

KARAKTERISTIK PARAMETER HIDROLIS ALIRAN MELALUI AMBANG PADA SALURAN TERBUKA

Alex Binilang

Abstrak

Perencanaan bangunan air seperti bendungan, saluran irigasi, dan bangunan air lainnya memerlukan gambaran tentang suatu fenomena hidrolis aliran yang melewati bangunan-bangunan tersebut. Setiap kondisi aliran baik sebelum, sedang, dan sesudah melewati bangunan masing-masing memiliki karakteristik/kecenderungan tersendiri. Ketidakjelasan pemahaman profil aliran dan hubungan antara masing-masing karakteristik, merupakan permasalahan yang dapat menimbulkan kesalahan dalam perencanaan.

Dari hasil percobaan telah diperoleh suatu gambaran tentang karakteristik perubahan energi akibat adanya suatu gangguan pada aliran, dalam hal ini adanya pembendungan. Fenomena hubungan antara kedalaman aliran udik di atas ambang (H_{e1}) dengan debit aliran (Q) menyatakan bahwa semakin besar debit aliran maka akan semakin besar kedalaman H_{e1}

Sedangkan untuk kepentingan perencanaan diketahui bahwa pada nilai H_{e1} +/- 4 cm akan dapat diperoleh suatu nilai koefisien debit C sebesar +/- 1,1 sesuai tinggi muka air yang dikehendaki.

Perubahan kondisi aliran dari loncat I ke II, maka kedalaman air sebelah hilir ambang Y_2 tidak memberikan perubahan kepada kedalaman air sebelah udik Y_1 . Perubahan kedalaman sebelah udik yang relatif kecil terjadi pada kondisi peralihan untuk ambang lebar dan ambang tajam. Sedangkan pada kondisi Tenggelam I dan II perubahan kedalaman Y_1 relatif besar dibandingkan dengan kondisi peralihan.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam merencanakan bangunan-bangunan air seperti bendungan, saluran irigasi, dan bangunan air lainnya sangat diperlukan suatu gambaran tentang suatu fenomena hidrolis aliran yang melewati bangunan-bangunan tersebut. Hal ini dapat dilakukan melalui suatu penelitian terhadap aliran melalui saluran terbuka berukuran kecil yang melewati berbagai bentuk model bangunan. Dengan fenomena aliran yang diperoleh, maka dapat dikembangkan kajian yang lebih diperoleh, maka dapat dikembangkan kajian yang lebih lanjut terhadap bangunan-bangunan prototype sebagai suatu acuan perencanaan, dimana parameter-parameter yang digunakan dalam penelitian tersebut dapat diterapkan dalam perencanaan di lapangan.

1.2. Permasalahan

Karakteristik aliran sebelum, sedang, dan sesudah melewati bangunan masing-masing memiliki kecenderungan tersendiri. Ketidakjelasan pemahaman profil aliran dan hubungan antara masing-masing karakteristik, merupakan permasalahan yang dapat menimbulkan kesalahan dalam perencanaan. Mengingat sangat luasnya cakupan materi kajian tentang karakteristik aliran, maka dalam penelitian ini hanya akan dibatasi pada

aliran yang melalui suatu ambang lebar dan tajam yang menggambarkan suatu kecenderungan karakteristik aliran melalui bendungan.

II. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

2.1. Tujuan penelitian

Adapun yang menjadi tujuan penelitian ini adalah :

- Menggambarkan tentang profil aliran sebelum, sedang, dan sesudah melewati ambang.
- Mengkaji pengaruh tinggi muka air sebelah udik ambang terhadap besarnya debit aliran.
- Mengkaji pengaruh tinggi muka air sebelah hilir ambang terhadap tinggi muka air sebelah udik.

2.2. Manfaat penelitian

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini akan dijadikan sebagai suatu acuan dalam pengujian suatu model bendung untuk aliran 2 dimensi.

III. TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Penelitian terdahulu

Martono M. (1979) dalam kerjasama antara Balitbang Air Departemen PU dan LAPI ITB telah melaksanakan penelitiannya terhadap karakteristik aliran melalui bendung dengan model sistematik pada saluran kaca 2 dimensi, dimana fenomena

aliran yang ada menggambarkan suatu fenomena aliran yang sesuai dengan aliran melalui saluran berukuran kecil.

Sukarno, dkk (1992) dalam beberapa kali percobaan telah menggambarkan suatu fenomena aliran pada saluran terbuka ukuran kecil baik yang melalui pintu sorong maupun melalui suatu ambang lebar dan tajam, dimana pengamatan dilakukan hanya terhadap pola aliran dan koefisien pengaliran tanpa melakukan perlakuan perubahan tinggi muka air bagian hilir, yang dalam penelitian ini justru akan dilakukan.

Perilaku aliran melalui ambang telah diamati pula oleh Sumaraw, J, dkk (1993) 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.

3.2. Tinjauan umum teoritis Aliran di atas sekat/ambang

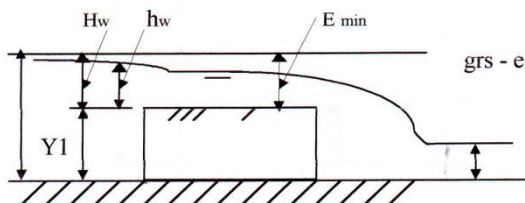
Bangunan jenis sekat/ambang banyak digunakan dalam saluran terbuka berfungsi untuk mengendalikan tinggi muka air di hulu serta mengukur debit aliran. Untuk kepentingan kedua hal tersebut di atas, maka sekat/ambang bertindak sebagai rintangan yang membantu menciptakan kondisi energi minimum dalam suatu aliran lambat. Pada saat banjir sekat/ambang yang berada dalam suatu saluran berhenti berfungsi sebagai bangunan pengendali, dimana muka air sebelah hilir meninggi dan menenggelamkan ambang/sekat tersebut.

Perubahan geometri aliran yang menyebabkan tidak dicapainya kondisi energi minimum dinyatakan melalui perbandingan antara kedalaman di hilir dan di hulu.

3.3. Aliran di atas ambang lebar sesuai garis arus.

$$H_w \approx E_{\min} = \frac{3}{2} y_c = \frac{3}{2} \left[\frac{Q^2}{gb^2} \right]^{1/3} \dots\dots\dots 1$$

Pada gambar 1 digambarkan suatu profil ambang bermercu lebar, yang ujung hulunya melengkung.



Gambar 1. Ambang mercu lebar

Bila suatu ambang bermercu lebar bekerja sebagai suatu pengendali maka debit aliran dapat diperkirakan melalui rumus 1 (dengan asumsi

bahwa aliran paralel, tidak kental, dan melalui saluran 4-persegi panjang) sebagai :

- dimana : y_c = kedalaman kritis aliran
- g = kecepatan gravitasi
- b = lebar saluran
- Q = Debit aliran

Dalam praktek asumsi aliran adalah paralel dan distribusi tekanan hidrostatis di atas bendung lebar tidak berlaku. Kedalaman tidak sama dengan kedalaman kritis walaupun terjadi kondisi energi minimum, karena semua batasan aliran di sebelah hilir telah dihilangkan. Perbedaan-perbedaan lainnya timbul akibat kehilangan energi yang terjadi akibat tegangan kekentalan serta akibat E_{\min} diganti oleh h_w .

Semua perbedaan ini dikumpulkan dalam suatu koefisien C_w , yakni :

$$C_w = Q / \left[\frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3} g} \right] b h_w^{3/2} \dots\dots(2)$$

C_w adalah fungsi dari H_w , bentuk ujung hulu bendung, dan kekasaran puncak bendung.

Untuk sekat/ambang prototype, maka C_w berkisar antara $0,95 < C_w = 1$, bilamana :

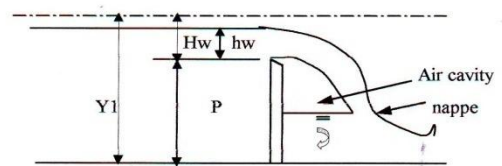
$$0,2 < H_w / L < 0,6.$$

Debit aliran (Q), dihitung dari hasil pembacaan beda tinggi air raksa (Δh) pada manometer, dimana :

$$Q = 171,81\pi \sqrt{\Delta h} \dots\dots\dots(3)$$

3.4. Aliran di atas sekat mercu tajam

Profil sekat bermercu tajam sebagaimana pada gambar 2 sangat baik digunakan sebagai pengukur debit di laboratorium.



Gambar 2. Ambang mercu tajam

Aliran memisahkan diri dari batas padat ujung mercu yang tajam dan kemudian terjun akibat pengaruh gravitasi. Oleh karena aliran sangat melengkung, maka tekanan dalam fluida di atas mercu tajam akan lebih kecil daripada tekanan hidrostatis.

Dengan demikian debit di atas sekat mercu tajam akan lebih besar daripada debit yang melalui ambang mercu lebar, untuk harga H_w yang sama.

Derajat kelengkungan untuk sekat mercu tajam bergantung pada harga h_w/P . Untuk

mudahnya maka aliran di atas sekat ini dinyatakan melalui persamaan (2.2), dimana koefisien C_w berkisar antara :

$$1,06 < C_w < 1,73, \text{ jika } 0 < h_w / P < 4,9.$$

IV. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yang meliputi pengamatan/pengukuran terhadap parameter-parameter aliran pada saluran kecil, seperti :

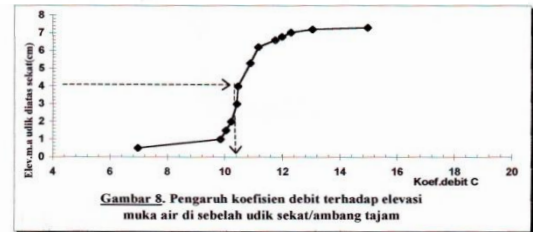
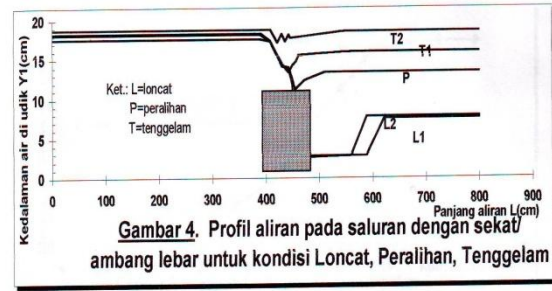
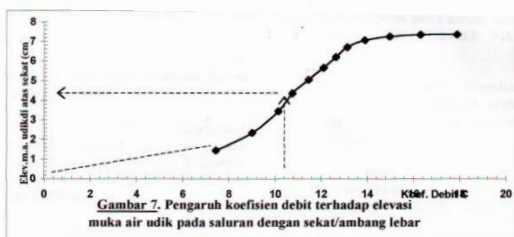
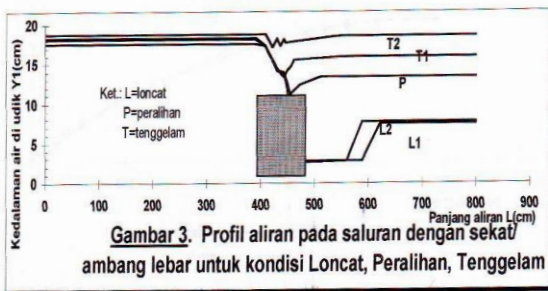
1. Debit aliran, melalui pembacaan venturi meter.
2. Tinggi muka air sebelah hilir dan udik ambang/sekat.
3. Tinggi muka air diatas ambang/sekat.

Pengamatan/pengukuran terhadap setiap parameter pada masing-masing sekat/ambang dilakukan berulang terhadap sejumlah 10 variasi debit aliran. Sedangkan profil aliran digambarkan berdasarkan hasil pengukuran dari 1 debit aliran pada masing-masing ambang dengan 5 perubahan tinggi muka air di bagian hilir sekat/ambang.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

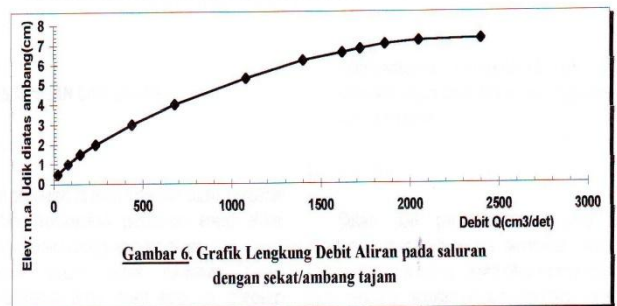
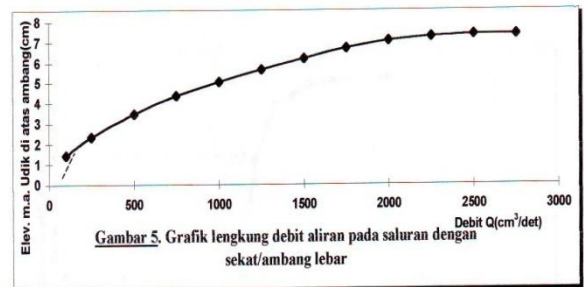
5.1. Profil aliran melewati sekat/ambang

Grafik profil aliran memperlihatkan terjadinya perubahan karakteristik energi pada aliran yang melalui ambang lebar maupun tajam, akibat dari gangguan yang disebabkan oleh sekat/ambang itu sendiri. Pada kondisi loncat, perubahan tinggi muka air di hilir tidak mempengaruhi tinggi muka air di hulu/udik. Sedangkan pada kondisi tenggelam, maka perubahan tinggi muka air di hilir mempengaruhi perubahan tinggi muka air di hulu, yang secara sketsa kondisi aliran tersebut dapat dilihat pada gambar 3 dan 4.



5.2. Lengkung Debit Aliran

Dari gambar 5 dan 6 dapat dipahami adanya suatu fenomena lengkung debit yang menggambarkan bahwa semakin bertambah kedalaman air di sebelah udik sekat/ambang maka semakin besar pula debit aliran yang melaluinya. Dengan kata lain bahwa debit aliran pada suatu saluran/sungai sangat dipengaruhi oleh besarnya tumpungan air di sebelah hulu bendung.



5.3. Koefisien Debit Aliran

Untuk kebutuhan perencanaan suatu bendung, maka fungsi koefisien debit aliran C sangat diperlukan. Hal ini dikarenakan nilai C tersebut akan mempengaruhi elevasi muka air di

sebelah udik bendung. Melalui grafik yang berbentuk sigmod pada gambar 7 dan 8, dapat diperoleh besaran nilai Cd rencana sebesar +/- 1,1 sesuai dengan nilai H_e1 +/- 4 cm. Di sini dimaksudkan bahwa nilai koefisien debit C untuk perencanaan suatu bendung adalah sesuai dengan tinggi muka air yang dikehendaki. Pemilihan nilai Cd tersebut yakni pada saat harga C hampir konstan.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

- a. Dari penelitian ini telah diperoleh suatu gambaran tentang karakteristik perubahan energi akibat adanya suatu gangguan pada aliran.
- b. Secara umum dapat dikatakan bahwa pertambahan tinggi muka aliran air disebelah hulu sekat/ambang akan berubah sesuai dengan pertambahan debit aliran tersebut.
- c. Perencanaan bendung berdasarkan nilai Cd yang diperoleh, dapat dilakukan sesuai tinggi muka air yang diinginkan.

6.2. Saran

Selain dari pengujian/analisis yang telah dilakukan terhadap beberapa fenomena aliran dari masing-masing ambang, maka perlu kiranya diadakan suatu penelitian lanjutan untuk memperoleh gambaran perbedaan secara proporsional berbagai karakteristik aliran akibat kedua ambang tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Jain, A.K. 1976, Fluid Mechanics. A Textbook for Engineering Students. Khana Publisher. Dehli-6.
- Martodiputro, M. 1979. Penyelidikan hidrolis bendung dengan model sistematik pada saluran kaca 2 dimensi. Kerjasama Puslitbang Air Dep. PU dan Lapi ITB Bandung.
- 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.
- Instruction Manual For Glass Side Tilting Flume S5. Armfield Technical Education CO.LTD., England.