

UJI MODEL FISIK AMBANG BERCURAT SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI SKOT BALOK

Gigih Suryarawit¹, Dwi Priyantoro², Prima Hadi Wicaksono²

¹Mahasiswa Program Sarjana Teknik Pengairan Universitas Brawijaya

²Dosen Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang
e-mail: gigih Suryarawit@gmail.com

ABSTRAK: Dalam praktek irigasi, pada bangunan sadap memanfaatkan peran skot balok untuk mengendalikan debit yang masuk ke bangunan sadap. Dilihat dari segi konstruksi, skot balok merupakan konstruksi yang sederhana, akan tetapi penggunaan skot balok dalam irigasi belum praktis, yaitu pemasangan dan pemindahan balok memerlukan sedikit-dikitnya dua orang dan memerlukan banyak waktu. Oleh sebab itu peningkatan efisiensi dalam pengoperasian bangunan irigasi perlu dilakukan. Dari hasil penelitian didapatkan nilai koefisien debit rata-rata curat adalah 0,894. Artinya memiliki perbedaan yang signifikan jika dibandingkan dengan koefisien debit yang melalui lubang pada tanki yang nilai rata-ratanya 0,620. Batas rasio perbedaan muka air hilir dan muka air hulu, $h_2/h_{ABC} > 0,08$ supaya tidak menimbulkan aliran tenggelam. Untuk menentukan dimensi ambang bercurat dapat didekati menggunakan kombinasi kurva hubungan antara $(Q_{ABC}/(\sqrt{h_1^3 g}))$ dengan h_{ABC}/h_1 dengan persamaan $Q_{ABC} = C_d \cdot A \cdot (2 \cdot g \cdot h_{ABC})^{0.5}$ pada kondisi aliran bebas dan $Q_{ABC} = C_d \cdot A \cdot (2 \cdot g \cdot (h_{ABC} - h_2))^{0.5}$ pada kondisi aliran tenggelam.

Kata Kunci: Uji model fisik, ambang, curat, koefisien debit

ABSTRACT: In irrigation practice, on off-take structure utilize the function of skot balk to control the discharge on off-take structure. In terms of construction, skot balk are simple construction, but the use of skot balk in irrigation is not yet practical, installation and removal of balks requires at least two people and takes a lot of time. Therefore, an increase in efficiency in the operation of irrigation buildings is necessary. From the result of the research, obtained the average value of discharge coefficient of the orifice weir is 0.894. This means that it has a significant difference when compared with the discharge coefficient through an orifice of tank whose average value is 0.620. The ratio limit of upstream and upstream water levels, $h_2 / h_{ABC} > 0,08$ so as not to cause submerged flow. To estimate the dimensions of the orifice weir can be approximated using a combination of curve of the intermediate curve $(Q_{ABC} / (\sqrt{h_1^3 g}))$ with h_{ABC} / h_1 with formulation discharge capacity of orifice $Q_{ABC} = C_d \cdot A \cdot (2 \cdot g \cdot h_{ABC})^{0.5}$ in free flow conditions and $Q_{ABC} = C_d \cdot A \cdot (2 \cdot g \cdot (h_{ABC} - h_2))^{0.5}$ at submerged flow conditions.

Keywords: Physical model test, weir, orifice, discharge coefficient

PENDAHULUAN

Irigasi adalah suatu usaha untuk memperoleh air untuk memenuhi kebutuhan produksi pertanian dengan menggunakan bangunan dan saluran buatan. Dalam praktek irigasi, pada bangunan sadap memanfaatkan peran skot balok untuk mengendalikan debit yang masuk ke bangunan sadap. Dilihat dari segi konstruksi, skot balok merupakan konstruksi yang sederhana, akan tetapi penggunaan skot balok dalam irigasi ini belum sepenuhnya praktis, yaitu pemasangan dan pemindahan balok memerlukan sedikit-dikitnya dua orang dan memerlukan banyak waktu. Selain itu material kayu untuk skot

balok harus menggunakan kayu dengan kualitas yang baik karena kayu akan lapuk apabila terendam air dalam jangka waktu yang panjang. Selain menggunakan kayu sebagai skot balok, di lapangan juga ada yang menggunakan baja sebagai skot balok, akan tetapi penggunaan baja juga rentan terhadap korosi.

Oleh sebab itu peningkatan efisiensi bangunan irigasi perlu dilakukan. Hal ini dapat dilakukan dengan mengganti skot balok dengan konstruksi yang lebih sederhana. Konstruksi ini berupa ambang bercurat, yaitu suatu ambang yang diberi lubang-lubang berbentuk lingkaran pada sisi

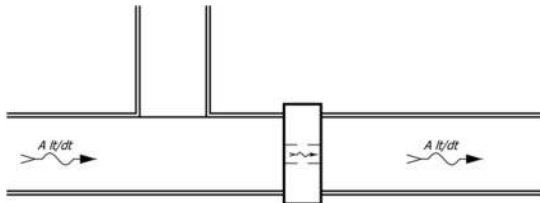
lebar ambang dengan posisi lubang searah aliran airnya.

METODE

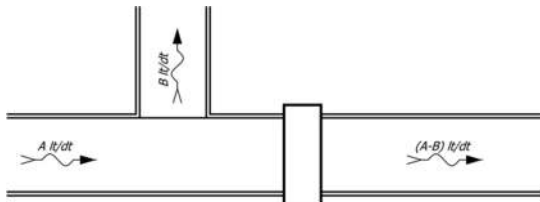
Konsep Dasar Ambang Bercurat

Ambang bercurat merupakan konsep bangunan pengendali debit praktis yang dikemukakan oleh Ir. Dwi Priyantoro, MS, dosen pengajar Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. Konsep teknis dari ambang bercurat ini seperti skot balok. Perbedaannya adalah terletak pada cara pengoperasiannya.

Pada skot balok, jelas bahwa tinggi muka air hulu dapat diatur dengan cara menempatkan/mengambil satu atau lebih skot balok. Sedangkan pada ambang bercurat, tinggi muka air hulu dapat diatur dengan cara menutup/membuka satu atau lebih curatnya.



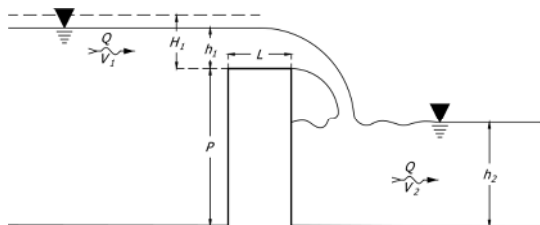
Gambar 1. Konsep Aliran Melalui Ambang Bercurat Pada Saat Curat Dibuka.



Gambar 2. Konsep Aliran Melalui Ambang Bercurat Pada Saat Curat Ditutup.

Aliran Melalui Ambang

Aliran pada ambang dapat diperkirakan dengan menggunakan Persamaan tinggi debit sebagai berikut:



Gambar 3. Aliran Melalui Ambang.

$$Q = C_d \cdot C_v \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot g \cdot b \cdot h_1^{1.5} \quad (1)$$

Dalam hal ini:

Q = debit (m^3/dt)

C_d = koefisien debit

C_v = koefisien kecepatan datang

g = percepatan gravitasi (m/dt^2)

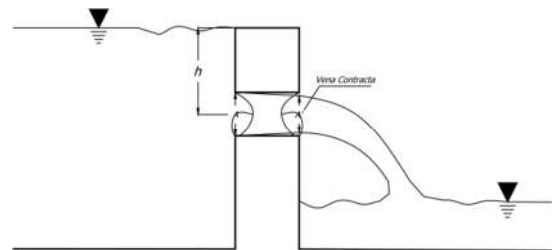
b = lebar normal (m)

h_1 = kedalaman air diatas ambang (m).

Aliran Melalui Lubang

Pada Kondisi Aliran Bebas

Partikel zat cair yang mengalir melalui lubang berasal dari segala arah. Karena zat cair mempunyai kekentalan, maka beberapa partikel yang mempunyai lintasan membelok akan mengalami kehilangan energi sehingga beberapa parameter aliran akan lebih kecil dibanding pada aliran zat cair ideal. Berkurangnya parameter aliran tersebut dapat ditunjukkan oleh beberapa koefisien, yaitu koefisien kontraksi, koefisien kecepatan dan koefisien debit.



Gambar 4. Aliran Melalui Curat Pada Kondisi Aliran Bebas.

Koefisien kontraksi (C_c) adalah perbandingan antara luas tampang aliran pada vena kontrakta (A') dan luas lubang (A) yang sama dengan tampang aliran zat cair ideal.

$$C_c = \frac{A'}{A} \quad (2)$$

Perbandingan antara kecepatan nyata aliran pada vena kontrakta (V') dan kecepatan teoritis (V) dikenal dengan koefisien kecepatan (C_v).

$$C_v = \frac{V'}{V} \quad (3)$$

Koefisien debit (C_d) adalah perbandingan antara debit nyata dengan debit teoritis:

$$C_d = \frac{\text{debit nyata}}{\text{debit teoritis}} \\ C_d = \frac{A'}{A} \cdot \frac{V'}{V} \\ C_d = C_c \cdot C_v \quad (4)$$

Diilustrasikan dengan Gambar 4 terlihat sebuah tanki dengan lubang pada dindingnya dengan suatu permukaan zat cair pada ketinggian h di atas lubang.

Pada keadaan tersebut kecepatan sebenarnya adalah:

$$V' = C_v \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (5)$$

Sehingga debit sebenarnya adalah:

$$Q' = C_c \cdot C_v \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Apabila $C_c \cdot C_v = C_d$, maka:

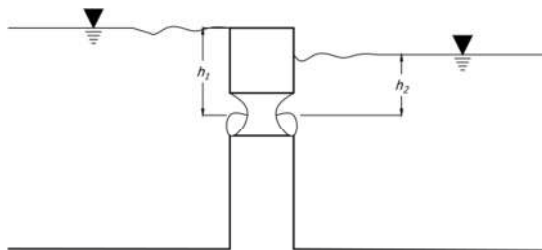
$$Q' = C_d \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (6)$$

Dalam hal ini:

- C_v = koefisien kecepatan
- C_c = koefisien kontraksi
- C_d = koefisien debit
- V = kecepatan sebenarnya pada *Vena Contracta* (m/dt)
- V = kecepatan teoritis (m/dt)
- A' = luas pancaran pada *Vena Contracta* (m²)
- A = luas lubang (m²)
- h = tinggi muka air di hulu lubang (m)
- Q' = debit aliran sebenarnya (m³/dt)
- Q = debit aliran teoritis (m³/dt)

Aliran Melalui Lubang Pada Kondisi Aliran Tenggelam

Apabila permukaan zat cair di sebelah hilir lubang keluar adalah di atas sisi atas lubang, maka lubang disebut terendam. Gambar 5 menunjukkan lubang terendam di mana elevasi permukaan zat cair di sebelah hulu dan hilir terhadap sumbu lubang adalah h_1 dan h_2 .



Gambar 5. Aliran Melalui Curat Pada Kondisi Aliran Tenggelam.

Maka kecepatan aliran yang mengalir melalui lubang adalah:

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_1 - h_2)} \quad (7)$$

Dan debit yang melalui lubang adalah:

$$Q = C_d \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_1 - h_2)} \quad (8)$$

Analisa Dimensi

Pada penelitian ini, digunakan metode *Buckingham* untuk mengidentifikasi variabel-variabel sesuai dengan besaran pokoknya dan penyelesaiannya menggunakan matriks *Langhaar*. Dari analisa dimensi didapatkan persamaan-persamaan variabel tak berdimensi sebagai berikut:

$$\pi_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g \cdot h_1}} \quad \pi_3 = \frac{V_{ABC}}{\sqrt{g \cdot h_1}} \quad \pi_5 = \frac{Q}{\sqrt{h_1^5 \cdot g}}$$

$$\pi_2 = \frac{V_2}{\sqrt{g \cdot h_1}} \quad \pi_4 = \frac{Q_{ABC}}{\sqrt{h_1^5 \cdot g}} \quad \pi_6 = \frac{h_{ABC}}{h_1}$$

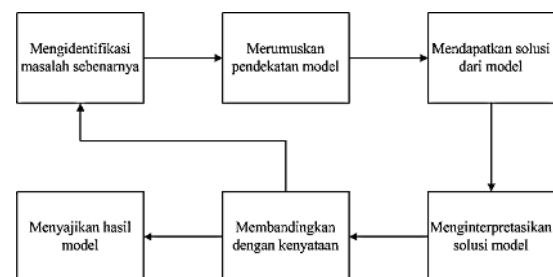
$$\pi_7 = \frac{h_2}{h_1}$$

Dalam hal ini:

- V_1 = Kecepatan aliran pada hulu ambang (m/dt).
- V_2 = Kecepatan aliran pada hilir ambang (m/dt).
- V_{ABC} = Kecepatan aliran pada curat (m/dt).
- Q_{ABC} = Debit yang melalui curat (m³/dt).
- Q = Debit yang melalui ambang (m³/dt).
- h_{ABC} = Tinggi muka air dari ½ diameter curat ke permukaan (m).
- h_2 = Tinggi muka air pada hilir ambang (m).
- h_1 = Tinggi muka air pada hulu ambang (m).
- g = percepatan gravitasi (m/dt²).

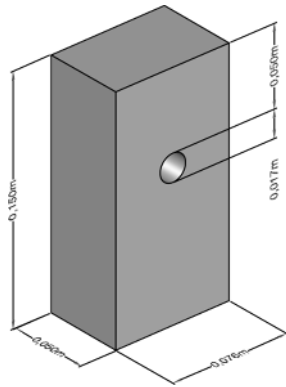
Tahap Pemodelan

Permasalahan yang muncul dalam rekayasa bangunan air tidak selalu dapat dipecahkan dengan persamaan-persamaan yang sudah ada. Hal ini disebabkan karena persamaan-persamaan yang telah diturunkan pada kondisi tertentu belum tentu sama dengan kondisi bangunan yang akan dikaji. Oleh sebab itu dengan bantuan model diharapkan bisa mendapatkan tingkat keandalan yang memadai. Aktivitas pemodelan melibatkan tahapan-tahapan yang jelas dan teridentifikasi, oleh sebab itu untuk membantu menyelesaikan permasalahan tersebut harus mengikuti tahapan-tahapan seperti diagram berikut:



Gambar 6. Tahap Pemodelan.

Pemahaman terhadap fenomena-fenomena yang terdapat pada permasalahan sangat penting agar model dapat diinterpretasikan ke dalam prototip dengan baik. Penelitian ini menggunakan model fisik tidak berskala (*non scale model*).

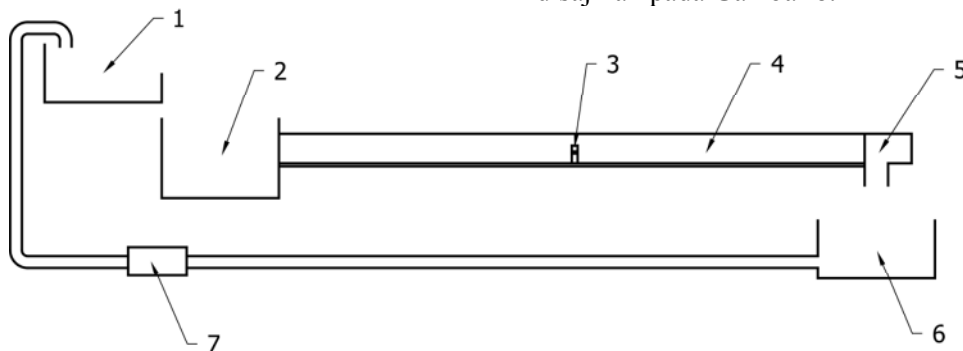


Gambar 7. Desain Model Fisik Ambang Bercurat.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat analitik, yaitu berdasarkan dalil untuk mendapatkan hubungan antar dua variabel atau lebih. Pendekatan yang dipakai bersifat deduksi, yaitu berdasarkan anggapan bahwa semua rumus yang digunakan dari awal penelitian dianggap benar.

Penelitian ini dilaksanakan di *flume* Laboratorium Hidrolika Dasar Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. Penelitian ini menggunakan peralatan yang telah tersedia pada laboratorium tersebut dan peralatan lain sesuai kebutuhan. Sketsa alat penelitian ini disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Sketsa Alat Penelitian.

Keterangan Gambar:

1. Alat ukur debit Thompson
2. Bak penenang
3. Model fisik bercurat
4. Saluran percobaan
5. Outlet saluran
6. Bak penampung
7. Pompa

Langkah-langkah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan kalibrasi debit untuk mendapatkan tingkat ketelitian yang lebih baik dalam pengukuran debit.
2. Melakukan kalibrasi alat ukur pitot untuk mendapatkan tingkat ketelitian yang lebih baik dalam pengukuran kecepatan.
3. Memasang ambang bercurat dengan dimensi yang sudah direncanakan pada *flume*.
4. Percobaan dilakukan dengan seri debit yang sudah ditentukan.
5. Mencatat semua data yang diperlukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalibrasi Alat Ukur Debit Thompson

Kalibrasi alat ukur debit Thompson bertujuan untuk mendapatkan ketelitian

pengukuran debit yang lebih baik dari debit hasil persamaan teoritis alat ukur Thompson:

$$Q = K \cdot h^{5/2}$$

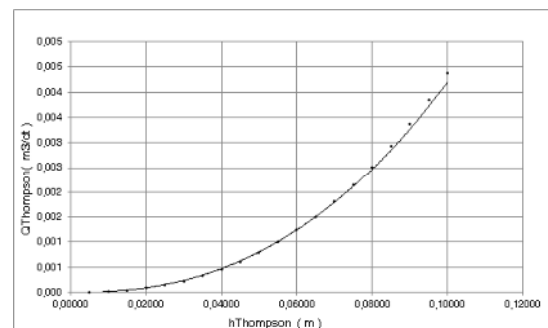
Dalam hal ini:

Q = debit Thompson (m^3/menit)

K = koefisien debit Thompson ($\text{m}^{1/2}/\text{menit}$)

h = tinggi muka air di atas mercu Thompson (m)

Dari hasil kalibrasi didapatkan lengkung debit Thompson yang baru sebagai berikut:



Gambar 9. Kalibrasi lengkung debit Thompson.

Lengkung debit di atas kemudian diregresikan sehingga menghasilkan persamaan berikut:

$$Q = 1,0087 \cdot h^{2,3809} \quad (9)$$

Dalam hal ini:

Q = debit Thompson (m^3/dt)

h = tinggi muka air di atas mercu Thompson (m)

Kalibrasi Alat Ukur Kecepatan Pitot

Kalibrasi alat ukur pitot dimaksudkan untuk mendapatkan nilai koefisien kecepatan yang sesuai dengan kondisi tabung pitot pada saat percobaan dilakukan. Koreksi diberikan pada koefisien pitot (C_p) melalui Persamaan pitot, yaitu:

$$V = C_p \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h_{\text{pitot}}} \quad (10)$$

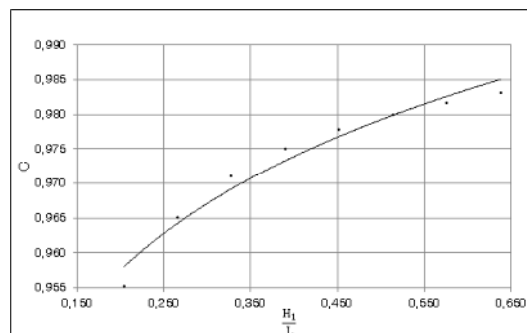
Dari hasil kalibrasi didapatkan nilai rata-rata koefisien kecepatan pitot yaitu 0,949.

Verifikasi

Verifikasi adalah suatu tahapan pembuktian bahwa parameter yang diperoleh di model sudah benar. Sebagaimana dijelaskan bahwa pengendalian debit yang mengalir melalui sebuah alat ukur debit Thompson yang secara bertahap akan memenuhi tampungan di hulu ambang. Apabila muka air di tampungan melebihi elevasi mercu ambang, maka air akan melimpas di atas ambang dengan ketinggian tertentu sesuai dengan hasil perhitungan tinggi muka air di atas ambang. Dari hasil percobaan didapatkan nilai rata-rata kesalahan relatif tinggi muka air di atas ambang yaitu 2,48 %.

Koefisien Debit Total Ambang (C)

Dari hasil analisa digambarkan lengkung hubungan antara perbandingan tinggi energi aliran di atas ambang dengan panjang ambang $\left(\frac{H_1}{L}\right)$ dengan koefisien debit total ambang (C):



Gambar 10. Hubungan antara $\frac{H_1}{L}$ dengan C.

Lengkung hubungan antara $\frac{H_1}{L}$ dengan C di atas kemudian diregresikan sehingga menghasilkan persamaan berikut:

$$C = 0,996 \cdot \frac{H_1}{L}^{0,0244} \quad (11)$$

dengan nilai C rata-rata adalah 0,974

Dalam hal ini:

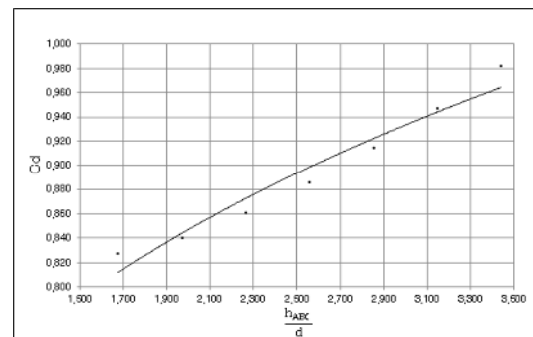
C = koefisien debit total ambang

H_1 = tinggi energi aliran di atas ambang (m)

L = panjang ambang (m)

Koefisien Debit Curat (Cd)

Dari hasil analisa digambarkan lengkung hubungan antara perbandingan tinggi muka air pada hulu curat dengan diameter curat $\frac{h_{ABC}}{d}$ terhadap koefisien debit curat C_d :



Gambar 11. Hubungan antara C_d dengan $\frac{h_{ABC}}{d}$.

Lengkung hubungan antara $\frac{h_{ABC}}{d}$ dengan C_d di atas kemudian diregresikan sehingga menghasilkan persamaan berikut:

$$C_d = 0,7173 \cdot \frac{h_{ABC}}{d}^{0,2396} \quad (12)$$

dengan nilai C_d rata-rata adalah 0,894

Dalam hal ini:

C_d = koefisien debit curat

h_{ABC} = tinggi muka air pada hulu curat (m)

d = diameter curat (m)

Batas Aliran Modular Curat

Aliran yang melewati curat adalah modular ketika tidak bergantung pada kedalaman air pada hilir curat. Dengan mengambil anggapan bahwa aliran subkritis, maka kedalaman air di hilir curat (h_2) tidak boleh melewati prosentase tertentu dari kedalaman air di hulu curat (h_{ABC}). Dari hasil percobaan didapatkan nilai rasio perbedaan muka air hilir dan muka air hulu $\frac{h_2}{h_{ABC}}$ supaya tidak menimbulkan aliran tenggelam antara

0,08 sampai 0,09. Artinya apabila nilai $\frac{h_2}{h_{ABC}} > 0,08$ maka mulai terjadi aliran tenggelam.

Pengukuran Debit Curat Pada Kondisi Aliran Tenggelam

Untuk pengukuran debit curat pada kondisi aliran tenggelam diperlukan data

tambahan yaitu tinggi muka air pada hilir curat. Sehingga tingkat redaman, yaitu perbandingan tinggi muka air di bagian hilir terhadap tinggi muka air hilir curat dapat ditentukan. Tabel 1 berikut menyajikan hasil pengukuran debit curat pada kondisi aliran tenggelam.

Tabel 1. Pengukuran Debit Curat pada Kondisi Aliran Tenggelam

Seri Debit	$h_{Thompson}$ (m)	$Q_{Thompson}$ (m ³ /dt)	b (m)	L (m)	d (m)	A (m ²)	h_{ABC} (m)	h_2 (m)	h_1 (m)	Δh_{Pint} (m)	C_p	V_1 (m/dt)	H_1 (m)	H_1/L	C_{ambang}	Q_1 (m ³ /dt)	Q_{ABC} (m ³ /dt)	Cek Q_{ABC}		h_2/h_{ABC}
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	[21]
1	0,030	0,000239	0,076	0,050	0,017	0,000227	0,0585	0,0051	0,0015	0,001	0,949	0,133	0,0024	0,048	0,926	0,000007	0,000232	0,000208	10,38	0,087
2	0,030	0,000239	0,076	0,050	0,017	0,000227	0,0585	0,0101	0,0031	0,001	0,949	0,133	0,0040	0,080	0,937	0,000021	0,000218	0,000198	9,18	0,173
3	0,030	0,000239	0,076	0,050	0,017	0,000227	0,0585	0,0151	0,0042	0,001	0,949	0,133	0,0051	0,102	0,943	0,000033	0,000205	0,000187	8,84	0,258
4	0,030	0,000239	0,076	0,050	0,017	0,000227	0,0585	0,0201	0,0053	0,001	0,949	0,133	0,0062	0,124	0,947	0,000047	0,000191	0,000176	7,91	0,344
5	0,030	0,000239	0,076	0,050	0,017	0,000227	0,0585	0,0251	0,0062	0,001	0,949	0,133	0,0071	0,142	0,950	0,000060	0,000178	0,000164	7,95	0,429
6	0,030	0,000239	0,076	0,050	0,017	0,000227	0,0585	0,0301	0,0072	0,001	0,949	0,133	0,0081	0,162	0,953	0,000076	0,000163	0,000151	7,11	0,515
7	0,030	0,000239	0,076	0,050	0,017	0,000227	0,0585	0,0351	0,0082	0,001	0,949	0,133	0,0091	0,182	0,956	0,000092	0,000146	0,000137	6,15	0,600
8	0,030	0,000239	0,076	0,050	0,017	0,000227	0,0585	0,0401	0,0092	0,001	0,949	0,133	0,0101	0,202	0,958	0,000110	0,000129	0,000122	5,37	0,685
9	0,030	0,000239	0,076	0,050	0,017	0,000227	0,0585	0,0451	0,0103	0,001	0,949	0,133	0,0112	0,224	0,961	0,000131	0,000108	0,000104	3,87	0,771
10	0,030	0,000239	0,076	0,050	0,017	0,000227	0,0585	0,0501	0,0115	0,001	0,949	0,133	0,0124	0,248	0,963	0,000154	0,000084	0,000082	2,39	0,856

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

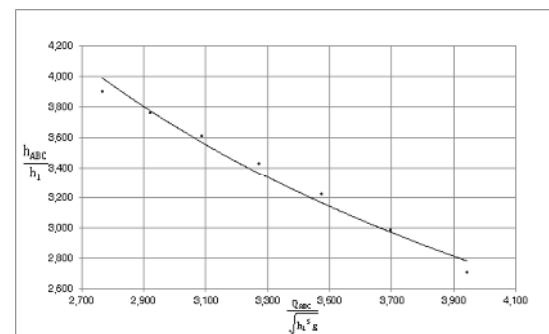
Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa aliran tenggelam mulai terjadi saat nilai $\frac{h_2}{h_{ABC}} > 0,08$.

Analisa Hubungan Antar Variabel-variabel Tak Berdimensi

Sesuai dengan analisa dimensi yang sudah dilakukan maka dapat dibuat suatu kurva hubungan antara variabel-variabel tak berdimensi (periksa Gambar 12). Penarikan garis regresi dilakukan dengan bantuan program komputer.

Bentuk kurva hubungan antar variabel ditentukan berdasarkan jumlah data hasil penelitian dan diagram pencar dalam sistem koordinat. Untuk mengetahui kuat tidaknya hubungan dua variabel atau lebih ditunjukkan oleh koefisien korelasi (r). Makin kuat hubungan tersebut, nilai korelasi makin mendekati harga 1 atau -1 dan sebaliknya.

Sedangkan untuk mengetahui besarnya pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikatnya digunakan koefisien determinasi (r^2). Berdasarkan analisa statistik, maka model regresi yang memberikan hasil lebih baik adalah:



Gambar 12. Hubungan antara $\frac{h_{ABC}}{h_1}$ dengan $\frac{Q_{ABC}}{\sqrt{h_1^5 g}}$.

Lengkung hubungan antara $\frac{h_{ABC}}{h_1}$ dengan $\frac{Q_{ABC}}{\sqrt{h_1^5 g}}$ di atas kemudian diregresikan sehingga menghasilkan persamaan berikut:

$$\frac{h_{ABC}}{h_1} = 11,233 \cdot \frac{Q_{ABC}}{\sqrt{h_1^5 g}}^{-1,018} \quad (13)$$

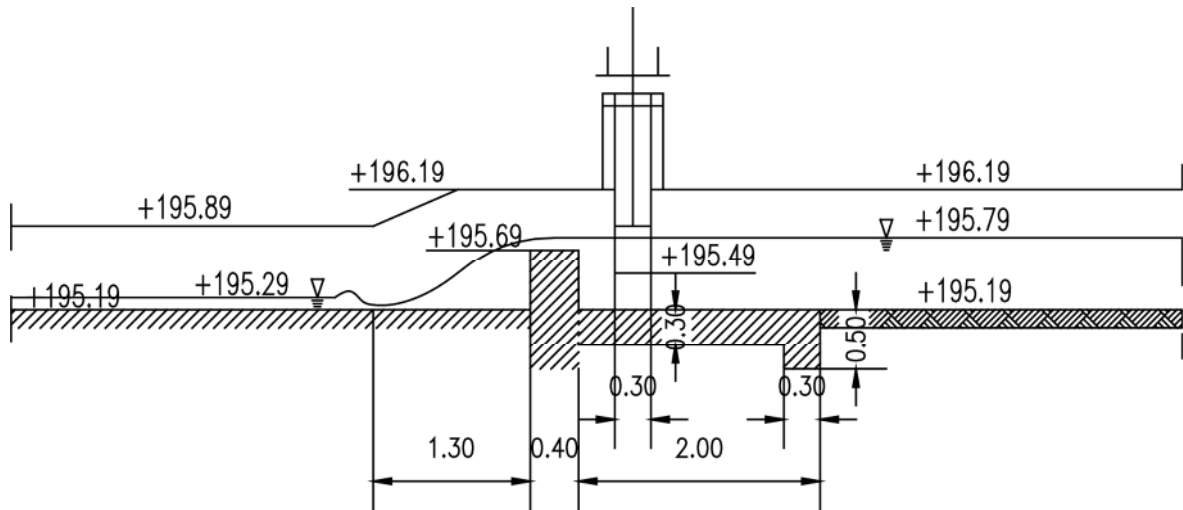
Dalam hal ini:

Q_{ABC} = debit yang mengalir melalui curat (m³/dt)

h_{ABC} = tinggi muka air pada hulu curat (m)

h_1 = tinggi muka air pada hulu ambang (m)

g = percepatan gravitasi bumi = 9,81 (m/dt²)



Gambar 15. Contoh Penerapan Potongan B – B Ambang.

Penyelesaian:

$$Q_{rencana} = 0,125 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Syarat: $Q_{ABC} \geq Q_{rencana}$

$$Q_{ABC} \geq 0,125 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$\frac{Q_{ABC}}{\sqrt{h_1^5 g}} = \frac{0,125}{\sqrt{0,104^5 \cdot 9,81}}$$

$$= 11,464$$

Menghitung tinggi muka air di hulu curat (h_{ABC}) dengan Persamaan 13:

$$\frac{h_{ABC}}{h_1} = 11,233 \cdot \frac{Q_{ABC}^{-1,018}}{\sqrt{h_1^5 g}}$$

$$= 11,233 \cdot (11,464)^{-1,018}$$

$$= 0,938$$

$$\frac{h_{ABC}}{0,104} = 0,938$$

$$h_{ABC} = 0,097 \text{ m}$$

direncanakan curat dengan diameter $d = 0,165 \text{ m}$

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,165^2$$

$$= 0,021 \text{ m}^2$$

Menghitung kapasitas debit curat dengan Persamaan 6:

Untuk keperluan praktis digunakan nilai C_d rata-rata yang diperoleh = 0,894

$$Q_{ABC} = C_d \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_{ABC}}$$

$$= 0,894 \cdot 0,021 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,097}$$

$$= 0,026 \text{ m}^3$$

Dengan menggunakan 5 curat, maka:

$$Q_{ABC} = 0,026 \cdot 5$$

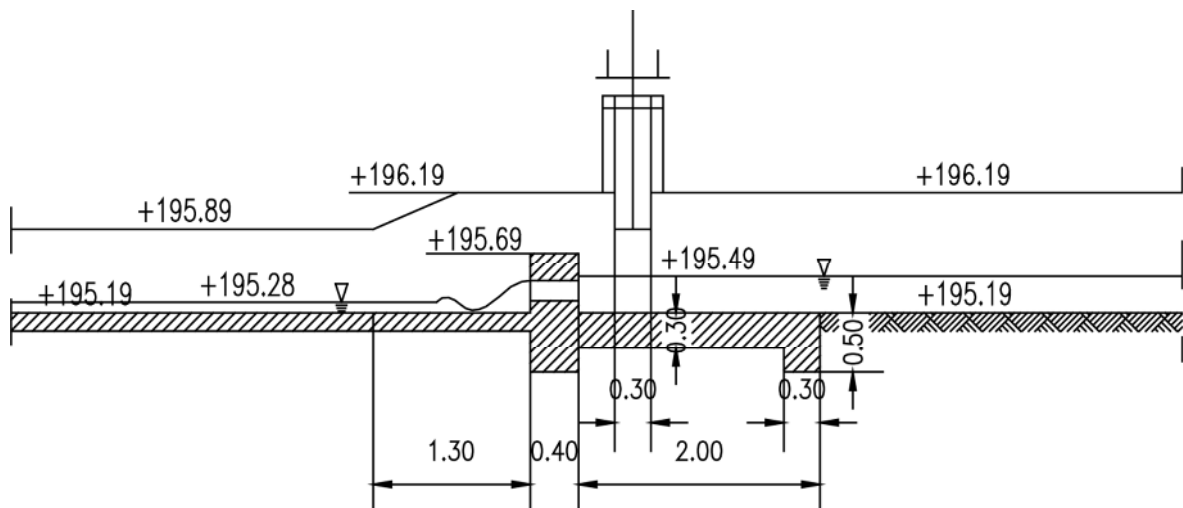
$$= 0,132 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{ABC} \geq Q_{rencana}$$

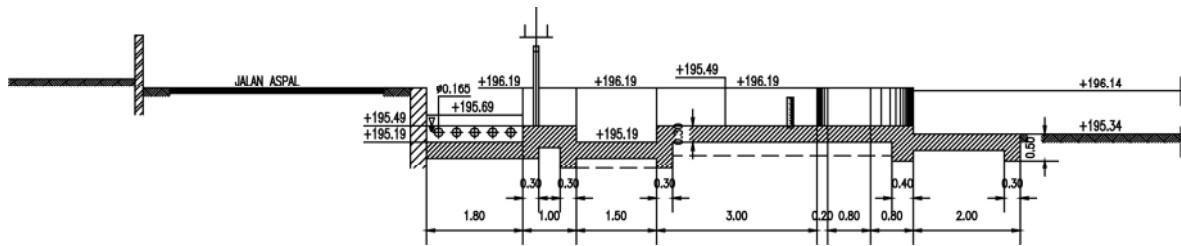
$$0,132 \geq 0,125$$

(Memenuhi)

Jadi digunakan 5 curat dengan diameter 0,165 m atau 6 inch dan jarak antar curat = 0,170 m.



Gambar 16. Contoh Penerapan Potongan B – B Ambang Bercurat.



Gambar 17. Contoh Penerapan Potongan A – A Ambang Bercurat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk menentukan dimensi ambang bercurat dapat didekati menggunakan kombinasi kurva hubungan antara $\frac{Q_{ABC}}{\sqrt{h_1^5 \cdot g}}$

dengan $\frac{h_{ABC}}{h_1}$ (periksa Gambar 12) atau menggunakan Persamaan $\frac{h_{ABC}}{h_1} = 11,233 \cdot$

$\frac{Q_{ABC}}{\sqrt{h_1^5 \cdot g}}^{-1,018}$ (Persamaan 13) dengan formulasi debit yang mengalir melalui curat:

- a. Pada kondisi aliran sempurna (aliran bebas):

$$Q_{ABC} = C_d \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_{ABC}}$$

- b. Pada kondisi aliran tenggelam (nilai $\frac{h_2}{h_{ABC}} \geq 0,08$):

$$Q_{ABC} = C_d \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_{ABC} - h_2)}$$

- c. Dalam hal ini penampang curat berbentuk lingkaran, sehingga:

- Luas penampang curat (A):

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

- Diameter curat (d):

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

Koefisien debit (Cd) ambang bercurat rata-ratanya bernilai 0,894. Artinya memiliki perbedaan yang signifikan jika dibandingkan dengan koefisien debit yang melalui lubang pada tanki yang nilai rata-ratanya 0,620.

2. Batas rasio perbedaan muka air hilir dan muka air hulu $\frac{h_2}{h_{ABC}}$ supaya tidak menimbulkan aliran tenggelam antara 0,08 sampai 0,09. Artinya apabila nilai $\frac{h_2}{h_{ABC}} > 0,08$ maka mulai terjadi aliran tenggelam.

3. Dengan kombinasi kurva hubungan antara $\frac{Q_{ABC}}{\sqrt{h_1^5 \cdot g}}$ dengan $\frac{h_{ABC}}{h_1}$ (periksa Gambar 12)

atau menggunakan Persamaan $\frac{h_{ABC}}{h_1} = 11,233 \cdot \frac{Q_{ABC}}{\sqrt{h_1^5 \cdot g}}^{-1,018}$ (Persamaan 13)

perencanaan ini mampu mengalirkan debit rencana sebesar 0,125 m³/dt menggunakan curat ukuran 0,165 m (6 inch) sebanyak 5 buah.

Saran

Mengacu pada hasil analisa penelitian dan kesimpulan, maka perlu disarankan beberapa hal, yaitu:

1. Pemanfaatan ambang bercurat akan lebih efektif jika dipakai pada saluran dengan lebar dasar tidak lebih dari 2 meter dengan tekanan air yang tidak terlalu besar.
2. Mengingat ada unsur ketidakpastian dalam fenomena aliran yang terjadi, serta untuk pengembangan penelitian selanjutnya, maka perlu dilakukan penelitian dengan jumlah curat lebih dari satu dengan posisi pemasangan tertentu.
3. Untuk mendapatkan hasil dengan tingkat keandalan yang lebih tinggi, sebaiknya untuk penelitian selanjutnya digunakan alat-alat penunjang penelitian yang memiliki ketelitian yang memadai.

DAFTAR PUSTAKA

- Bos, M. G (ed). 1989. *Discharge Measurement Structures*. Third Revised Edition. Wageningen: International Institute for Land Reclamation and Improvement/ILRI.
- de Vries, M. 1982. *Scale Models In Hydraulic Engineering*. Delft: International Institute for Hydraulic and Environmental Engineering.
- Edwards, D. & Hamson, M. 1989. *Guide to Mathematical Modelling*. London: Macmillan Education Ltd.

- Kuncoro, Y. T. 2012. *Uji Model Fisik Kapasitas Aliran Pada Lubang Pengisian Tampungan Di Bawah Saluran Drainasi (Underdrain Box Storage)*. Tesis. Tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Langhaar, H. L. 1951. *Dimensional Analysis and Theory of Models*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Priyantoro, D. 2010. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Buku Ajar. Tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi. Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Jilid II. Jakarta: NOVA.
- Triatmodjo, B. 1993. *Hidraulika I*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, B. 1995. *Hidraulika II*. Yogyakarta: Beta Offset.