

PERILAKU HUBUNGAN ANTAR PARAMETER HIDROLIS AIR LONCAT MELALUI PINTU SORONG PADA SALURAN TERBUKA

Alex Binilang

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

ABSTRAK

Pemanfaatan energi aliran pada air loncat secara maksimal disatu pihak dan pelepasan/ penghancuran energi yang mengakibatkan kerusakan pada struktur bangunan hidraulik di pihak lainnya menjadi permasalahan tersendiri dalam suatu sistem pengaliran.

Melalui penelitian ini dapat diberikan gambaran tentang keberadaan aliran berdasarkan pada pengukuran dan perhitungan secara teoritis, yang meliputi : hubungan antara perubahan energi aliran terhadap perubahan nilai ratio kedalaman hilir dan hulu air loncat. Selain itu dilakukan juga pengkajian terhadap pengaruh perubahan bilangan Froude akibat perubahan nilai ratio kedalaman hilir dan hulu air loncat, serta pengaruh perubahan bilangan Froude terhadap besaran nilai ratio panjang air loncat dan kedalamannya.

Dari hasil pengukuran dan analisis yang dilakukan telah diperoleh gambaran karakteristik aliran yang divisualisasikan melalui grafik, yang pada intinya menyatakan bahwa terjadi kesesuaian nilai ratio Y_b/Y_a hasil pengukuran terhadap nilai ratio Y_b/Y_a hasil analisis. Selain itu kehilangan energi akan tergantung pada nilai ratio antara kedalaman air sebelah hilir terhadap kedalaman sebelah hulu air loncat. Demikianpun besar kecilnya bilangan Froude akan mempengaruhi besar kecilnya nilai ratio antara panjang air loncat terhadap kedalaman hilir dan juga nilai ratio kedalaman aliran sebelah hilir dan hulu air loncat.

Kata kunci: air loncat, energi aliran, bilangan Froude, hilir, hulu

PENDAHULUAN

Dalam melakukan suatu perencanaan bangunan-bangunan air misalnya saluran irigasi, bangunan pengendali sedimen, bangunan pengaduk/pencampur bahan kimia pada instalasi penjernihan air, dan bangunan lainnya maka fenomena perubahan perilaku hubungan antar parameter hidrolis dari air loncat yang terjadi patut dikaji.

Hal ini dapat dilakukan melalui suatu penelitian pada saluran terbuka ukuran kecil di laboratorium. Tujuan pengembangan lebih lanjut terhadap perencanaan bangunan-bangunan prototype di lapangan akan semakin dicapai dengan memperhitungkan berbagai karakteristik dari parameter-parameter penelitian ini.

Permasalahan

Pemanfaatan energi aliran pada air loncat secara maksimal disatu pihak dan pelepasan/ penghancuran energi yang mengakibatkan kerusakan pada struktur bangunan hidraulik di pihak lainnya menjadi permasalahan tersendiri dalam suatu sistem pengaliran. Ketidak jelasan karakteristik aliran sebelum, sedang dan sesudah terjadi air loncat dan hubungan antara masing-

masing karakteristik, merupakan permasalahan yang dapat mengakibatkan penyimpangan dalam perencanaan. Kajian ini dilakukan dengan harapan dapat memberikan jawaban atas ketidak jelasan dimaksud.

Tujuan

Adapun yang menjadi tujuan penelitian ini adalah:

- Mengkaji kesamaan antara nilai ratio kedalaman hilir dan hulu air loncat secara teori terhadap hasil pengukuran
- Mengkaji hubungan antara perubahan energi aliran dan perubahan nilai ratio kedalaman hilir dan hulu air loncat
- Mengkaji pengaruh perubahan bilangan Froude akibat perubahan nilai ratio antara kedalaman hilir dan hulu air loncat.
- Mengkaji pengaruh bilangan Froude terhadap besaran nilai ratio antara panjang dan kedalaman hilir air loncat.

Kontribusi / manfaat penelitian

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini memiliki manfaat antara lain :

- Diperoleh pedoman dalam perencanaan sistem pengendalian endapan kotor pada saluran.

- b. Diperoleh pedoman dalam perencanaan sistem pengadukan/pencampuran bahan kimia pada proses penjernihan air.
- c. Dapat dilakukan sistem pengendalian kerusakan saluran dan atau struktur bangunan hidraulik lainnya dari energi aliran yang besar.

$$\rho Q V_b - \rho Q V_a \dots\dots\dots (2)$$

Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 yang secara jelas menunjukkan suatu penurunan garis energi yang drastis pada bentang sepanjang selang antara penampang a dan penampang b, dimana terjadi air loncat. Sehingga:

$$\frac{1}{2} \rho g y_a^2 - \frac{1}{2} \rho g y_b^2 = \rho Q (V_b - V_a) \dots\dots\dots (3)$$

TINJAUAN TEORITIS

Fenomena lokal suatu aliran berupa air loncat adalah kondisi aliran yang diakibatkan oleh peralihan dari aliran superkritik ke aliran lambat. Di dalam proses peralihan tersebut sesungguhnya terjadi kehilangan energi yang cukup besar. Oleh karena itu maka analisa terhadap aliran tidak dapat didasarkan pada prinsip kesamaan tinggi energy penampang tersebut, akan tetapi dengan analisa gaya dari ruang titik yang dibatasi oleh penampang dimaksud. Pendekatan analisa sedemikian ini akan menghasilkan suatu hubungan antar karakteristik aliran di sebelah hulu dan hilir air loncat.

Setelah Q dan V_b disubstitusikan ke dalam V_a dan y_a , maka persamaan (3) menjadi:

$$\frac{y_b}{y_a} = \frac{1}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{8V_a^2}{gy_a}} - 1 \right] \dots\dots\dots (4)$$

Kedalaman di hulu (y_a) dan di hilir (y_b) dari air loncat dikenal sebagai kedalaman pasangan, dan secara teoritis energi yang dimusnahkan dalam loncatan adalah:

$$\Delta H = \left(y_a + \frac{V_a^2}{2g} \right) - \left(y_b + \frac{V_b^2}{2g} \right)$$

$$\Delta H = \frac{(y_b - y_a)^3}{4 y_a \cdot y_b} \dots\dots\dots (5)$$

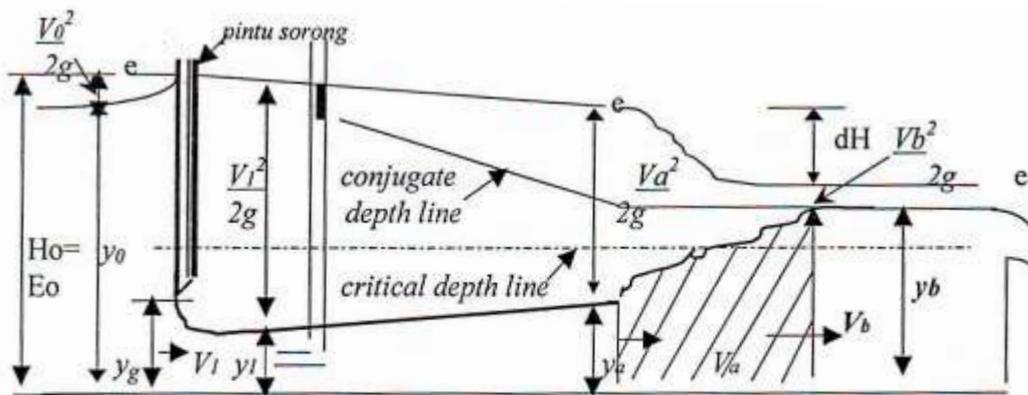
Atau
$$\frac{\Delta H}{y_a} = \frac{(y_b / y_a - 1)^3}{4 y_b / y_a} \dots\dots\dots (6)$$

Pendekatan lain yang dilakukan adalah mengabaikan gaya geser pada dasar saluran selain dari memperhitungkan resultante tekanan hidrostatik dalam ruang tilik sebagai satu-satunya gaya luar yang bekerja pada penampang a dan b. Sehingga gaya resultante yang bekerja pada saluran dalam ruang tilik ke arah hilir adalah :

$$\sum F_x = \frac{1}{2} \rho g y_a^2 - \frac{1}{2} \rho g y_b^2 \dots\dots\dots (1)$$

Untuk penampang kerja aliran yang pendek, dianggap bahwa $y_b \approx y_3$ dan y_1 .

Pengaruh gaya ini pada laju aliran momentum dalam ruang tilik adalah :



Gambar 1. Kondisi Gaya dan energi di dalam air loncat

METODE PENELITIAN

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

- a. Debit aliran, melalui pembacaan venturi meter.
- b. Tinggi muka air sebelah hilir dan hulu air loncat.
- c. Panjang jalur air loncat.
- d. Gradien energi.

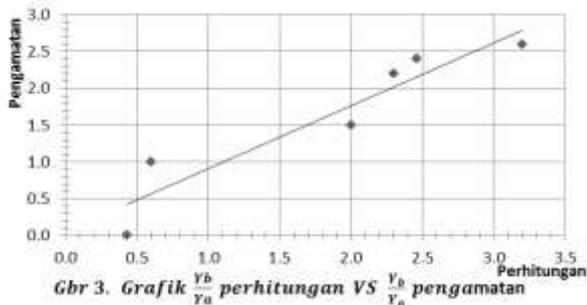
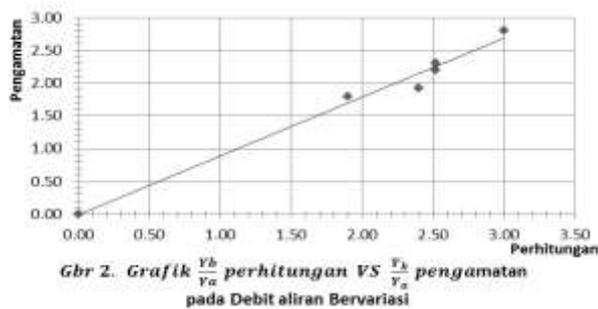
Pengamatan/pengukuran a s/d d dilakukan dengan perlakuan sebagai berikut :

- 1. Debit aliran bervariasi 5 kali (Q_1 s/d Q_5), dengan bukaan pintu (y_g) yang tetap.
- 2. Debit aliran tetap (Q), dengan variasi bukaan pintu 5 kali (y_{g1} s/d y_{g5}).

Jumlah ulangan pengukuran pada setiap perubahan debit dan atau perubahan bukaan pintu sorong dilakukan sebanyak 3 kali.

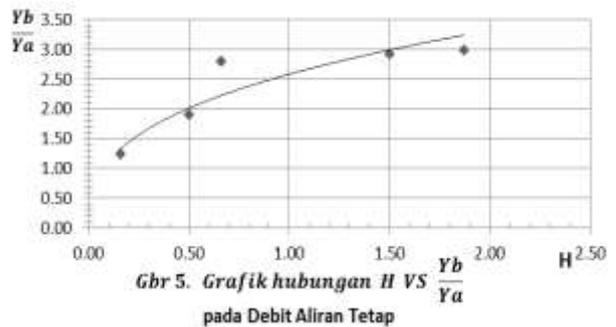
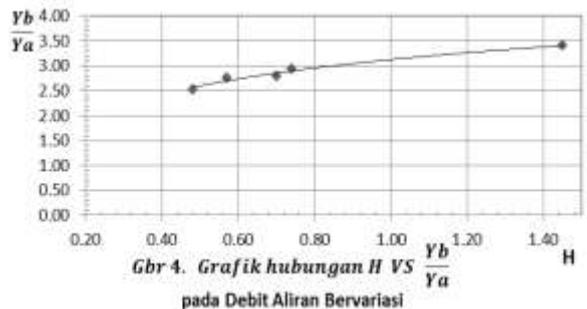
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data-data pengukuran dan analisis diperoleh gambaran karakteristik berupa hubungan antara parameter aliran sebagai berikut: Melalui gambar 2 dan 3 dapat dilihat adanya hubungan linier antara besaran-besaran absis yakni nilai ratio Y_a/Y_b dari hasil pengukuran terhadap besaran-besaran ordinat yakni nilai ratio Y_a/Y_b dari hasil perhitungan berdasarkan bilangan Froude.



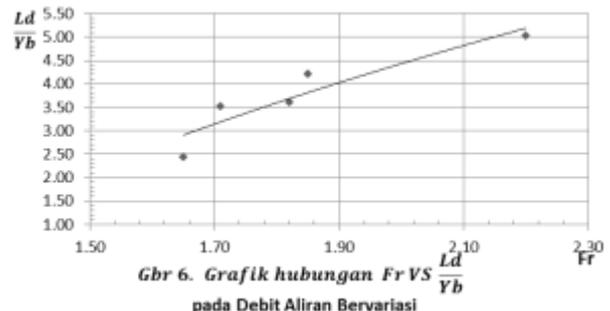
Penyimpangan dari keadaan ideal dapat terjadi karena disebabkan oleh antara lain: Sulitnya memastikan lokasi pengukuran secara tepat terjadinya air loncat, ketelitian pembacaan dalam pengukuran, dan terjadinya ketidak tepatan kalibrasi alat ukur.

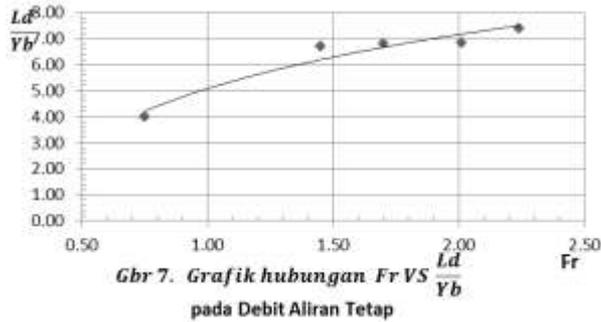
Pada proses air loncat terjadi kehilangan energi aliran sebesar ΔH setelah melalui pintu. Dari grafik Y_b/Y_a vs ΔH (Gambar 4 dan 5), dapat dilihat bahwa semakin besar nilai perbandingan Y_b/Y_a akan semakin besar pula kehilangan energi (ΔH).



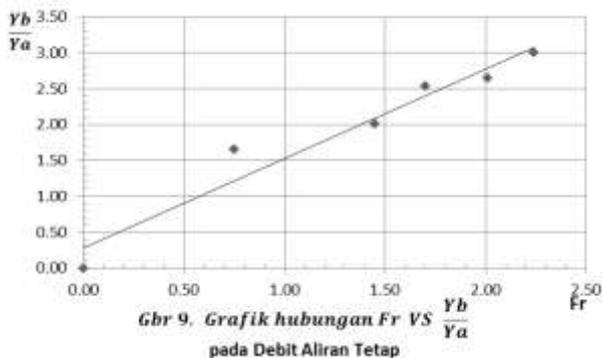
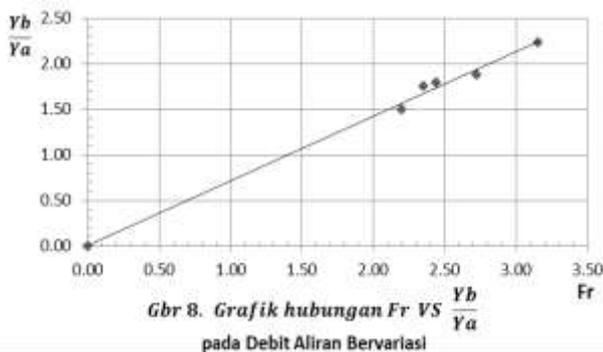
Pengurangan terhadap kecepatan aliran, dalam hal ini mengecilnya nilai Bilangan Froude (Fr), diikuti pula oleh mengecilnya nilai ratio antara panjang air loncat terhadap tinggi sebelah hilir air loncat tersebut (Ld/Y_b).

Hal yang sebaliknya berlaku yakni bertambah besarnya bilangan Froude (Fr) akan menambah besarnya nilai (Ld/Y_b). Kecenderungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7.





Pengaruh perubahan bilangan Froude (Fr) akan menimbulkan pula efek perubahan pada nilai ratio kedalaman sebelah hilir dan hulu air loncat Y_b/Y_a sebagaimana pada gbr. 8 dan 9



- c. Besar kecilnya bilangan Froude selain menentukan besar kecilnya nilai perbandingan antara panjang air loncat terhadap kedalaman hilir air loncat, juga perbandingan antara kedalaman air sebelah hilir terhadap kedalaman sebelah hulu air loncat.

Saran

Untuk pengkajian yang lebih mendalam terhadap fenomena air loncat bagi kepentingan perencanaan berbagai bangunan hidrolis, maka perlu dilakukan penelitian terhadap bangunan prototype sesuai kondisi riil dan aktual di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Jain, A.K. 1976. *Fluid Mechanics. A Textbook for Engineering Students.*, Khana Publisher. Dehli.
- Saifi A., dkk. 1985. *Aliran melalui pintu sorong dan beberapa efeknya.*, Laboratorium Hidraulik ITB Bandung.
- Sumarauw, J., dkk., 1992. *Koefisien dan respons aliran melalui pintu sorong pada saluran terbuka ukuran kecil.* Fak. Teknik Unsrat, Manado.
- Hendratta, L., dkk., 1995. *Visualisasi aliran dibelakang pintu sorong pada saluran terbuka ukuran kecil.* Fak. Teknik Unsrat., Manado.
- , Instruction Manual For Glass Side Tilting Flume S5. Armfield Technical Education CO.LTD., England.

PENUTUP

Kesimpulan

- Terjadi kesesuaian nilai Y_b/Y_a antara hasil pengukuran terhadap hasil perhitungan, yang menyatakan bahwa perlakuan yang diberikan sudah tepat. Hal itu dapat dilihat dengan adanya hubungan linier kedua variabel tersebut melalui garis lurus.
- Kehilangan energi aliran yang terjadi pada air loncat akan tergantung pada ratio antara kedalaman air sebelah hilir terhadap kedalaman sebelah hulu air loncat.