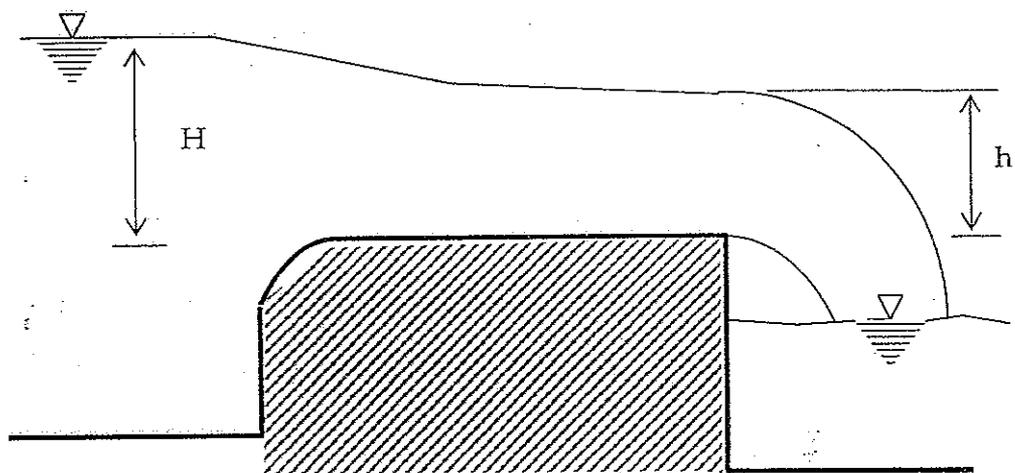


PANDUAN PRAKTIKUM
HIDROLIKA SALURAN TERBUKA



LABORATORIUM HIDRO
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS UDAYANA

2005

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya sehingga Buku Panduan Praktikum Hidrolika Saluran Terbuka ini dapat terselesaikan.

Buku panduan praktikum ini merupakan salah satu dari sekian buku panduan praktikum yang ada di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, dan digunakan sebagai penunjang matakuliah yang diberikan. Buku Panduan Praktikum Hidrolika Saluran Terbuka adalah penunjang matakuliah Mekanika Fluida dan Hidrolika.

Ucapan terimakasih penulis tujukan kepada :

1. Ir. I Wayan Dana, sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Udayana.
2. Ir. I Nyoman Sutarja, MS, sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil.
3. Ir. M. Sukade Wenten, sebagai Ketua Laboratorium Hidrolika di Program Studi Teknik Sipil.

Semoga segala bantuan dari pihak-pihak di atas mendapat balasan dari Tuhan Yang Maha Esa. Penulis juga berharap kritik dan saran yang dapat menyempurnakan buku panduan ini

Akhir kata semoga buku panduan ini dapat bermanfaat dan berguna.

Denpasar, Juni 2005

Penulis

SILABUS

MATA KULIAH : HIDROLIKA

1. Aliran zat cair dan aliran saluran terbuka : definisi dan macam-macam pengaliran, rumus kecepatan empiris, aliran laminar dan turbulen.
2. Hidrolik kasar dan halus.
3. Profil saluran ekonomis, aliran kritis, Profil muka aliran (garis pembendungan dan penerjunan).
4. Loncat air dan peredam energi.
5. Aliran saluran tertutup (perpipaan) : kehilangan energi, garis energi dan garis muka air piezometris, sistem pemipaan.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
SILABUS MATA KULIAH HIDROLIKA	I
PENDAHULUAN	
I. Latar Belakang	1
II. Lingkup Percobaan	1
III. Tujuan dan Kegunaan	1
IV. Aturan Mengikuti Praktikum	2
V. Isi Laporan	2
VI. Model Lembar Persetujuan pada Laporan Hasil Praktikum	3
PERCOBAAN A : DEBIT ALIRAN YANG MELALUI 'SLUICE GATE'	
I. Tujuan	4
II. Teori Dasar	4
III. Peralatan	5
IV. Cara Kerja	5
V. Hasil Pengamatan dan Perhitungan	6
VI. Kesimpulan Percobaan	7
PERCOBAAN B : LONCATAN HIDROLIK	
I. Tujuan	8
II. Teori Dasar	8
III. Peralatan	9
IV. Cara Kerja	9
V. Hasil Pengamatan dan Perhitungan	10
VI. Kesimpulan Percobaan	10
PERCOBAAN C : BENDUNG AMBANG LEBAR (BROAD CRESTED WEIR)	
I. Tujuan	11

II. Teori Dasar	11
III. Peralatan	12
IV. Cara Kerja	12
V. Hasil Pengamatan dan Perhitungan	13
VI. Kesimpulan Percobaan	13

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN : FORMAT TABULASI DATA PERCOBAAN

PENDAHULUAN

I. Latar Belakang

Secara teoritis penjelasan fenomena aliran pada saluran terbuka seringkali sulit dimengerti oleh mahasiswa pada saat pemberian materi kuliah tatap muka. Hal ini bisa dimengerti mengingat sifat-sifat aliran pada masalah tertentu, misalnya aliran pada suatu bangunan air sulit digambarkan secara jelas. Untuk membantu mahasiswa memahami dan mengerti permasalahan tersebut, kegiatan yang menunjang seperti praktikum sangatlah bermanfaat.

II. Lingkup Percobaan

Kegiatan "PRAKTIKUM HIDROLIKA SALURAN TERBUKA" dibatasi pada pengujian tiga jenis bangunan air di dalam saluran terbuka, yaitu :

- a. Pintu Tegak (Sluice Gate)
- b. Bendung Ambang Lebar (Broad Crested Weir)

Pemilihan jenis bangunan di atas didasarkan pada terapan di lapangan, khususnya sebagai bangunan pengontrol aliran di saluran terbuka.

Materi yang diperagakan dalam percobaan meliputi :

- a. debit aliran yang melalui sluice gate
- b. loncatan hidrolis
- c. sifat-sifat aliran : sub-kritis, kritis dan superkritis.

III. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan praktikum adalah untuk mengenalkan dan menambah pengetahuan mahasiswa dalam kaitannya dengan materi yang diberikan pada kuliah tatap muka.

Kegunaan praktikum adalah untuk lebih mempertajam pengetahuan mahasiswa dalam memahami masalah hidrolika, khususnya permasalahan pada aliran saluran terbuka.

IV. Aturan Mengikuti Praktikum

- a. Praktikum dikerjakan oleh mahasiswa secara berkelompok dibawah bimbingan dari seorang asisten yang diambil dari anggota Kelompok Dosen Bidang Keahlian Hidro di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Univeristas Udayana.
- b. Batas waktu penyelesaian laporan untuk setiap kelompok adalah satu bulan setelah tanggal pelaksanaan praktikum.
- c. Apabila dalam batas waktu tersebut laporan belum selesai dan disetujui oleh asisten, maka kelompok yang bersangkutan dinyatakan gugur.
- d. Laporan dibuat dalam kertas ukuran A4, diketik dengan jarak 1,5 spasi dan dijilid dengan sampul warna Fakultas teknik.
- e. Laporan asli dikumpulkan di Laboratorium Hidraulika, sedangkan sebagai arsip setiap anggota kelompok berupa fotokopinya.
- f. Pada saat berlangsungnya praktikum, setiap kelompok akan didampingi oleh teknisi dan asisten. Bila asisten tidak hadir, maka pelaksanaan praktikum ditunda.
- g. Setiap anggota kelompok harus hadir dan mengikuti praktikum sampai selesai. Apabila diketahui melanggar hal tersebut, maka anggota kelompok yang bersangkutan dinyatakan gugur.

V. Isi Laporan

Isi laporan menyajikan bagian-bagian seperti berikut :

I. PELAKSANAAN PERCOBAAN

- 1.1 Teori Dasar
- 1.2 Peralatan yang Digunakan
- 1.3 Cara Kerja
- 1.4 Tabulasi Data Percobaan

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

- 2.1 Perhitungan
- 2.2 Pembahasan
- 2.3 Gambar Hasil Percobaan

KESIMPULAN

DAFTAR PUSTAKA

VI. Model Lembar Persetujuan pada Laporan Hasil Praktikum

PRAKTIKUM HIDROLIKA SALURAN TERBUKA

Materi Percobaan : A, B, C

Dikerjakan Oleh

Kelompok :

1. Nama, NIM
2. dst.

Disetujui Oleh :

(Nama Dosen)

NIP.

LABORATORIUM HIDRO
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS UDAYANA

2002

PERCOBAAN A

Debit Aliaran Melalui 'Sluice Gate'

I. TUJUAN

- Mendemonstrasikan aliran melalui pintu sorong.
- Menunjukkan bahwa pintu sorong dapat digunakan sebagai alat ukur dan pengatur debit.

II. TEORI DASAR

Pengaliran air di bawah 'sluice gate' mempunyai dua kondisi, yaitu pengaliran bebas (*free flow*) dan pengaliran tenggelam (*submerged flow*). Kondisi pengaliran bebas dicapai bila aliran di depan pintu adalah subkritis dan di belakang pintu adalah superkritis. Untuk kondisi pengaliran tenggelam akan dicapai bila kedalaman air di belakang pintu lebih tinggi dari bukaan pintu. Persamaan aliran di bawah 'sluice gate' dijabarkan sebagai berikut :

- Pengaliran bebas :

$$Q = C_d \cdot b \cdot y_g \sqrt{2 \cdot g \cdot y_0}$$

dengan

Q = debit yang melalui pintu (m^3/det)

C_d = koefisien debit

b = lebar pintu

y_g = tinggi bukaan pintu (m)

y_0 = tinggi muka air di hulu (m)

- Pengaliran tenggelam :

$$Q = C_d \cdot b \cdot y_g \sqrt{2 \cdot g \cdot (y_0 - y_1)}$$

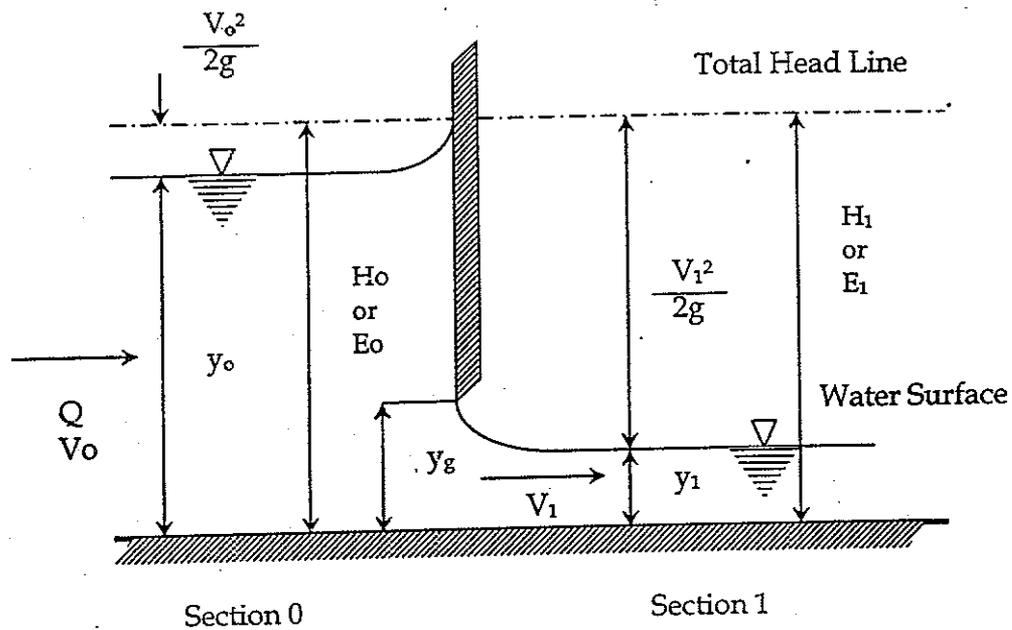
- Total head di hulu dan hilir pintu

$$H_0 = y_0 + \frac{V_0^2}{2g} = y_0 + \frac{Q^2}{2g(y_0 b)^2}$$

$$H_1 = y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = y_1 + \frac{Q^2}{2g(y_1 b)^2}$$

dengan

- H_0 = total head di hulu pintu
- H_1 = total head di hilir pintu
- V_0 = kecepatan rerata di hulu pintu
- V_1 = kecepatan rerata di hilir pintu
- y_0 = tinggi muka air di hulu pintu
- y_1 = tinggi muka air di hilir pintu



III. PERALATAN

- a. Flume (Saluran Terbuka)
- b. Pintu Tegak (Sluice Gate)
- c. Point Gauge
- d. Pitot Meter (Tabung Pitot dan Manometer)

IV. CARA KERJA

- a. Siapkan peralatan dan pastikan posisi saluran terbuka horizontal dan posisi pintu tegak lurus dasar saluran.
- b. Letakkan point gauge di sebelah hilir dan sebelah hulu pintu.
- c. Atur dan pasang Pitot Meter disisi Flume.

- d. Aturlah tinggi bukaan pintu (y_g) = 20 mm dari dasar saluran sebagai tinggi bukaan awal percobaan.
- e. Buka katup kontrol aliran pada tangki agar air mengalir dalam Flume, dan atur tinggi muka air di hulu (y_0) = mm, pastikan dalam kondisi konstan.
- f. Pada ketinggian y_0 dalam butir (e), ukur dan catat Q dan y_1 . Untuk nilai Q , dapat dilihat langsung pada pencatat debit di dekat katup kontrol aliran pada tangki. Dan nilai Q ini dikontrol oleh hasil pengukuran Pitot Meter.
- g. Naikkan tinggi bukaan pintu (y_g) sampai mencapai ketinggian maksimum = mm dengan setiap interval kenaikan ΔH = mm. Dalam hal ini ketinggian y_0 nilainya dipertahankan seperti dalam butir (e) dengan variasi debit.
- h. Setiap kali mengadakan perubahan tinggi bukaan pintu (y_g), ukur dan catat Q dan y_1 .
- i. Ulangi prosedur di atas dengan menggunakan Q yang konstan, tetapi dengan y_g yang bervariasi (minimum 5 variasi). Catat nilai y_0 dan y_1 .

V. HASIL PENGAMATAN DAN PERHITUNGAN

Pembacaan data dan perhitungan hasil pengamatan mengikuti prosedur berikut ini :

Lebar Flume dan Pintu, b =(m)

	y_g	y_0	y_1	V_0	V_1	A_0	A_1	Q	C_d	H_0	H_1
1.											
2.											
3.											
4.											
5.											

- a. Hitung nilai C_d untuk setiap nilai Q .

- b. Gambar grafik antara Q dengan y_g untuk kondisi y_0 konstan, dan grafik antara y_0 dengan y_g untuk kondisi Q konstan, untuk menunjukkan karakteristik aliran.
- c. Gambar grafik antara C_d dengan Q untuk kondisi y_0 konstan, dan grafik antara C_d dengan y_g untuk kondisi Q konstan, untuk menunjukkan perubahan nilai C_d dalam aliran.

VI. KESIMPULAN

- a. Jelaskan pengaruh dari nilai y_0 dan Q terhadap nilai C_d untuk pengaliran di bawah pintu !, dan parameter mana yang paling berpengaruh ?
- b. Bandingkan hasil perhitungan nilai H_1 dan H_0 dan beri komentar tentang perbedaannya !

CATATAN :

Nilai parameter percobaan yang belum terisi ditentukan oleh dosen pemberi tugas.

PERCOBAAN B

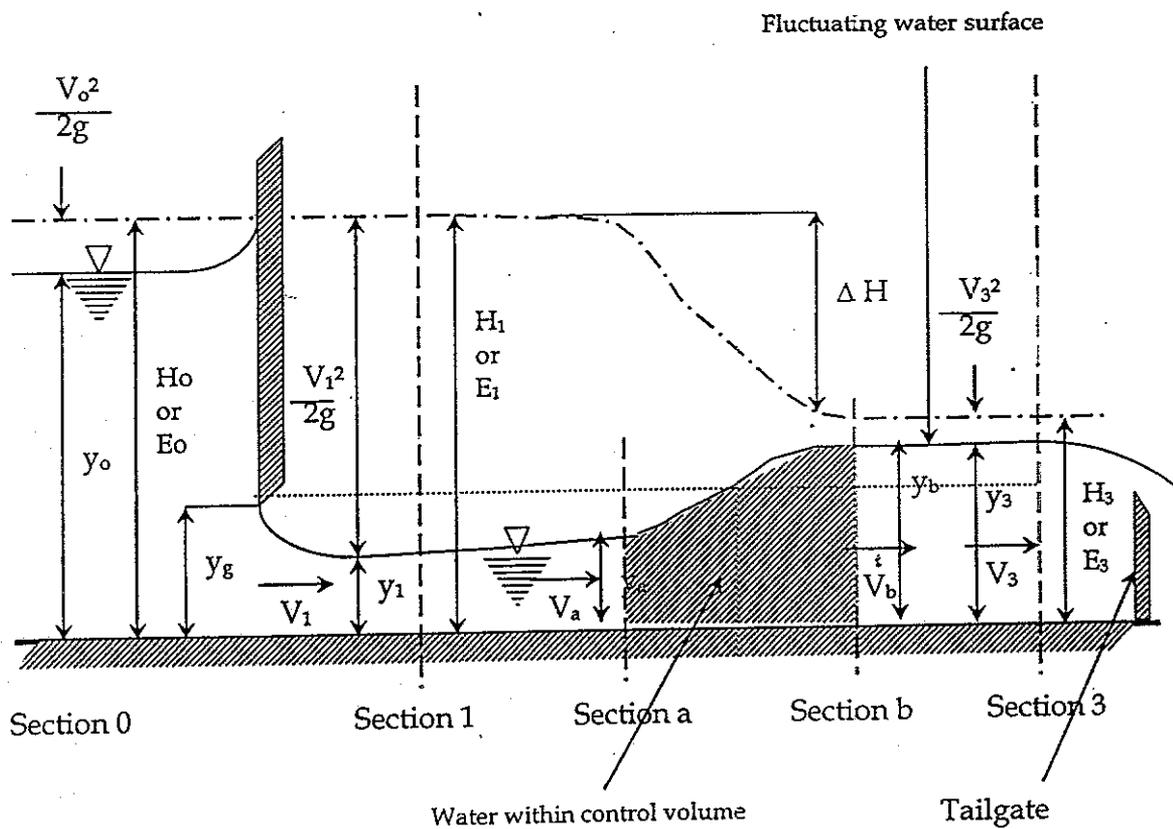
Loncatan Hidrolik

I. TUJUAN

Menunjukkan karakteristik loncat air pada aliran setelah 'sluice gate'.

II. TEORI DASAR

Loncatan hidrolik merupakan salah satu contoh bentuk aliran berubah secara cepat (*rapidly varied flow*). Loncatan hidrolik terjadi apabila aliran di saluran berubah dari superkritis menjadi subkritis.



Dari gambar di atas dapat dilihat hubungan kehilangan tinggi (ΔH) dengan kedalaman air sebelum loncatan (y_a) dan kedalaman air setelah loncatan (y_b) dapat dijabarkan sebagai berikut :

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

karena sectionnya sempit maka $y_a = y_1$ dan $y_b = y_3$, dan dapat disederhanakan oleh rumus berikut ini :

$$\Delta H = \frac{(y_3 - y_1)^3}{4 y_3 y_1}$$

dengan :

- ΔH = total kehilangan energi sepanjang loncat air
- V_a = kecepatan rerata sebelum loncat air
- y_a = kedalaman aliran sebelum loncat air
- V_b = kecepatan rerata setelah loncat air
- y_b = kedalaman aliran setelah loncat air

III. PERALATAN

- a. Flume (Saluran Terbuka)
- b. Pintu Tegak (Sluice Gate)
- c. Point Gauge
- d. Pitot Meter (Tabung Pitot dan Manometer)

IV. CARA KERJA

- a. Siapkan peralatan dan pastikan posisi saluran terbuka horizontal dan posisi pintu tegak lurus dasar saluran.
- b. Letakkan point gauge di sebelah hilir dan sebelah hulu pintu.
- c. Atur dan pasang Pitot Meter disisi Flume.
- d. Aturilah tinggi bukaan pintu (y_g) = 20 mm dan tinggi muka air di hulu pintu (y_0) =mm, dan pastikan dalam kondisi konstan.
- e. Letakkan tail gate di sisi paling ujung dari flume.
- f. Alirkan air perlahan-lahan dengan membuka katup kontrol aliran, sampai membentuk loncatan air di sebelah hilir pintu. Amati dan gambar sketsa loncatan airnya.

- g. Naikkan tinggi muka air di hulu dengan memutar katup kontrol aliran dan naikkan pula tail gate di ujung flume. Amati loncatan air dan gambar sketsanya.
- h. Untuk tiap langkah di atas ukur dan catat nilai-nilai y_1 , y_3 , y_g dan Q .
- i. Ulangi lagi prosedur di atas untuk variasi Q yang lain dan tinggi bukaan y_g .

V. HASIL PENGAMATAN DAN PERHITUNGAN

Pembacaan data dan perhitungan hasil pengamatan mengikuti prosedur berikut ini :

Lebar Flume dan Pintu, $b = \dots\dots\dots(m)$

	y_g	y_0	y_1	y_3	V_1	V_3	Q	H_1	H_3	ΔH
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										

- a. Hitung V_1 dan gambar grafik hubungan antara V_1^2/gy_1 dengan y_3/y_1 .
- b. Hitung $\Delta H/y_1$ dan gambar grafik hubungan antara $\Delta H/y_1$ dengan y_3/y_1 .
- c. Hitung nilai y_c dan ujilah apakah $y_1 < y_c < y_3$.
- d. Hitung nilai $\Delta H/y_c$

VI. KESIMPULAN

- a. Apakah kurva energi spesifik menunjukkan kehilangan sebanding dengan $\Delta H/y_c$?
- b. Sarankan suatu aplikasi untuk loncatan hidraulik yang mana energi masih dalam batas toleransi, dan kemana energi tersebut berpindah ?

CATATAN :

Nilai parameter percobaan yang belum terisi ditentukan oleh dosen pemberi tugas.

PERCOBAAN C

Bendung Ambang Lebar (*Broad Crested Weir*)

I. TUJUAN

1. Mendemonstrasikan aliran melalui ambang lebar.
2. Menunjukkan bahwa ambang lebar dapat digunakan untuk mengukur debit.

II. TEORI DASAR

Peluap disebut ambang lebar apabila $B > 0.66 H$, dengan B adalah lebar peluap/ambang lebar dan H adalah tinggi peluapan. Dipandang dari A dan B, tinggi air di atas peluap pada titik A adalah H, sedang pada titik B adalah yc atau h.

Kondisi aliran di hilir peluap ambang lebar tidak mengalami '*obstruction*', hal ini menunjukkan bahwa aliran di atas ambang adalah maksimum. Dalam kondisi demikian terjadi aliran kritis di atas ambang, sehingga dapat dipakai sebagai dasar mengukur energi spesifik. Bila kecepatan di hulu ambang kecil, maka nilai tinggi kecepatan ($V^2/2g$) dapat diabaikan dan energi spesifik di atas ambang adalah $E = H$.

Debit aliran yang lewat ambang dapat dihitung dengan formula :

$$Q = Cd \cdot B \cdot \sqrt{2g} \cdot \sqrt{Hh^2 - h^3} \quad (1)$$

dan

$$H = 2/3 \cdot H \quad (2)$$

Substitusikan (2) ke (1), maka

$$Q_{maks} = 1.71 Cd \cdot B \cdot H^{3/2}$$

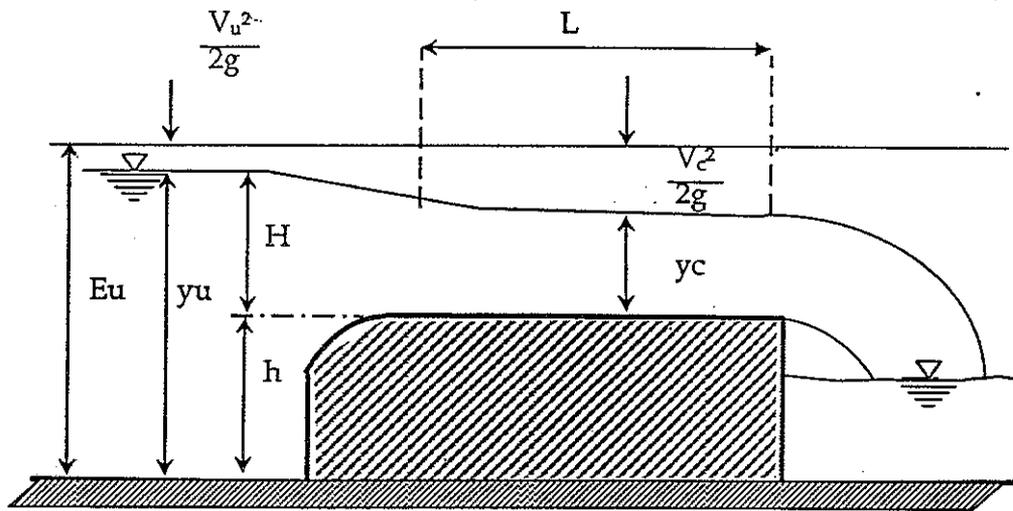
dengan :

Q = debit di atas ambang (m^3/det)

B = lebar ambang (m)

H = tinggi peluapan (m)

Cd = koefisien debit



III. PERALATAN

- a. Flume (Saluran Terbuka)
- b. Model ambang lebar (Broad Crested Weir)
- c. Point Gauge
- d. Pitot Meter (Tabung Pitot dan Manometer)

IV. CARA KERJA

- a. Siapkan peralatan dan pastikan posisi flume dan peluap ambang lebar horisontal.
- b. Alirkan air secara perlahan-lahan sampai melimpah sedikit di atas ambang dan hentikan aliran.
- c. Ukur dan catat tinggi air di hulu ambang sebagai data BATAS permukaannya.
- d. Alirkan air kembali untuk mendapatkan ketinggian H tertentu di atas ambang, dan naikkan aliran untuk mendapatkan data H yang lain sebanyak 4 kali dengan interval kenaikan $(\Delta H) = \dots\dots\dots$ mm. Catatan (ΔH) maksimum = 10 mm.
- e. Pada setiap langkah percobaan ukur dan catat nilai H , Q , y_o , y_c dan L (panjang pengempangan, lihat gambar).

f. Gambarkan profil aliran yang terjadi di setiap pengaliran.

V. HASIL PENGAMATAN DAN PERHITUNGAN

Lebar ambang =

Tinggi ambang =

No	yo	yc	L(cm)	H	Q	H ^{3/2}	Cd
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							

- Hitung nilai Cd untuk setiap nilai Q
- Gambar grafik hubungan Q dan H, Q dan Cd, serta H dan Cd.
- Buatlah rumus empiris hubungan Q dan H

VI. KESIMPULAN

- Apakah nilai 1.71 untuk setiap nilai Q adalah tetap ?
- Apakah aliran di atas ambang selalu paralel ?
- Apakah panjang pengempangan (L) berpengaruh terhadap nilai Cd ?

CATATAN :

Nilai parameter percobaan yang belum terisi ditentukan oleh dosen pemberi tugas.

DAFTAR PUSTAKA

Anggrahini, *Hidrolika Saluran Terbuka*, Surabaya : Dieta Pratama, 1997.

Triatmodjo, B., *Hidrolika I*, Yogyakarta : Beta Offset, 1996.

---, *Praktikum Hidrolika Saluran Terbuka*, Malang : UPT FT-UNIBRAW, 1990.

FORMAT TABULASI DATA PERCOBAAN

PERCOBAAN A :

Tanggal Percobaan :

Kelompok :

- | | |
|----|-----|
| 1. | 6. |
| 2. | 7. |
| 3. | 8. |
| 4. | 9. |
| 5. | 10. |

Teknisi :

Paraf :

Dosen :

Paraf :

TABEL HASIL PERCOBAAN :

No.	yg	yo	Y1	Vo	V1	Ao	A1
$\Delta h = 5 \text{ mm}$ 1.							
2.							
3.							
4.							
5.							

FORMAT TABULASI DATA PERCOBAAN

PERCOBAAN B :

Tanggal Percobaan :

Kelompok :

- | | |
|----|-----|
| 1. | 6. |
| 2. | 7. |
| 3. | 8. |
| 4. | 9. |
| 5. | 10. |

Teknisi :

Paraf :

Dosen :

Paraf :

TABEL HASIL PERCOBAAN :

No.	yg	yo	y1	Y3	V1	V3
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

FORMAT TABULASI DATA PERCOBAAN

PERCOBAAN C :

Tanggal Percobaan :

Kelompok :

- | | |
|----|-----|
| 1. | 6. |
| 2. | 7. |
| 3. | 8. |
| 4. | 9. |
| 5. | 10. |

Teknisi :

Paraf :

Dosen :

Paraf :

TABEL HASIL PERCOBAAN :

No.	yg	yo	L(cm)	H
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				