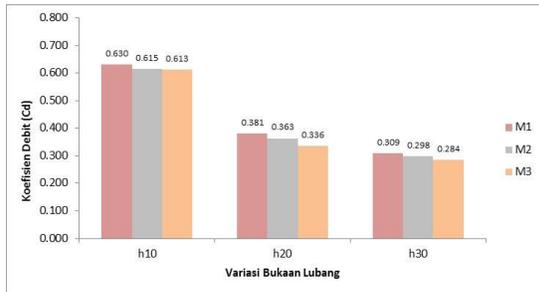
$$Cd = 0.630$$

a. Perhitungan Nilai Cd Pengujian 1 (Hu₇₀)

Perhitungan nilai koefisien debit (Cd) pada pengujian 1 berdasarkan variasi debit aliran 70 mm (Hu₇₀). Adapun hasil nilai rata-rata Cd untuk setiap variasi pada pengujian 1 dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Nilai rata-rata Cd pengujian 1

VARIASI	A	Q	ΔH	Cd
	(cm ²)	(cm ³ /detik)	(cm)	
Hu ₇₀ - h ₁₀ - M ₁	7.6	110.83	0.27	0.630
Hu ₇₀ - h ₁₀ - M ₂	7.6	103.47	0.25	0.615
Hu ₇₀ - h ₁₀ - M ₃	7.6	114.69	0.31	0.613
Hu ₇₀ - h ₂₀ - M ₁	15.2	123.75	0.23	0.381
Hu ₇₀ - h ₂₀ - M ₂	15.2	108.36	0.20	0.363
Hu ₇₀ - h ₂₀ - M ₃	15.2	114.58	0.26	0.336
Hu ₇₀ - h ₃₀ - M ₁	22.8	133.39	0.18	0.309
Hu ₇₀ - h ₃₀ - M ₂	22.8	122.53	0.17	0.298
Hu ₇₀ - h ₃₀ - M ₃	22.8	128.00	0.20	0.284



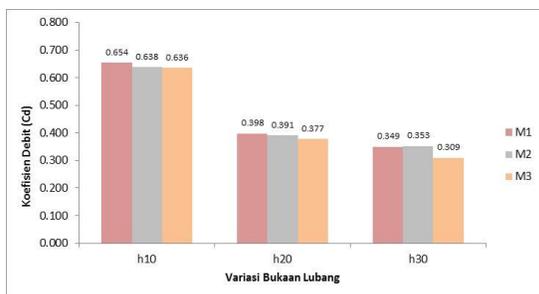
Gambar 9. Grafik perubahan nilai Cd pengujian 1 (Hu70)

b. Perhitungan Nilai Cd Pengujian 2 (Hu90)

Perhitungan nilai koefisien debit (Cd) pada pengujian 2 berdasarkan variasi debit aliran 90 mm (Hu90). Adapun hasil nilai rata-rata Cd untuk setiap variasi pada pengujian 2 dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Nilai rata-rata Cd pengujian 2

VARIASI	A (cm ²)	Q (cm ³ /detik)	ΔH (cm)	Cd
Hu90 - h10 - M1	7.6	243.39	1.23	0.654
Hu90 - h10 - M2	7.6	234.41	1.20	0.638
Hu90 - h10 - M3	7.6	239.88	1.26	0.636
Hu90 - h20 - M1	15.2	260.46	0.95	0.398
Hu90 - h20 - M2	15.2	243.27	0.86	0.391
Hu90 - h20 - M3	15.2	255.67	1.02	0.377
Hu90 - h30 - M1	22.8	314.60	0.80	0.349
Hu90 - h30 - M2	22.8	290.75	0.67	0.353
Hu90 - h30 - M3	22.8	280.95	0.81	0.309



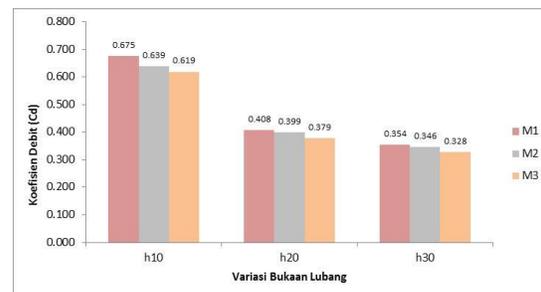
Gambar 10. Grafik perubahan nilai Cd pengujian 2 (Hu90)

c. Perhitungan Nilai Cd Pengujian 3 (Hu110)

Perhitungan nilai koefisien debit (Cd) pada pengujian 3 berdasarkan variasi debit aliran 110 mm (Hu110). Adapun hasil nilai rata-rata Cd untuk setiap variasi pada pengujian 3 dapat dilihat pada Tabel 9 berikut ini.

Tabel 9. Nilai rata-rata Cd pengujian 3

VARIASI	A (cm ²)	Q (cm ³ /detik)	ΔH (cm)	Cd
Hu110 - h10 - M1	7.6	354.27	2.43	0.675
Hu110 - h10 - M2	7.6	328.59	2.33	0.639
Hu110 - h10 - M3	7.6	334.08	2.57	0.619
Hu110 - h20 - M1	15.2	392.57	2.05	0.408
Hu110 - h20 - M2	15.2	367.83	1.87	0.399
Hu110 - h20 - M3	15.2	374.72	2.16	0.379
Hu110 - h30 - M1	22.8	496.03	1.92	0.354
Hu110 - h30 - M2	22.8	465.40	1.78	0.346
Hu110 - h30 - M3	22.8	450.99	1.85	0.328



Gambar 11. Grafik perubahan nilai Cd pengujian 3 (Hu110)

Nilai Cd yang diperoleh dari berbagai pengujian pada penelitian ini menunjukkan semakin besar bukaan lubang pintu maka semakin kecil nilai Cd yang dihasilkan. Nilai Cd pada variasi bukaan lubang 10 mm (h10) pada penelitian ini yaitu berkisar antara 0.60-0.70 pada semua pengujian debit pengaliran, nilai Cd ini mendekati nilai Cd lubang biasa (tanpa ambang) dengan kisaran nilai Cd antara 0.60-0.65. Sedangkan nilai Cd untuk variasi bukaan lubang 20 mm (h20) dan bukaan lubang

30 mm (h_{30}) tidak berbeda jauh yaitu berkisar antara 0.25-0.45. Pada penelitian yang dilakukan oleh Herdianto (2014) menyatakan bahwa adanya ambang dapat menghambat proses intrusi air laut dua kali daripada lubang pintu biasa dengan proses pengaliran pada bukaan lubang 20 mm di Laboratorium. Untuk hasil perhitungan nilai Cd yang dilakukan pada penelitian tersebut nilainya mendekati dengan hasil penelitian ini untuk variasi bukaan lubang 20 mm (h_{20}). Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Herdianto (2014), hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar bukaan lubang maka semakin besar pengaruh ambang dalam menahan aliran yang melewati lubang pintu.

Secara keseluruhan pada penelitian ini gambaran perilaku aliran dengan adanya bangunan pengatur air berupa pintu air yang dikombinasikan dengan ambang memberikan hasil yang sudah cukup baik untuk menahan proses lajunya air pasang jika diterapkan pada saluran terbuka lahan pasang surut. Meskipun dengan menaikkan tinggi bukaan lubang, lajunya air pasang tetap dapat tertahan dengan adanya ambang, sedangkan untuk variasi model penampang lubang tidak memberikan banyak perubahan perilaku aliran satu sama lainnya. Namun jika ditinjau pada saat kondisi surut, sebagian air laut yang mengalir ke dalam saluran melewati bangunan pintu air dan ambang akan tertahan oleh ambang jika tinggi muka air surut tidak melebihi dari tinggi ambang. Hal ini dapat diatasi dengan menambahkan pompa yang berfungsi untuk menguras saluran ketika air laut tidak sepenuhnya kembali ke laut dan tergenang di saluran akibat tertahan oleh

ambang. Pengaruh adanya ambang menjadi baik ketika air hujan atau air tawar yang tergenang pada saluran terbuka tertahan dengan adanya ambang. Sehingga air tawar dan air hujan tersebut tidak terbuang dan dapat dimanfaatkan untuk pengairan pertanian pada lahan pasang surut. Nilai koefisien debit (Cd) yang diperoleh dari hasil perhitungan pada penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam merencanakan bangunan serupa dengan dimensi yang skalatis terhadap model bangunan pada penelitian ini.

E. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan terhadap *flume* saluran terbuka yang dilengkapi dengan pintu air dan ambang dengan variasi bukaan lubang, penampang lubang dalam setiap tinggi muka air hulu yang berbeda, maka kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut.

1. Pada variasi tinggi muka air di hulu (H_u) dapat diketahui bahwa debit aktual (Q) dan nilai koefisien debit (Cd) berbanding lurus, hal ini ditunjukkan dari semakin besar nilai debit (Q) pada hasil pengukuran dan semakin besar beda tinggi muka air hulu lubang dan hilir lubang (ΔH). Hasil perhitungan nilai Cd juga menunjukkan peningkatan pada setiap kenaikan variasi tinggi muka air hulu.
2. Pada variasi model penampang lubang dengan sisi tajam bagian hilir (M_3) menghasilkan nilai beda tinggi muka air hulu dan tinggi muka air hilir (ΔH) lubang yang paling besar daripada model penampang persegi (M_1) dan model penampang lubang sisi tajam bagian hulu (M_2). Sehingga

model penampang lubang dengan sisi tajam bagian hilir (M_3) menghasilkan hasil perhitungan nilai koefisien debit (C_d) yang lebih kecil daripada model M_1 dan M_2 pada proses pengaliran dan bukaan lubang yang sama.

3. Pada variasi bukaan lubang 10 mm (h_{10}) menghasilkan nilai beda tinggi muka air hulu dan hilir lubang (ΔH) dan koefisien debit (C_d) yang paling besar dibandingkan variasi bukaan lubang 20 mm (h_{20}) dan 30 mm (h_{30}). Nilai koefisien debit untuk variasi bukaan lubang 10 mm (h_{10}) berkisar antara 0.60-0.70, untuk variasi bukaan lubang 20 mm (h_{20}) berkisar antara 0.30-0.45, untuk variasi bukaan lubang 30 mm (h_{30}) berkisar antara 0.25-0.40. Penurunan nilai C_d yang signifikan diperlihatkan antara variasi bukaan lubang 10 mm (h_{10}) dengan variasi bukaan lubang 20 mm (h_{20}).
4. Pada penelitian ini nilai C_d yang dihasilkan pada variasi bukaan lubang 10 mm (h_{10}) memperoleh nilai (0.60-0.70). Nilai ini mendekati dengan nilai C_d untuk lubang terendam biasa tanpa adanya ambang.

F. SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dalam penelitian ini, serta pengalaman di laboratorium, maka dapat diperoleh saran untuk semua rekan-rekan mahasiswa yang akan mengerjakan tugas akhir. Adapun beberapa saran yang dapat menjadi pertimbangan bagi rekan-rekan mahasiswa adalah sebagai berikut.

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan variasi tinggi muka air hulu pada setiap bukaan

lubang untuk memperoleh gambaran dari nilai koefisien debit (C_d) yang lebih banyak lagi sehingga dapat meningkatkan validitas terhadap hasil percobaan, sehingga penggunaan pintu air kombinasi ambang dapat diterapkan di lapangan dengan perhitungan yang akurat.

2. Pada saat percobaan berlangsung diperlukan ketelitian dalam proses pengukuran agar memperoleh hasil yang lebih baik.

G. DAFTAR PUSTAKA

- Herdianto, Dwi Ori.** 2014. *Model Pintu Air di Daerah Pasang Surut Untuk Mengurangi Intrusi Air Laut*. Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Riau.
- Raju, K.G. Ranga.** 1986. *Aliran melalui saluran terbuka*. Erlangga. Jakarta
- Nurviana, Endah Putri.** 2011. *Peningkatan Kapasitas Spillway Dengan Perubahan Bentuk Puncak Tipe Deret Trapesium*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret (ITS).
- Puslitbang Pengairan, Balitbang PU, Departemen Pekerjaan Umum,** 1999/2000. *Prototip Pintu Bilas Otomatis Pada Saluran Drainase Irigasi Pasang Surut di Sumatera Selatan*.
- Triatmodjo, B,** 1996. *Hidraulika I* Penerbit Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B,** 1996. *Hidraulika II* Penerbit Beta Offset, Yogyakarta