

Daftar Isi

Daftar Gambar	2
Daftar Tabel	3
Energi pada Loncat Air	4
Energi yang hilang pada Loncat Air	4
Efisiensi peredaman energi pada Loncat Air	4
Tinggi Loncat Air	4
Panjang Loncat Air (L_{lat})	5
Rumus-rumus:	5
Kazimierz Wóycicki (1931)	5
Jan Smetana (1933)	5
Silvester (1964)	5
Loncat Air Terendam.....	5
Ven Te Chow (1959)	6
Govinda Rao (1963).....	6
Panjang Loncat Air Terendam (L_{lat}).....	6
Loncat Air pada lantai miring	6
Kindsvater (1944), Bradley, Peterka (1957), Rajaratnam (1967)	6
Rekapitulasi Rumus Loncat Air	8
Istilah yang digunakan.....	8

Daftar Gambar

Gambar 1. Kurva hitungan loncat air pada saluran miring (y_2 * dalam grafik adalah $h_{2(l)}$, ℓ dalam grafik adalah L_h).....	7
Gambar 2. Kurva hitungan loncat air pada saluran miring (y_2 dalam grafik adalah $h_{2(l)}$, L dalam grafik adalah L_a)	7

Daftar Tabel

Tabel 1. Rekapitulasi Rumus-rumus Loncat Air Saluran Persegi	8
--	---

Momentum pada saluran terbuka

Seperti telah disebutkan pada subbab sebelumnya bahwa momentum suatu aliran tiap satuan waktu adalah

$$M = \frac{\beta Q \gamma V}{g} \quad (1)$$

Menurut Newton: perubahan momentum tiap satuan waktu dari partikel air yang mengalir sama dengan resultan semua gaya yang bekerja pada partikel tersebut.

$$\frac{Q\gamma}{g}(\beta_2 V_2 - \beta_1 V_1) = P_1 - P_2 + G \sin \theta - F_f \quad (2)$$

Energi pada Loncat Air

Energi yang hilang pada Loncat Air

Tinggi tenaga yang hilang

$$\begin{aligned} \Delta E &= E_1 - E_2 \\ &= \left(h_1 + \frac{\alpha V_1^2}{2g} \right) - \left(h_2 + \frac{\alpha V_2^2}{2g} \right) \end{aligned}$$

Efisiensi peredaman energi pada Loncat Air

Efisiensi peredaman energi loncat air didefinisikan dan dapat dibuktikan sama dengan¹

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{\sqrt{(1+8Fr_1^2)^3} + 1 - 4Fr_1^2}{8Fr_1^2(2+Fr_1^2)} \quad (3)$$

Tinggi Loncat Air

Tinggi sebuah loncat air didefinisikan sebagai $h_{la} = h_2 - h_1$ dan dapat dibuktikan sama dengan²

$$\frac{h_{la}}{E_1} = \frac{\sqrt{(1+8Fr_1^2)^3} + 1 - 3}{2 + Fr_1^2} \quad (4)$$

¹ *Open-Channel Hydraulics*, 1959, oleh Ven Te Chow, McGraw-Hill International Book Company, halaman 396, *Open-Channel Hydraulics*, Bab. 3, 1985, oleh Richard H. French, McGraw-Hill Book Company, halaman 87.

² *Open-Channel Hydraulics*, 1959, oleh Ven Te Chow, McGraw-Hill International Book Company, halaman 396.

Panjang Loncat Air (L_{la})

Panjang Loncat air (L_{la}) adalah jarak dari titik tepat di hulu (di depan) pusaran sampai dengan titik tepat di hilir (di belakang) pusaran (lihat gambar di depan). Panjang loncat air tidak dihitung berdasarkan teori, melainkan dihitung dari hasil penyelidikan.

Rumus-rumus:

Kazimierz Wóycicki (1931)

$$\frac{L_{la}}{h_2 - h_1} = c - 0,05 \frac{h_2}{h_1} \text{ dengan } c = 8$$

Jan Smetana (1933)

$$\frac{L_{la}}{h_2 - h_1} = c \text{ dalam praktek } c = 6$$

dari Laboratorium Hidraulika DTSL FT UGM didapat $c = 4,5 - 7$

Silvester (1964)

$$\frac{L_{la}}{h_1} = 9,75(Fr_1 - 1)^{1,01}$$

Untuk saluran non-persegi Silvester mengajukan rumus

$$\frac{L_{la}}{h_1} = \sigma (Fr_1 - 1)^\Gamma \text{ dengan } \sigma \text{ dan } \Gamma \text{ adalah konstanta.}$$

dengan L_{la} : panjang loncat air, dan h_1 : kedalaman air sebelah hulu loncat air dan h_2 : kedalaman air sebelah hilir loncat air.

Loncat Air Terendam

Loncat air sempurna (bebas) terjadi karena dua kondisi yang harus terpenuhi yaitu (a) kondisi di hulu terdapat aliran superkritik (dengan kedalaman air h_1), dan (b) kondisi hilir sedemikian rupa sehingga terjadi aliran subkritik dengan kedalaman air h_2 . Jika di sebelah hilir kedalaman air dibawah h_2 , maka loncat air belum akan terbentuk di lokasi tersebut. Sebaliknya jika aliran subkritik di sebelah hilir mempunyai kedalaman h_4 yang lebih besar dari h_2 , maka terjadi Loncat Air Terendam. Kedalaman air di sebelah hulu loncat air menjadi h_3 , lebih tinggi dari h_1 . Hitungan Loncat Air Terendam dapat dihitung dengan formula berikut ini.

Langkah-langkah hitungan:

1. Harus diketahui kondisi aliran superkritik di sebelah hulu untuk menghitung h_1 .
2. Harus diketahui kondisi aliran subkritik di sebelah hilir (h_4).

Ven Te Chow (1959)³

$$\frac{h_3}{h_4} = \sqrt{1 + 2Fr_4^2 \left(1 - \frac{h_4}{h_1}\right)} \quad (5)$$

Govinda Rao (1963)⁴

$$\frac{h_3}{h_1} = \sqrt{(1+S)^2 \phi^2 - 2Fr_1^2 + \frac{2Fr_1^2}{(1+S)\phi}} \quad (6)$$

dengan

$$S = \frac{h_4 - h_2}{h_2} \quad (7)$$

$$\phi = \frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8Fr_1^2} - 1 \right) \quad (8)$$

Panjang Loncat Air Terendam (L_{lat})

Panjang loncat air terendam dapat dihitung dengan rumus yang diusulkan oleh Govinda Rao (1963)⁵

$$\frac{L_{lat}}{h_2} = 4,9S + 6,1 \quad (9)$$

Loncat Air pada lantai miring⁶

Pada bangunan pemecah energi, saluran hulu biasanya mempunyai kemiringan saluran yang cukup curam, kemudian dilanjutkan dengan lantai horisontal sebagai bagian dari kolam olakan (lihat **Error! Reference source not found.**). Loncat air dapat terjadi pada bagian lantai hilir yang horisontal maupun lantai miring bagian hulu.

Kindsvater (1944), Bradley, Peterka (1957), Rajaratnam (1967)

$$\begin{aligned} \frac{h_2}{h_1} &= \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8G_1^2} - 1 \right) \\ G_1^2 &= \Gamma_1^2 Fr_1^2 \\ \Gamma_1 &= 10^{0,027\theta} \\ h &= \frac{d}{\cos \theta} \end{aligned} \quad (10)$$

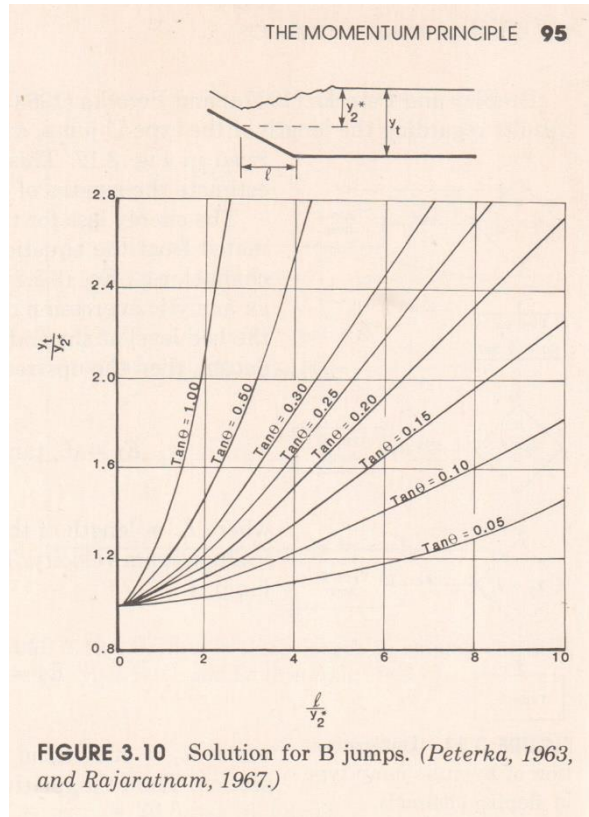
dengan θ adalah sudut kemiringan dasar saluran ($^\circ$), d adalah kedalaman air tegak lurus dasar saluran (m)

³ *Open-Channel Hydraulics*, 1959, oleh Ven Te Chow, McGraw-Hill International Book Company, halaman 60, Pers, (3-23).

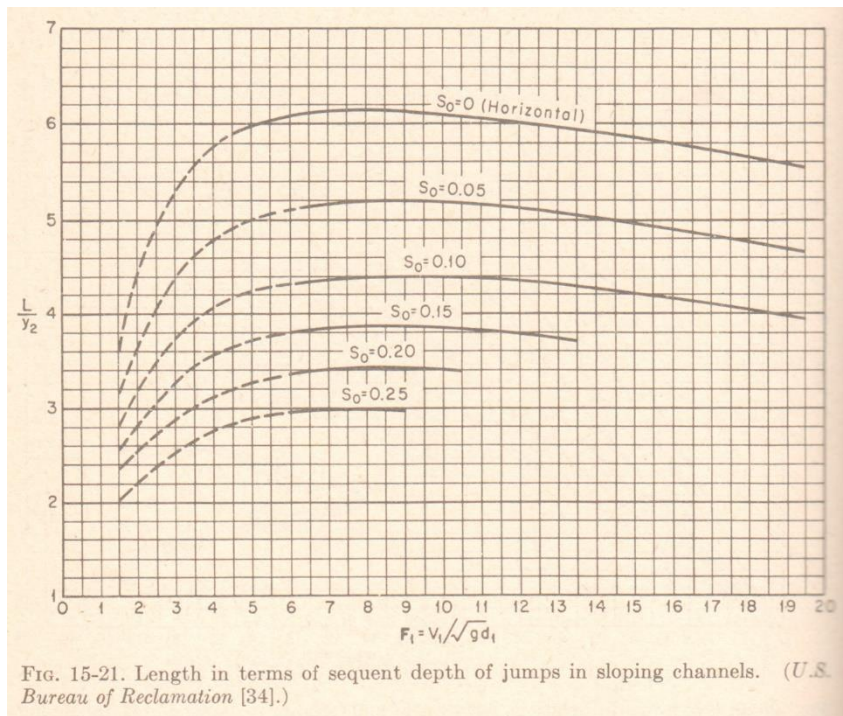
⁴ *Open-Channel Hydraulics*, 1985, oleh Richard H. French, McGraw-Hill Book Company, halaman 86.

⁵ *Open-Channel Hydraulics*, 1985, oleh Richard H. French, McGraw-Hill Book Company, halaman 92.

⁶ *Open-Channel Hydraulics*, 1959, oleh Ven Te Chow, McGraw-Hill International Book Company, halaman 427, Pers, (15-19), *Open-Channel Hydraulics*, 1985, oleh Richard H. French, McGraw-Hill Book Company, halaman 93.



Gambar 1. Kurva hitungan loncat air pada saluran miring (y_2^* dalam grafik adalah $h_{2(l)}$, l dalam grafik adalah L_h)⁷



Gambar 2. Kurva hitungan loncat air pada saluran miring (y_2 dalam grafik adalah $h_{2(l)}$, L dalam grafik adalah L_{la})⁸

⁷ Open-Channel Hydraulics, 1985, oleh Richard H. French, McGraw-Hill Book Company, halaman 95.

⁸ Open-Channel Hydraulics, 1959, oleh Ven Te Chow, McGraw-Hill International Book Company, halaman 428

Rekapitulasi Rumus Loncat Air⁹

Karakteristik dan dimensi loncat air merupakan faktor yang sangat penting dalam perancangan bangunan teknik sipil. Banyak penelitian dilakukan, karena beberapa karakteristik loncat air tidak dapat ditentukan berdasarkan formula matematis, melainkan empirik yang dilakukan dalam laboratorium. Dalam Tabel 1 disajikan rekapitulasi penelitian dan rumus loncat air. Beberapa istilah dan notasi yang digunakan dalam Tabel 1 dijelaskan di bawah ini:

Tabel 1. Rekapitulasi Rumus-rumus Loncat Air Saluran Persegi

Peneliti	Rumus	Jenis
Tinggi pemasangan		
Belanger (Prinsip momentum), 1849	$\frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8Fr_1^2} - 1 \right)$	BDH
Rajaratnam, 1966	$\frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8G_1^2} - 1 \right)$ $G_1^2 = \Gamma_1^2 Fr_1^2$, $\Gamma_1 = 10^{0,027\theta}$ dan $h_1 = \frac{d}{\cos \theta}$	BMH
Carollo, <i>et al.</i> , 2007	$\frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8 \left(1 - 0,42 \frac{D}{h_1} \right) Fr_1^2} - 1 \right)$ D adalah rerata diameter kekasaran k_s	BDK

Istilah yang digunakan

Dalam istilah yang digunakan di bawah ini, terdapat tiga huruf. Huruf pertama yaitu B atau T yaitu untuk membedakan loncat air bebas atau terendam/tenggelam. Huruf kedua yaitu D atau M yaitu untuk membedakan loncat air yang terjadi pada dasar saluran datar atau miring. Huruf ketiga yaitu H atau K yaitu untuk membedakan loncat air terjadi pada dinding saluran yang halus atau kasar.

⁹ Prediction Characteristics of Free and Submerged Hydraulic Jumps on Horizontal and Sloping Beds using SVM Method, Kiyoumars Roushangar and Farzin Homayounfar. Korean Society of Civil Engineers, Journal of Civil Engineering (2019) 23(11): 4696-4709. DOI 10.1007/s12205-019-1070-6