

PENGARUH AMBANG -BERTALUD PADA BAK KONTROL DI SALURAN TERBUKA TERHADAP KONDISI ALIRAN

Agus Suhardono¹, Joko Setiono², Mona Shinta Safitri³

^{1,2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang
agus.suhardono@polinema.ac.ad¹, joko.setiono@polinema.ac.id², monashinta2003@gmail.com³

Abstrak

Bak kontrol pada saluran terbuka berfungsi sebagai bangunan pengontrol sedimen disaluran. Pada penelitian ini dilakukan pada bangunan bak kontrol dengan desain ambang yang bertalud, sehingga diharapkan bisa menambah kinerja aliran pada saluran terbuka pada sisi hilirnya. Penelitian ini menggunakan parameter $FR < 1$ (aliran sub kritis) terutama disisi hilir. Variabel debit yang bervariasi mulai debit kecil sampai besar untuk model 1 (talud 1:1) dan model 2 (talud 1:2). Hasil penelitian FR masih memenuhi, untuk model 1 disisi hulu nilai $FR = 0.277 - 0.295$, disisi hilir nilai $FR = 0.526 - 0.832$, sedangkan model 2 disisi hulu nilai $FR = 0.229 - 0.274$, disisi hilir nilai $FR = 0.185 - 0.864$. Kedalaman air pada Model 1 disisi hulu $H = (6.8 - 8.9)$ cm, disisi hilir $H = (3.1 - 5.3)$ cm sedangkan model 2 disisi hulu $H = (6.8 - 8.9)$ cm, disisi hilir $H = (3.0 - 8.9)$ cm. Menurut hukum kontinuitas besarnya debit konstan, hasil penelitian besarnya debit disetiap titik tinjau berbeda pada kedua model, sehingga menimbulkan reduksi debit., dengan nilai rata-rata reduksi debit (Cq), untuk model 1 $Cq = 1.036$ dan untuk model 2 nilai $Cq = 0.959$.

Kata Kunci : debit, aliran, saluran.

Abstract

The control basin in the open channel functions as a channeled sediment control building. In this research, this research was carried out in a menhole with a beralud sill design, so that it is expected to increase the flow performance of the open channel on the downstream side. This study uses the parameter $FR < 1$ (sub critical flow), especially the downstream side. The discharge variable varies from small to large for model 1 (talud 1: 1) and model 2 (talud 1: 2). The results of the FR research still fulfill, for model 1 on the upstream side the value of $FR = 0.277 - 0.295$, on the downstream side the value of $FR = 0.526 - 0.832$, while for model 2 on the upstream side the value of $FR = 0.229 - 0.274$, on the downstream side the value of $FR = 0.185 - 0.864$. The depth of water in Model 1 on the upstream side $H = (6.8 - 8.9)$ cm, on the downstream side $H = (3.1 - 5.3)$ cm while model 2 on the upstream side $H = (6.8 - 8.9)$ cm, on the downstream side $H = (3.0 - 8.9)$ cm . According to the law of continuity, the amount of constant discharge, the results of the study of the amount of discharge at each point of review are different in the two models, causing a reduction in discharge, with an average value of discharge reduction (Cq), for model 1 $Cq = 1.036$ and for model 2 the value of $Cq = 0.959$.

Keywords: discharge, flow, channel

Pendahuluan

Pada kawasan yang memiliki kondisi muka tanah yang datar permasalahan drainase menjadi problem yang cukup sulit diatasi, yaitu pengaturan kemiringan saluran yang terkadang bermasalah dengan elevasi muka air di saluran pembuang akhirnya. Penempatan biopori, sumur resapan, bangunan polder atau kolam retensi biasanya menjadi pilihan untuk mengatasi problematika tersebut. Keterbatasan lahan untuk membuat

Debit yang akan dijadikan variabel untuk penelitian ini dibuat secara variasi mulai dari debit kecil, sehingga akan dapat dianalisa terkait dengan kondisi aliran terutama disisi hilirnya, apakah masih memenuhi prinsip dasar aliran yang dipersyaratkan, yaitu aliran dengan kondisi sub-kritis.

Sumarauw,J, dkk (1993) Perilaku aliran melalui ambang telah diamati pula oleh terhadap aliran melewati ambang setengah lingkaran dan ambang tajam dimana peninggian muka air di sebelah hulu ambang diikuti oleh penurunan muka air di atas dasar saluran tepat di belangan sekat/ambang. akan dilakukan.

PENGARUH AMBANG -BERTALUD PADA BAK KONTROL DI SALURAN TERBUKA TERHADAP KONDISI ALIRAN

bangunan polder atau kolam retensi menjadi kendala penerapan bangunan tersebut.

Bak kontrol merupakan bangunan pelengkap saluran yang berfungsi sebagai penangkap sedimen pada penelitian ini bermaksud menjikan desain bak kontrol dengan ambang bertalud menjadi solusi dalam pengatur kemiringan saluran. drainase dikawasan yang kondisi permukaan tanahnya datar.

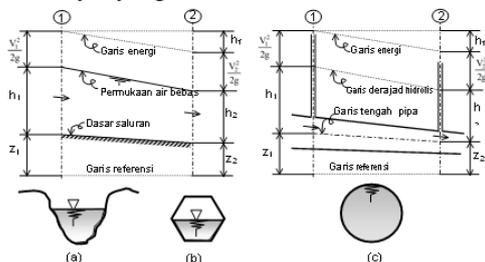
Suhardono Agus, Dkk (2019) Penelitian DIPA Reguler POLINEMA , Pengaruh penempatan bak kontrol tanpa ambang terhadap ketinggian air disisi hulu (diujung awal bak kontrol) dan hilir (diujung akhir bak kontrol) pada debit kecil menunjukkan adanya penurunan ketinggian tetapi semakin besar debit menunjukkan tidak ada penurunan. Perubahan ketinggian muka air mengakibatkan perubahan penampang saluran sehingga menyebabkan terjadi perubahan kecepatan aliran.

Saluran Drainase

Secara umum drainase didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan pada suatu kawasan. Desain drainase perkotaan memiliki keterkaitan dengan tata guna lahan, tata ruang kota, master plan drainase kota, dan kondisi sosial budaya masyarakat terhadap kedisiplinan dalam hal pembuangan sampah.

Saluran Terbuka

Hidrolika adalah ilmu yang mempelajari perilaku air secara fisik dalam arti perilaku perilaku yang ditelaah harus terukur secara fisik. Perilaku yang dipelajari meliputi hubungan antara debit air yang mengalir dalam pipa dikaitkan dengan diameter pipanya sehingga dapat diketahui gejala gejala yang timbul tekanan, kehilangan energi dan gaya gaya lainnya yang timbul.



Gambar 2.1. Aliran permukaan bebas pada saluran terbuka (a), aliran permukaan bebas pada saluran tertutup (b), dan aliran tertekan atau dalam pipa (c).

Aliran dalam saluran terbuka maupun saluran tertutup yang mempunyai permukaan bebas disebut aliran permukaan bebas (*free surface flow*) atau aliran saluran terbuka (*open channel flow*).

Permukaan bebas mempunyai tekanan sama dengan tekanan atmosfer. Jika pada aliran tidak terdapat permukaan bebas dan aliran dalam saluran penuh, aliran yang terjadi disebut aliran dalam pipa

Binilang Alex (2014) Setiap kenaikan debit aliran (Q) diikuti dengan kenaikan tinggi muka air sebelah hulu mbang dan kenaikan kecepatan aliran dan koefisien debit.

Air atau zat cair yang mengalir pada saluran terbuka mempunyai bidang kontak hanya pada dinding dan dasar saluran. Saluran terbuka dapat berupa :

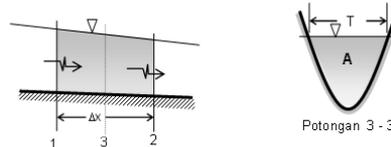
- Saluran alamiah atau buatan,
- Galian tanah dengan atau tanpa lapisan penahan,
- Terbuat dari pipa, beton, batu, bata, atau material lain,
- Dapat berbentuk persegi, segitiga, trapesium, lingkaran, tapal kuda, atau tidak beraturan.

Hidrolika Saluran Terbuka

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*).

Hukum Kontinuitas

Untuk menjabarkan persamaan kontinuitas, marilah kita tinjau aliran zat cair tidak mampu mapat di dalam suatu pias saluran terbuka, seperti pada Gambar berikut :



Gambar 2.2
Kontinuitas aliran dalam suatu pias

Pada saluran tersebut tidak terjadi aliran masuk atau keluar menembus dinding saluran, dan aliran adalah permanen. Apabila debit yang lewat pada tampang 3-3 besarnya sama dengan Q dan mempunyai kedalaman aliran h pada Δt, maka besarnya aliran netto yang lewat pada pias tersebut selama waktu Δt dapat didefinisikan sebagai :

$$\left\{ \left(Q - \frac{\partial Q}{\partial x} \cdot \frac{\Delta x}{2} \right) - \left(Q + \frac{\partial Q}{\partial x} \cdot \frac{\Delta x}{2} \right) \right\} \Delta t = - \frac{\partial Q}{\partial x} \Delta x \Delta t$$

Prinsip kontinuitas menyatakan bahwa jumlah pertambahan volume sama dengan besarnya aliran netto yang lewat pada pias tersebut, sehingga dengan menyamakan kedua persamaan diatas pada aliran tetap (*steady*) luas tampang basah tidak berubah selama Δt, sehingga menghasilkan persamaan berikut:

$$Q = \text{konstan atau}$$

PENGARUH AMBANG -BERTALUD PADA BAK KONTROL DI SALURAN TERBUKA TERHADAP KONDISI ALIRAN

(*pipe flow*) atau aliran tertekan (pressurized flow).

Dalam saluran tertutup kemungkinan dapat terjadi aliran bebas maupun aliran tertekan pada saat yang berbeda, misalnya gorong-gorong untuk drainase, pada saat normal alirannya bebas, sedang pada saat banjir karena hujan tiba-tiba air akan memenuhi gorong-gorong sehingga alirannya tertekan. Dapat juga terjadi pada ujung saluran tertutup yang satu terjadi aliran bebas, sementara ujung yang lain alirannya tertekan.

Jika kecepatan aliran lebih kecil daripada kecepatan kritis, maka alirannya disebut subkritis, dan jika kecepatan alirannya disebut superkritis.

Parameter yang menentukan ketiga jenis aliran tersebut adalah nisbah antara gaya gravitasi dan gaya inersia, yang dinyatakan dengan bilangan Froude (FR). Untuk saluran berbentuk persegi, bilangan Froude matematis dirumuskan sebagai berikut :

$$FR = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}}$$

dengan

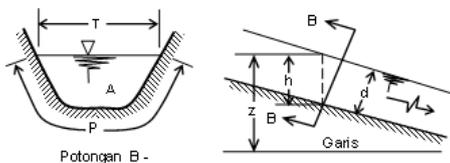
V = kecepatan aliran (m/det),

h = kedalaman aliran (m),

g = percepatan gravitasi (m/det²)

Parameter Hidrolis

Saluran dapat alamiah atau buatan. Ada beberapa macam sebutan untuk saluran alamiah; saluran panjang dengan kemiringan sedang yang dibuat dengan menggali tanah disebut kanal (canal). Parameter hidrolis merupakan bagian yang menunjukkan luas penampang saluran (A), keliling basah (P) dan Radius hidrolis (R) pada suatu saluran terbuka. Potongan yang diambil tegak lurus arah aliran disebut potongan melintang (cross section), sedangkan potongan yang diambil searah aliran disebut potongan memanjang.



Gambar 2.3

Potongan melintang dan memanjang saluran.

Keterangan

h = kedalaman aliran vertikal, adalah jarak vertikal antara titik terendah pada dasar saluran dan permukaan air (m)

d = kedalaman air normal, adalah kedalaman yang diukur tegak lurus terhadap garis aliran (m)

Z = adalah elevasi atau jarak vertikal antara permukaan air dan garis referensi tertentu (m)

T = lebar potongan melintang pada permukaan air (m),

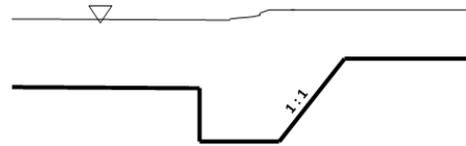
A = luas penampang basah yang diukur tegak lurus arah aliran (m²),

P = keliling basah, yaitu panjang garis

$$Q_1 = Q_2 \rightarrow A_1 V_1 = A_2 V_2$$

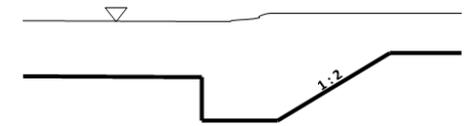
Kondisi Aliran

Aliran dikatakan kritis apabila kecepatan aliran sama dengan kecepatan gelombang gravitasi dengan amplitudo kecil. Gelombang gravitasi dapat dibangkitkan dengan merubah kedalaman.



Gambar 3.1. Model 1

Model Bak Kontrol dengan Ambang bertalud 1: 1



Gambar 3.2. Model 2

Model Bak Kontrol dengan Ambang bertalud 1: 2

Untuk mendapatkan hasil penelitian pada model 1 dan model 2 agar sesuai dengan rumusan masalah, maka terdapat variabel yang berubah dan variabel yang tetap, sebagai berikut :

- 1) Variabel Berubah : Penerapan Q sebanyak 3 (tiga) kali, yaitu dari Q besar ke Q kecil, (Q₁, Q₂ dan Q₃)
- 2) Variabel Tidak Berubah (Tetap) : Lebar saluran (B), kemiringan saluran (S), tinggi ambang (t) dan lebar bak kontrol
- 3) Hasil yang dicatat dan di analisa adalah : ketinggian muka air, kecepatan dan analisa kondisi aliran dari nilai bilangan Froud, FR

Pengambilan Data

Pengukuran kecepatan pada penelitian ini menggunakan alat *Current meter* pada setiap titik tinjau pengamatan pada sisi hulu, sisi tengah bak kontrol dan sisi hilir setelah ambang. Pengukuran kecepatan dilakukan pada bagian bawah, tengah dan atas untuk setiap titik tinjau dengan pembacaan selama tiga kali untuk masing-masing pembacaan.

Hasil dan Pembahasan

Profil Aliran

Berdasarkan hasil pengamatan profil aliran, penempatan titik tinjau disisi hulu, sisi bak kotrol dan sisi hilir. Jarak antar titik tinjau hasil penelitian dapat dilihat sebagaimana gambar berikut :

PENGARUH AMBANG -BERTALUD PADA BAK KONTROL DI SALURAN TERBUKA TERHADAP KONDISI ALIRAN

persinggungan antara air dan dinding dan atau dasar saluran yang diukur tegak lurus arah aliran,

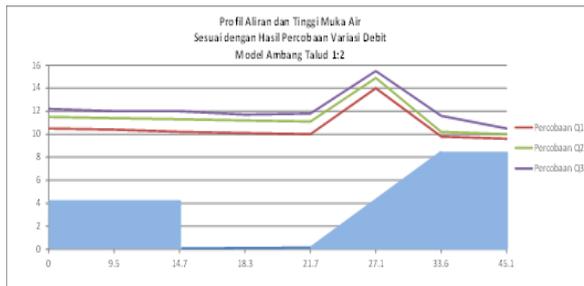
R = jari-jari hidraulik, $R = A/P$ (m), dan

D = kedalaman hidraulik, $D = A/T$ (m).

Metode Penelitian

Model dan Variabel Uji

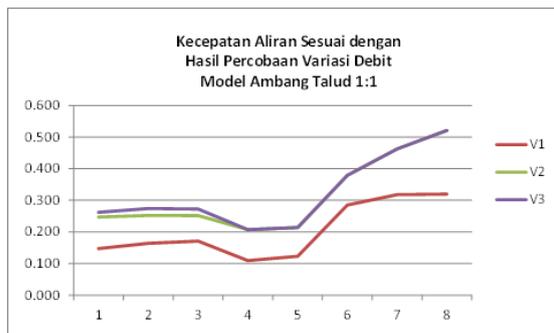
Model benda uji yang digunakan adalah desain bak kontrol dengan ambang bertalud yang dipasang pada saluran, adapun talud yang digunakan ada 1:1 dan 1:2, sebagaimana gambar berikut ini :



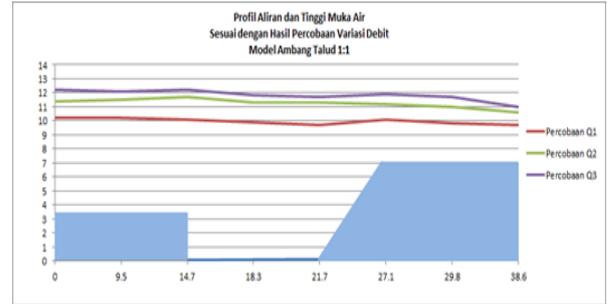
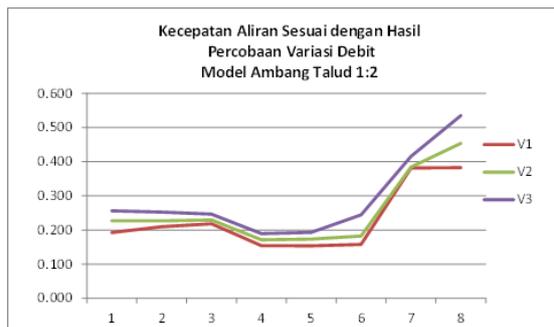
Gambar 4.2. Profil Aliran Model 2 pada penerapan Q1, Q2 dan Q3

Kecepatan Aliran

Hasil pencatatan rata-rata kecepatan, V untuk model 1 dan model 2 dimana V_1 merupakan kecepatan aliran setiap titik tinjau pada debit rendah (Q1), V_2 merupakan kecepatan aliran setiap titik tinjau pada debit sedang (Q2) dan V_3 merupakan kecepatan aliran setiap titik tinjau pada debit tinggi (Q3), disajikan dalam gambar grafik berikut :



Gambar 4.3. Kecepatan Aliran pada Model 1



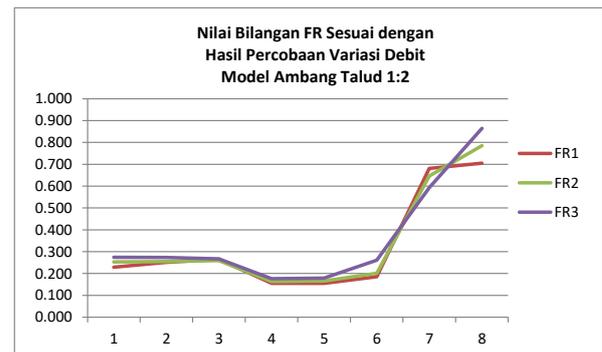
Gambar 4.1. Profil Aliran Model 1 pada penerapan Q1, Q2 dan Q

jika aliran kritis $FR = 1$ yang diambil pada $V = 0.521$ m/dt di bagian hilir setelah ambang untuk debit tinggi, Q3 maka H kritis = 2.77 cm, sehingga masih aman.

Pada model 2 kedalaman disisi hilir $H = 3.9$ cm, jika aliran kritis $FR = 1$ yang diambil pada $V=0.535$ m/dt di bagian hilir setelah ambang untuk debit tinggi, Q3 maka H kritis = 2.91 cm, sehingga masih aman.



Gambar 4.5. Nilai FR setiap Titik Tinjau pada variasi Q di Model 1



Gambar 4.6. Nilai FR setiap Titik Tinjau pada variasi Q di Model 2

Debit Aliran

Perubahan kedalaman air berdampak pada perubahan luas penampang untuk semua pemberlakuan debit pada model 1 dan model 2, maka luas penampang mengalami penyusutan (mengecil) pada bagian hilir, hal ini akibat penempatan ambang yang elevasinya dinaikkan sebesar 2 (dua) kalinya dari elevasi sisi hulunya, sesuai dengan hukum kontinuitas $Q_{hilir} = Q_{hulu}$, maka terjadi kenaikan pada sisi hilir yang

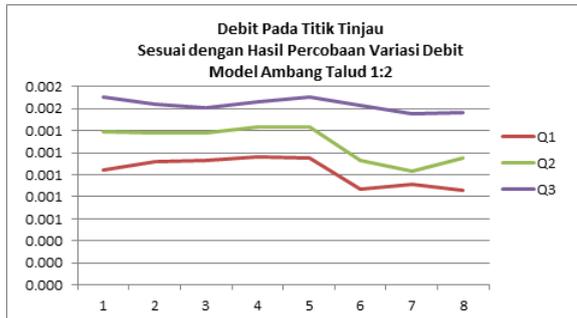
PENGARUH AMBANG -BERTALUD PADA BAK KONTROL DI SALURAN TERBUKA TERHADAP KONDISI ALIRAN

Gambar 4.4. Kecepatan Aliran pada Model 2

Kondisi Aliran

Kondisi aliran model 1 dan model 2 secara keseluruhan masih memenuhi kriteria nilai $FR < 1$ atau aliran sub kritis, walaupun pada bentang di bak kontrol menunjukkan nilai FR yang sangat kecil, namun pada sisi hilir setelah ambang masih memenuhi untuk semua variasi debit yang diterapkan dalam penelitian ini.

Pada model 1 kedalaman disisi hilir $H = 4,4$ cm,



Gambar 4.8 Analisa Perhitungan Debit disetiap Titik Tinjau Model 2

Berikut contoh Tabel perhitungan C_q untuk debit tinggi (Q_3) pada model 1 dan model 2 :

Tabel 4.1. Nilai reduksi debit, C_q pada Model 1 untuk debit penerapan debit tinggi (Q_3)

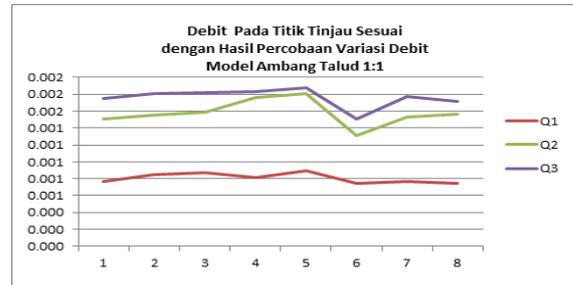
Titik tinjau	A (m ²)	V (m/dt)	Q (m ³ /dt)	C_q
1	0.007	0.2623	0.0018	1.000
2	0.007	0.2741	0.0018	1.033
3	0.007	0.2726	0.0018	1.039
4	0.009	0.2073	0.0018	1.048
5	0.009	0.2140	0.0019	1.072
6	0.004	0.3793	0.0015	0.861
7	0.004	0.4629	0.0018	1.011
8	0.003	0.5209	0.0017	0.982
		Rata- rata C_q		1.006

Sumber ; Hasil Perhitungan

Tabel 4.2. Nilai reduksi debit, C_q pada Model 2 untuk debit penerapan debit tinggi (Q_3)

Titik tinjau	A (m ²)	V (m/dt)	Q (m ³ /dt)	C_q
1	0.0067	0.256	0.00171	1
2	0.0065	0.252	0.00165	0.964
3	0.0065	0.246	0.00161	0.941
4	0.0088	0.189	0.00166	0.972

mengalami pengecilan luas panampang, akibat ketinggian air yang turun .



Gambar 4.7. Analisa Perhitungan Debit disetiap Titik Tinjau Model 1

sehingga jika menggunakan azas hukum kontinuitas bahwa debit disetiap titik saluran harus sama. Perubahan debit menandakan adanya nilai reduksi debit yang dalam penelitian ini diberi simbol C_q , dimana C_q merupakan perbandingan debit normal sebelum adanya perubahan penampang dibagi dengan debit hasil perhitungan disetiap titik tinjau.

Untuk model 1 dari penerapan variasi debit yang dilakukan, maka rata-rata $C_q = 1.036$, dengan membandingkan dengan model 2 rata-rata $C_q = 0.959$ yang lebih kecil, sehingga menunjukkan adanya pengaruh perubahan talud terhadap besarnya nilai C_q .

Kesimpulan

Penerapan model bak kontrol dengan ambang bertalud pada penelitian ini, yang menggunakan dua model talud, yaitu model 1 dengan talud 1:1 dan model 2 menggunakan talud 1:2, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut

- 1) Kondisi profil aliran saluran dengan bak kontrol dan kontrol bertalud untuk kedua model menunjukkan adanya pengaruh tinggi muka air yang berubah di bagian hilir, namun panjang bentang perubahan pada model satu lebih pendek dari model 2, pada model 1 panjang aliran sebesar 38.6 cm sedangkan pada model 2 sebesar 45.1 cm.
- 2) Kondisi aliran, nilai bilangan froud, FR pada saluran dengan bak kontrol dan kontrol bertalud pada kedua model yang di analisa dari kedalaman hidrolis yang terjadi terutama pada hilir menunjukkan masih berada pada nilai FR yang memenuhi, yaitu $FR < 1$ atau aliran sub-kritis dengan nilai kedalaman pada debit yang tinggi pada model 1, $V = 0.521$ m/dt, $H = 4.4$ cm, $FR = 0.792$ dimana $H_{kritis} = 2.77$ cm sedangkan model 2, $V = 0.535$ m/dt, $H = 3.9$ cm, $FR = 0.865$ dimana $H_{kritis} = 2.914$ cm.

Kondisi aliran ini menjadi bahan yang dapat dipertimbangkan dalam penentuan dasar saluran pada sisi hilir setelah bak kontrol terutama pada

PENGARUH AMBANG -BERTALUD PADA BAK KONTROL DI SALURAN TERBUKA TERHADAP KONDISI ALIRAN

5	0.0089	0.193	0.00171	0.999
6	0.0067	0.244	0.00162	0.953
7	0.0036	0.415	0.00156	0.911
8	0.0067	0.535	0.00156	0.915
		Rata- rata Cq		0.957

Sumber ; Hasil Perhitungan

Perubahan debit pada setiap titik tinjau mengindikasikan adanya pengaruh penempatan bak kontrol dan ambang pada model 1 maupun model 2,

Saran

- 1) Dalam penelitian ini masih menggunakan satu variabel saja yaitu debit, sehingga bisa diterapkan variabel lain seperti sloop saluran.
- 2) Adanya problem genangan pada saat hujan atau debit yang kecil pada bak kontrol, maka dapat dikombinasi dengan bak kontrol yang mampu meresapkan air atau resapan.

DAFTAR PUSTAKA

- Binilan Alex, 2014, Pengaruh Hubungan Antar Parameter Hidrolis terhadap Sifat Aliran Melewati Pelimpah Bulat Dan Setengah Lingkaran Pada Saluran Terbuka, Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol.4 No.1
- Chow, V. T. (1997). Hidrolika Saluran Terbuka. Jakarta: Erlangga.
- Martodiputro, M. 1979. Penyelidikan Hidrolis Endung Dengan Model Sistematis Padasaluran Kaca 2 Dimensi. Kerjasamapuslitbang Air Dep. PU Dan Lapi Itbbandung.
- Suhardono Agus, Dkk, 2019, Pengaruh Penempatan Bangunan Bak Kontrol Dan Ambang Untuk Mengatasi Kemiringan Saluran Pada Kawasan Yang Datar, Penelitian Reguler POLINEMA
- Sukarno, Dkk. 1992. Koefisien Dan Respons Aliran Pada Saluran Terbuka Ukuran Kecil Yang Melalui Pintu Sorong Dan Ambang. Laboratorium Hidraulik Fak. Teknik Unsrat.
- Sumarauw, J., Dkk. 1993. Visualisasi Aliran Di Atas Ambang Setengah Lingkaran Dan Tajam. Laboratorium Hidraulik Fak. Teknik Unsrat.
- Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan, Penerbit Andi, Jogjakarta.

daerah yang datar elevasi muka tanahnya.

- 3) Besarnya debit yang terjadi disetiap titik tinjau dipengaruhi oleh kecepatan (V) dan penampang (A) karena B tetap maka kedalaman hidrolis yang sangat berpengaruh. Perubahan debit menunjukkan adanya nilai reduksi debit (C_q) pada bagian hilir bak kontrol dan ambang bertalud ini, pada model 1 rata-rata $C_q = 1.036$ dan pada model 2 rata-rata $C_q = 0.959$, dimana angka ini dapat diaplikasikan dalam perencanaan saluran yang menggunakan model dalam penelitian ini.