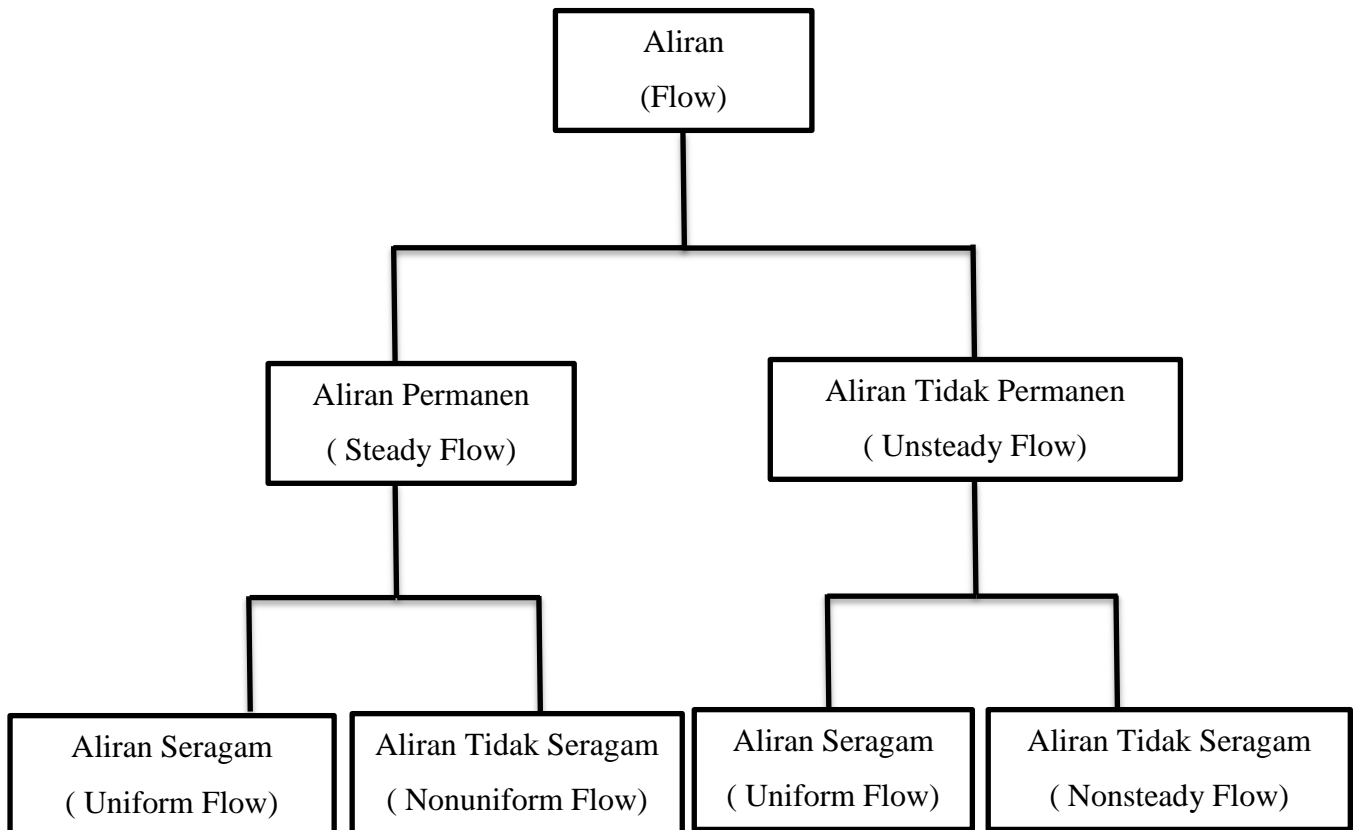


BAB III LANDASAN TEORI

1.1 Tipe Aliran

Menurut Suripin (2003) aliran permukaan bebas dapat diklasifikasikan menjadi berbagai tipe, tergantung kriteria yang digunakan. Berdasarkan perubahan kedalaman dan kecepatan mengikuti fungsi waktu, maka aliran dibedakan menjadi aliran permanen (*steady*) dan tidak permanen (*unsteady*). Sedangkan berdasarkan fungsi ruang, maka aliran dibedakan menjadi aliran seragam (*uniform*) dan tidak seragam (*nonuniform*).



Gambar 3.1 Klasifikasi aliran pada saluran terbuka

Sumber : Suripin (2003)

Penjelasan karakteristik aliran menurut Suripin (2003) akan diuraikan pada paragraf di bawah ini :

1. Aliran *steady* atau aliran mantap

Loncat air terjadi pada aliran *steady*. Aliran *steady flow* terjadi di titik manapun bila kondisi seperti kecepatan, tekanan dan kondisi lintasan pastikel dalam *fluida* tidak terjadi perubahan waktu. Dalam kenyataannya, kecepatan dan tekanan dalam *fluida* selalu bervariasi dari waktu ke waktu dan dari satu tempat ke tempat yang lainnya. Apabila rata – rata kecepatan dan tekanan tersebut adalah konstan, maka aliran tersebut dimasukkan ke aliran *steady*, Sehingga didapatkan macam – macam aliran *steady flow*, yaitu sebagai berikut:

a. Aliran *uniform steady*

Aliran *uniform steady* adalah aliran yang mempunyai kondisi tidak berubah terhadap posisi dan waktu. Kecepatan dan penampang aliran *fluida* sama dalam satu bentuk penampang. Misalnya aliran dalam pipa *uniform* dengan kecepatan *konstan*. Aliran dikatakan *uniform* bila kecepatan aliran *fluida* sama dari satu titik ke titik yang lain dan sebaliknya.

b. Aliran *varied steady*

Aliran *varied steady* adalah aliran yang kondisinya berubah dari satu posisi ke posisi yang lain tetapi tetap terhadap waktu. Kecepatan dan penampang aliran *fluida* sama dalam beberapa bentuk penampang aliran yang berbeda tetapi tidak berbeda terhadap waktu. Contohnya aliran *fluida* dalam pipa yang berbentuk tangga dengan kecepatan yang konstan.

Dalam rumusan matematis aliran *steady* dapat dirumuskan :

$$\frac{\partial v}{\partial t} = 0; \frac{\partial P}{\partial t} = 0; \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0; \frac{\partial Q}{\partial t} = 0 \quad (3.1)$$

dengan:

∂V = perubahan terhadap viskositas,

∂P = perubahan terhadap tekanan,

$\partial \rho$ = perubahan terhadap masa jenis,

∂Q = perubahan terhadap debit, dan

∂t = perubahan terhadap waktu.

Aplikasi dari aliran *steady* ini ada pada persamaan *Bernoulli*, dimana asumsi – asumsi yang digunakan pada persamaan tersebut kecepatan alirannya konstan terhadap waktu.

$$P + \frac{1}{2} \rho V^2 + \gamma Z = \text{konstan sepanjang garis lurus} \quad (3.2)$$

dengan:

P = tekanan fluida (Pa),

ρ = masa jenis fluida (kg/m^3),

V^2 = kecepatan fluida (m/s),

γ = berat jenis air (N/m^3), dan

Z = kedalaman dasar saluran dari garis referensi (m).

2. Aliran *unsteady* atau aliran tidak mantap

Aliran *unsteady* adalah aliran dimana sifat – sifat dari partikelnya pada suatu tempat berubah terhadap waktu. Sifat – sifat partikel pada tempat yang sama akan selalu berubah dan tidak sama. Sebagai contoh, aliran yang dipompa secara tidak tentu (seperti membuka tutup katup aliran dalam pipa) melalui pipa, sehingga kecepatan aliran akan berubah – ubah terhadap waktu.

Dalam rumus matematis, aliran *unsteady* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$a = \frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial s} \quad (3.3)$$

dengan:

∂V = perubahan terhadap kecepatan,

∂t = perubahan terhadap waktu,

∂s = perubahan terhadap jarak, dan

V = kecepatan aliran (m/s).

Dalam persamaan awal *Bernoulli*, rumus aliran *unsteady* dapat dimodifikasi menjadi sebagai berikut:

$$\rho \frac{\partial V}{\partial t} ds + dp + \frac{1}{2} \rho d(V^2) + \gamma dz = 0 \quad (3.4)$$

dengan:

ρ = masa jenis fluida (kg/m^3),

∂V = perubahan terhadap kecepatan,
 ∂t = perubahan terhadap waktu,
 ∂s = perubahan terhadap jarak,
 dp = perubahan terhadap tekanan,
 V = kecepatan aliran (m/s),
 γ = berat jenis air (N/m³), dan
 dz = perubahan terhadap kedalaman dasar saluran dari garis referensi (m).

1.2 Loncat Air

Menurut Bambang Triatmodjo (1993) loncat air merupakan salah satu contoh aliran berubah cepat. Loncat air terjadi akibat pengaruh kecepatan aliran yang mempengaruhi panjang loncat air serta tinggi loncat air. Loncat air terjadi apabila suatu aliran superkritis berubah menjadi aliran subkritis dan pada perubahan itu terjadi kehilangan energi.

Suatu loncat hidraulik akan berbentuk pada saluran, jika bilangan *fraude* aliran F_1 , kedalaman aliran h_1 dan kedalaman hilir h_2 , memenuhi persamaan sebagai berikut :

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8F_1^2} - 1 \right) \quad (3.5)$$

Dari pandangan pemakaian praktis, loncat air sangat berguna sebagai peredam energi lebih pada aliran superkritis. Peredam ini berguna untuk mencegah erosi yang mungkin terjadi pada saluran pelimpah, saluran curam dan lain – lain dengan cara memperkecil kecepatan aliran pada lapisan pelindung, sehingga pada suatu titik dimana aliran tidak mempunyai kemampuan untuk mengikis dasar saluran di bagian hilir. Pada umumnya jarang sekali kolam olakan dirancang untuk menahan seluruh panjang loncatan bebas, karena kolam penenang demikian sangat mahal biayanya.

1.3 Panjang Loncat Air

Panjang loncat air dapat didefinisikan sebagai jarak yang diukur dari awal loncat air hingga suatu titik di bagian hilir gelombang loncat air. Panjang loncat air tidak mudah dihitung dengan teori mengingat beberapa kesalahan pengukuran dalam memperkirakan panjang loncat air, akibat kesulitan dalam menentukan

batas ujung hilir loncatan dengan tingkat ketelitian yang besar. Oleh karena itu, beberapa ahli telah mencoba menentukannya berdasarkan pengamatan eksperimental. Beberapa hasil pengamatan eksperimental memberikan kurva hubungan antara nilai *Froude* (*Fr*) dengan rasio panjang loncat air (*L_j*) dan kedalaman air di hulu loncat air (*h₁*) atau kedalaman air di hilir loncat air (*h₂*).

Beberapa teori yang dikemukakan para ahli sebagai berikut:

1. Biro Reklamasi Amerika Serikat (USBR) dan Rajaratman mengusulkan hubungan panjang loncat air pada saluran persegi empat dengan kelandaian dasar horizontal sebagai berikut:

$$L_j = C_j (h_2 - h_1) \quad (3.6)$$

dengan:

L_j = panjang loncat air,

C_j = konstanta yang bervariasi antara 5 – 7,

h₁ = kedalaman air di hulu loncat air, dan

h₂ = kedalaman air di hilir loncat air.

2. Silvester (1964) merumuskan loncat air sebagai berikut:

$$\frac{L_j}{y_1} = \sigma (Fr - 1)^\Pi \quad (3.7)$$

dengan:

L_j = panjang loncat air,

h₁ = kedalaman di hulu loncata air, dan

Fr = angka *Froude* pada loncatan.

Untuk nilai σ dan nilai Π adalah nilai konstanta yang dipengaruhi berdasarkan bentuk dari saluran, dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. Saluran persegi empat mempunyai nilai σ sebesar 9,75 dan Π sebesar 1,01.
- b. Saluran segitiga mempunyai nilai σ sebesar 4,26 dan Π sebesar 0,69.
- c. Saluran trapesium nilai σ dan Π dipengaruhi oleh kemiringan talud dengan ketentuan seperti Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Nilai σ dan Π saluran trapesium

m	$K = b/m.h$	σ	Π
2,1	16	17,6	0,905
1,0	8	23,0	0,885
0,5	4	35,0	0,835

Karena bentuk saluran yang digunakan pada saat observasi adalah saluran persegi empat, maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\frac{L_j}{y_1} = 9,75 (Fr - 1)^{1,01} \quad (3.8)$$

dengan:

L_j = panjang loncat air,

h_1 = kedalaman di hulu loncata air, dan

Fr = angka *Froude* pada loncatan.

3. Menurut Woyeski (1931) panjang loncat air dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$L_j = \left\{ C_j - 0,05 \left(\frac{h_2}{h_1} \right) \right\} (h_2 - h_1) \quad (3.9)$$

dengan:

L_j = panjang loncat air,

h_1 = kedalaman air di hulu loncat air,

h_2 = kedalaman air di hilir loncat air, dan

C_j = nilai konstanta ($C_j = 8$).

4. Menurut Smetana (1933), panjang loncat air dirumuskan sebagai berikut :

$$L_j = C_j (h_2 - h_1) \quad (3.10)$$

dengan:

L_j = panjang loncat air,

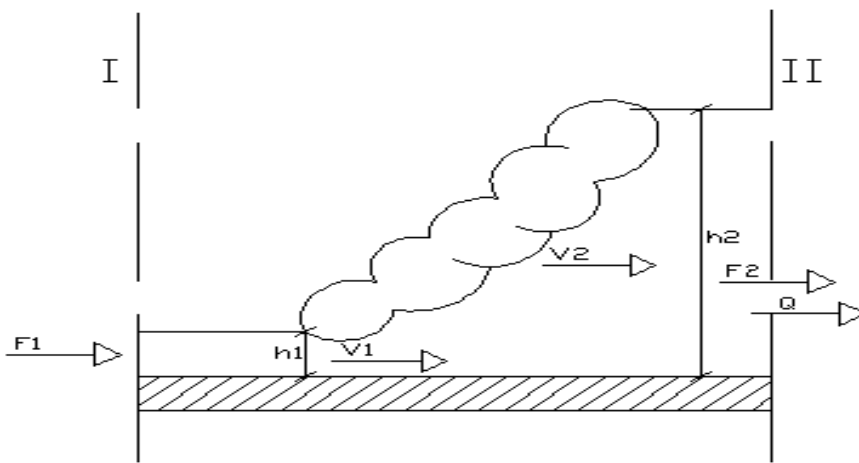
h_1 = kedalaman air di hulu loncat air,

h_2 = kedalaman air di hilir loncat air, dan

C_j = nilai konstanta ($C_j = 6$).

1.4 Panjang Loncat Air

Pengetian h_1 adalah kedalaman aliran superkritik pada hulu loncatan air (tampang I) dan h_2 adalah kedalaman aliran subkritik pada hilir loncat air (tampang II), sedangkan V dan F masing – masing adalah kecepatan dan gaya aliran yang bekerja pada masing – masing tampang seperti yang terlihat dalam Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Detail loncat air

Untuk menurunkan persamaan loncat air yang berkaitan dengan tinggi loncat air hulu (h_1) dan tinggi loncat air hilir (h_2), maka dapat dilakukan dengan meninjau gaya – gaya yang bekerja pada tampang aliran I dan II (lihat gambar). Perubahan gaya yang bekerja dari tampang I dan tampang II adalah gaya akibat tekanan air dan gaya karena adanya perubahan kecepatan atau percepatan (Triatmodjo, 1995).

Gaya tekanan hidrostatik setiap satuan lebar pada tampang I adalah :

$$F_1 = \frac{1}{2} \gamma h_1^2 = \frac{1}{2} \rho g h_1^2 \quad (3.11)$$

Gaya tekanan hidrostatik setiap satuan lebar pada tampang II adalah :

$$F_2 = \frac{1}{2} \gamma h_2^2 = \frac{1}{2} \rho g h_2^2 \quad (3.12)$$

Persamaan momentum untuk gaya gaya setiap satuan lebar adalah :

$$q = \frac{Q}{B} \quad (3.13)$$

$$F = \rho q (V_2 - V_1) \quad (3.14)$$

$$\frac{1}{2} \rho g h_1^2 - \frac{1}{2} \rho g h_2^2 = \rho q (V_1 - V_2) = \rho q \left(\frac{q}{h_2} - \frac{q}{h_1} \right) \quad (3.15)$$

$$(h_2^2 - h_1^2) = \frac{2q^2}{g} \left(\frac{1}{h_1} - \frac{1}{h_2} \right) \quad (3.16)$$

$$(h_2^2 - h_1^2) = \frac{2q^2}{g h_1 h_2} (h_2 - h_1) \quad (3.17)$$

$$(h_2 + h_1)(h_2 - h_1) = \frac{2q^2}{g h_1 h_2} (h_2 - h_1) \quad (3.18)$$

$$h_2 + h_1 = \frac{2q^2}{g h_1 h_2} \quad (3.19)$$

$$h_2^2 + h_1 h_2 = \frac{2q^2}{g h_1} \quad (3.20)$$

$$h_2^2 + h_1 h_2 - \frac{2q^2}{g h_1} = 0 \quad (3.21)$$

dengan:

F_1 = gaya tekanan hidrostatis pada tampang I (N),

F_2 = gaya tekanan hydrostats pada tampang II (N),

γ = berat jenis fluida (N/m^3),

h_1 = tinggi lonca air hulu (m),

h_2 = tinggi loncat air hilir (m),

ρ = masa jenis fluida (kg/m^3),

g = gaya gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$),

q = debit tiap satuan panjang (m^3/s),

Q = debit aliran (m^2/s)

B = lebar saluran (m),

F = gaya tiap satuan lebar (N),

V_1 = kecepatan aliran pada tampang I (m/s), dan

V_2 = kecepatan aliran pada tampang II (m/s).

1.5 Debit Aliran

Menurut Asdak (2002) debit aliran adalah air yang mengalir dalam satuan volume per waktu. Debit adalah satuan besaran yang keluar dari daerah aliran sungai (DAS). Satuan debit yang digunakan adalah meter kubik per detik (m^3/s).

Debit aliran adalah laju aliran air yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu.

Menurut Arsyad (2006) debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai persatuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/s).

Dalam praktiknya sering variasi kecepatan pada tampang lintang diabaikan dan kecepatan aliran dianggap seragam di setiap titik pada tampang lintang yang besarnya sama dengan kecepatan rerata, sehingga rumus debit aliran adalah :

$$Q = A \times V \quad (3.22)$$

dengan:

Q = debit aliran (m^3/s),

A = luas penampang (m^2), dan

V = kecepatan aliran (m/s).

Pengukuran debit dapat dilakukan dengan berbagai macam cara, yaitu:

1. Pengukuran volume air sungai.
2. Pengukuran debit dengan cara mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang melintang.
3. Pengukuran dengan menggunakan bahan kimia yang dialirkan dalam sungai.
4. Pengukuran debit dengan membuat bangunan pengukur debit.

Distribusi kecepatan aliran di dalam alur tidak sama arah horizontal maupun arah vertikal. Dengan kata lain kecepatan aliran pada tepi alur tidak sama dengan tengah alur, dan kecepatan aliran dekat permukaan air tidak sama dengan kecepatan pada dasar alur.

1.6 Perilaku Aliran

Menurut Ve Te Chow (1989), dalam saluran terbuka terdapat dua persamaan untuk membedakan perilaku aliran, yaitu persamaan bilangan *Reynold* dan persamaan bilangan *Froude*. Bilangan *Reynold* akan membagi aliran menjadi laminar, transisi dan turbulen. Sedangkan bilangan *Froude* akan membagi aliran menjadi sub kritis, kritis dan super kritis.

1.6.1 Bilangan *Froude*

Menurut Chow (1989) bilangan *Froude* aliran (*Fr*) dapat digunakan dalam menentukan bentuk aliran dan bentuk konfigurasi dasar saluran. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Fr = \frac{U}{\sqrt{g \times h_0}} \quad (3.23)$$

dengan:

- U = kecepatan aliran rata – rata (mm/s),
- h_0 = kedalaman aliran (m),
- g = percepatan aliran (m/s^2), dan
- Fr = bilangan *Froude*.

Bilangan *Froude* untuk saluran terbuka dinyatakan sebagai berikut:

1. $Fr < 1$, aliran yang terjadi adalah aliran sub kritis.
2. $Fr = 1$, aliran yang terjadi adalah aliran kritis.
3. $Fr > 1$, aliran yang terjadi adalah aliran superkritis.

1.6.2 Bilangan *Reynold*

Menurut Chow (1989) bilangan *Reynold* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Re = \frac{V \times R}{\nu} \quad (3.24)$$

dengan:

- Re = bilangan *Reynold*,
- V = kecepatan aliran (m/s),
- R = jari – jari hidraulik (m), dan
- ν = viskositas kinematik (m^2/s).

Perilaku aliran yang dibedakan berdasarkan bilangan *Reynold*, yaitu:

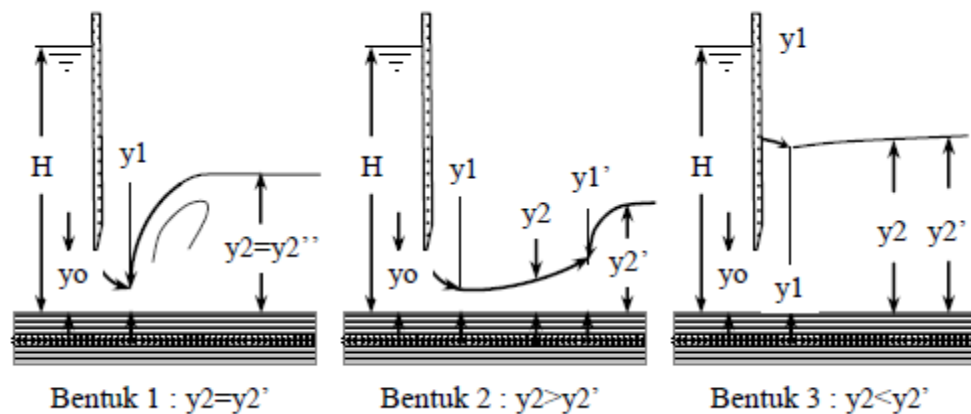
1. Aliran laminar dengan ketentuan $Re < 2000$.
2. Aliran turbulen dengan ketentuan $2000 \leq Re \leq 4000$.
3. Aliran transisi dengan $Re > 4000$.

1.7 Pembangkit Loncat Air

3.7.1 Pintu Air Sebagai Pembangkit Loncat Air

Umumnya pintu air digunakan untuk mengontrol aliran air *di reservoir* sungai dan pada sistem tanggul pintu yang dapat diatur. Pintu air digunakan untuk mengatur air di bendungan sungai maupun tanggul sungai. Pintu air juga dapat didesain untuk *spillway* pada bendungan, mengatur laju aliran pada saluran atau dapat juga didesain untuk menghentikan air sebagai bagian dari sistem tanggul. Kegunaan pintu air lainnya untuk pengendalian banjir pada sungai atau pada saluran air saat terjadinya banjir.

Pada sebagian besar bangunan irigasi sering ditemui fenomena loncat air. Loncat air dapat terjadi pada saat aliran superkritik berubah menjadi aliran subkritik. Kejadian tersebut terjadi pada bagian hilir pintu dan pada bagian hilir bangunan pelimpah. Lokasi pembentukan loncat air sangat dipengaruhi oleh kedalaman air di hilir bangunan pintu air. Menurut Chow (1989) ada tiga kemungkinan terbentuknya pola loncat air di daerah hilir bangunan pintu air, seperti yang dapat dilihat pada Gambar



Gambar 3.3 Pola loncat air

Sumber : Chow. V. T. (1989)

Bentuk 1, menggambarkan pola aliran dimana kedalaman air di bawah (*tail water depth*) y_2' sama dengan kedalaman y_2 , y_2 yakni *conjugate depth* y_1 . Hubungan y_1 dan y_2 pada saluran persegi dengan kemiringan dasar datar atau landau ditulis dalam persamaan sebagai suatu fungsi angka *froude*, bentuk persamaan tersebut adalah:

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} (\sqrt{1 + Fr^2} - 1) \quad (3.25)$$

dengan:

y_2 = tinggi loncat air hilir (m),

y_1 = tinggiloncat air hulu (m), dan

Fr = bilangan *Froude*.

Pada kedalaman ini, loncat air segera terjadi setelah aliran melewati y_1 . Untuk perencanaan lantai hilir, maka keadaan tersebut adalah kondisi ideal.

Bentuk 2, menggambarkan pola aliran dimana kedalaman air dilir (*tail etaer depth*) y_2' lebih kecil dari y_2 . Hal ini mengakibatkan lokasi loncat air bergeser ke hilir menuju titik dimana persamaan seperti bentuk 1 dipenuhi kembali. Untuk menghindari kejadian tersebut, dapat dibuat bangunan pengontrol pada dasar saluran yang juga akan menaikkan kedalaman air hilir, berupa *baffle block* atau *end sill* agar loncat air terjadi pada lantai hilir yang diberi lapisan pelindung.

Bentuk 3 menggambarkan pola aliran dimana kedalaman air hilir (*tail wate depth*) y_2' lebih besar dari y_2 . Hal ini menunjukkan kedalaman air hilir pada kasus 1 bertambah besar. Akibatnya, loncat air didorong ke arah hulu dan akhirnya loncat air tersebut akan hilang dan berubah menjadi loncatan terendam (*submerged*). Rancangan ini merupakan rancangan paling aman yang mungkin dibuat, sebab posisi loncat air terendam ini lebih dapat dipastikan berada tepat di belakang pintu air atau dengan kata lain sangat mudah ditentukan posisi loncatannya. Tetapi keadaan ini dipandang tidak efisien dalam meredam energi yang kecil.

Dengan menggunakan pembangkit pintu air, loncat air dapat dibentuk dengan menggunakan variasi bukaan pintu dan debit yang bermacam-macam. Namun untuk bukaan pintu air tidak bisa terlalu tinggi dalam membukanya.

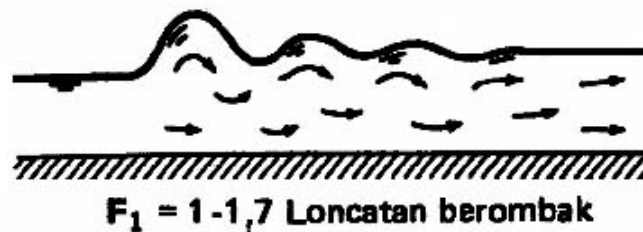
Dikarenakan jika bukaan pintu air terlalu tinggi maka loncat air tidak bisa terbentuk.

1.8 Tipe Aliran

Loncatan hidraulis yang terjadi pada dasar horizontal terjadi dari beberapa tipe. Sesuai penelitian yang dilakukan oleh Biro Reklamasi Amerika Serikat (Chow 1989) tipe – tipe tersebut dapat dibedakan berdasarkan bilangan *Froude* (*Fr*):

1. Bilangan *Froude* (*Fr*) = 1, aliran kritis sehingga tidak terbentuk.
2. Bilangan *Froude* (*Fr*) = 1 – 1,7.

Terjadi ombak pada permukaan air dan loncatan yang terjadi dinamakan loncatan berombak.

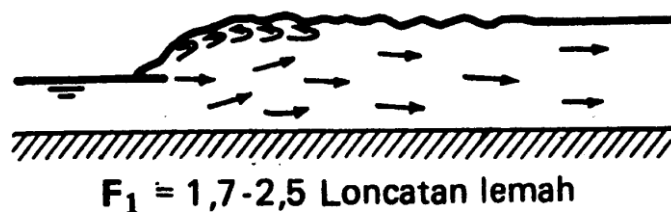


Gambar 3.4 Tipe loncatan Fr 1-1,7

Sumber: Yusuf dan Gurawan (2013)

3. Bilangan *Froude* (*Fr*) = 1,7 – 2,5.

Terbentuk rangkaian gulungan ombak pada permukaan loncatan tetapi permukaan hilir tetap halus. Secara keseluruhan kecepatannya seragam dan rugi energinya kecil sehingga dinamakan loncatan lemah.

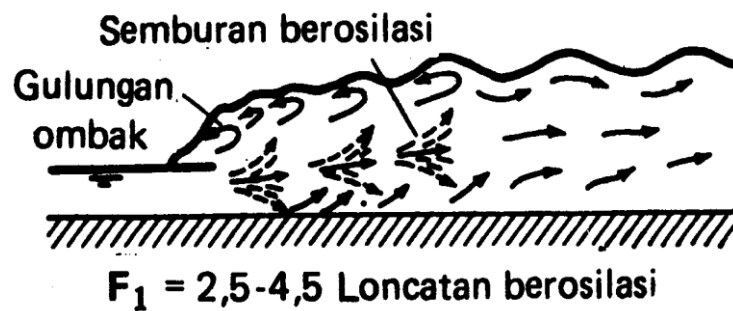


Gambar 3.5 Tipe loncatan Fr 1,7 – 2,5

Sumber: Yusuf dan Gurawan (2013)

4. Bilangan *Froude* (Fr) = 2,5 – 4,5.

Terdapat semburan berisolasi menyertai dasar loncatan bergerak kepermukaan dan kembali lagi tanpa periode tertentu. Loncatan ini dinamakan loncatan berosilasi.



Gambar 3.6 Tipe loncatan Fr 2,5 – 4,5

Sumber: Yusuf dan Gurawan (2013)

5. Bilangan *Froude* (Fr) = 4,6 – 9.

Loncatan yang mempunyai angka *Froude* 4,5 – 9 merupakan loncatan yang terbalik dalam peredaman energi. Pada loncatan ini terjadi gelombang air di hilir.

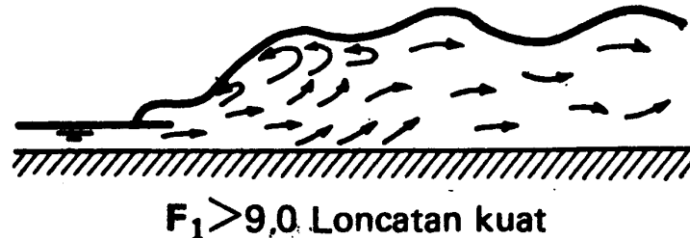


Gambar 3.7 Tipe loncatan Fr 4,5 – 9

Sumber: Yusuf dan Gurawan (2013)

6. Bilangan *Froude* (Fr) > 9 .

Pada bilangan *Froude* > 9 , maka akan terjadi loncatan kuat yang menimbulkan gelombang air di hilirnya.



Gambar 3.8 Tipe loncatan $Fr > 9$

Sumber: Yusuf dan Gurawan (2013)

1.9 Regresi Linier Sederhana

Menurut Hasan (2008), regresi merupakan suatu alat ukur yang digunakan untuk mengukur ada tidaknya korelasi antara variabel. Istilah regresi berarti ramalan atau taksiran. Analisis regresi lebih akurat dalam melakukan analisis korelasi, karena pada analisis itu kesulitan dalam menunjukkan *slop* (tingkat perubahan suatu variabel terhadap variabel lainnya dapat ditentukan). Analisis regresi dapat meramal atau memperkirakan nilai variabel bebas lebih akurat. Regresi linier adalah regresi yang variabel bebasnya (Variabel X) berpangkat paling tinggi satu. Regresi linier sederhana yaitu regresi linier yang hanya melibatkan 2 variabel (variabel X dan variabel Y). Persamaan regresi linier dari X terhadap Y dirumuskan sebagai berikut:

$$Y = a + bX \quad (3.26)$$

dengan:

Y = variabel terikat,

X = variabel bebas,

a = konstanta, dan

b = koefisien regresi.

Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai a dan b adalah:

$$a = \frac{(\sum Y) - b(\sum X)}{n} \quad (3.27)$$

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (3.28)$$

1.9.1 Koefisien Korelasi

Menurut Sarwono (2006), koefisien korelasi adalah pengukuran statistik kovarian atau asosiasi antara dua variabel. Besarnya koefisien korelasi berkisar antara +1 sampai dengan -1. Koefisien korelasi menunjukkan kekuatan hubungan linier dan arah hubungan dua variabel acak. Jika koefisien korelasi positif, maka kedua variabel mempunyai hubungan searah. Artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan tinggi pula. Sebaliknya, jika koefisien korelasi negatif maka kedua variabel mempunyai hubungan terbalik. Artinya jika nilai variabel X tinggi maka nilai variabel Y akan rendah dan sebaliknya. Menghitung nilai koefisien korelasi dapat menggunakan rumus dibawah ini:

$$R = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \sqrt{n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2}} \quad (3.29)$$

Menurut Sarwono (2006), kriteria koefisien korelasi dibedakan menjadi seperti dibawah ini:

1. Nilai 0 = Tidak ada korelasi sama sekali.
2. Nilai > 0 – 0,25 = Korelasi sangat lemah.
3. Nilai > 0,25 – 0,5 = Korelasi cukup.
4. Nilai > 0,5 – 0,75 = Korelasi kuat.
5. Nilai > 0,75 – 0,99 = Korelasi sangat kuat.
6. Nilai = 1 = Korelasi sempurna.

1.9.2 Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi (R^2) dapat dipakai untuk memprediksi seberapa besar kontribusi pengaruh variabel bebas (X) terhadap variabel terikat (Y) dengan syarat hasil uji F dalam analisis regresi bernilai signifikan. Besar nilai koefisien determinasi hanya antara 0 – 1. Sementara jika nilai koefisien determinasi minus (-) maka dapat diartikan tidak terdapat pengaruh X terhadap Y. Semakin kecil nilai koefisien determinasi, maka pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat semakin lemah.

Menghitung nilai koefisien determinasi dapat menggunakan rumus dibawah ini:

$$R^2 = R \times R \quad (3.30)$$

dengan:

R = nilai koefisien korelasi.