

EDISI
2023

PENUNTUN PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA TEKNIK LINGKUNGAN



Oleh:

Ariani Dwi Astuti, ST., MT., PhD

Dr. Ir. Ramadhani Yanidar, MT

Sheilla Megagupita Putri M. ST., MT

**Jurusan Teknik Lingkungan
Fakultas Arsitektur Lansekap dan Teknologi Lingkungan
Universitas Trisakti**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Pengasih dan Penyayang atas segala karunia dan perkenan-Nya buku "**Penuntun Praktikum: Mekanika Fluida Teknik Lingkungan**" ini dapat disusun pada edisi tahun 2023 ini.

Keberadaan Laboratorium Mekanika Fluida di Jurusan Teknik Lingkungan ini telah memiliki peralatan dan instrumentasi yang memadai maka diharapkan dapat menyediakan fasilitas peralatan/instrumen praktikum yang dapat menunjang mata kuliah Mekanika Fluida Teknik Lingkungan, memudahkan pemahaman persamaan-persamaan matematika dalam mata kuliah mekanika fluida karena mahasiswa mengetahui cara memperoleh persamaan-persamaan tersebut, serta meningkatkan pengetahuan mahasiswa terhadap kondisi yang sebenarnya di lapangan walaupun dalam skala laboratorium.

Buku penuntun ini disusun sebagai tuntunan mahasiswa untuk melaksanakan Praktikum Mekanika Fluida, sebagai sarana untuk memudahkan mahasiswa dalam mencapai tujuan mata kuliah Mekanika Fluida Teknik Lingkungan yaitu memahami konsep dasar sifat fisik fluida, dan rincian mekanika aliran fluida pada system perpipaan dan saluran terbuka, sehingga diharapkan mahasiswa dapat meningkatkan kemampuan dalam perhitungan-perhitungan sistem pengaliran fluida baik tertutup maupun terbuka, hidrolis bangunan-bangunan pengolahan air serta fasilitas lain di bidang Teknik Lingkungan.

Terima kasih kami ucapkan kepada seluruh pihak yang telah bekerja sama dengan baik serta memberikan bantuan dalam terwujudnya Buku Penuntun Praktikum Mekanika Fluida ini. Diharapkan buku penuntun praktikum ini dapat memberikan kontribusi bagi pelaksanaan pendidikan dan pengajaran pada umumnya maupun bagi pengembangan bidang mekanika fluida pada khususnya.

Jakarta, Januari 2023

Ariani Dwi Astuti, ST., MT., PhD

Dr. Ir. Ramadhani Yanidar, MT

Sheilla Megagupita Putri M. ST.,MT

DAFTAR ISI

No	Isi	Halaman
I.	PENDAHULUAN	1
1.1	Tujuan Laboratorium Mekanika Fluida	1
1.2	Tujuan Praktikum Mekanika Fluida Teknik Lingkungan	1
1.3	Materi Praktikum	1
1.4	Peralatan dan instalasi	2
II	TATA TERTIB	3
2.1	Kehadiran Praktikum	3
2.2	Pelaksanaan Praktikum	3
2.3	Pembuatan Laporan	4
III	PERALATAN UTAMA HYDRAULICH BENCH	
	MODUL PRAKTIKUM	10
A.	Modul Praktikum I. Aliran dalam Pipa	10
B.	Modul Praktikum II. Kehilangan Energi dalam Sistem Perpipaan	17
C.	Modul Praktikum III. Alat Ukur Debit	24
D.	Modul Praktikum IV. Aliran Dalam Saluran Terbuka	31
D.1	Modul Praktikum IV A. Aliran Seragam (<i>Uniform Flow</i>)	33
D.2	Modul Praktikum IV B. Loncatan Hidrolis (<i>Hydraulic Jump</i>)	39
D.3	Modul Praktikum IV C. Aliran Berubah Beraturan (<i>Steady Gradually Varied Flow</i>)	43
E.	Modul Praktikum V. Aliran Di Atas Ambang Lebar	47
F.	Modul Praktikum VI. Aliran Melalui Pelimpah Tajam	50
G.	Modul Praktikum VII. U Notch dan V Notch	52
H.	Modul Praktikum VIII. Alat Ukur Venturiflume	57
	DAFTAR PUSTAKA	60
	LEMBAR DATA PRAKTIKUM	61

I. PENDAHULUAN

1.1 Tujuan Laboratorium Mekanika Fluida

Tujuan adanya fasilitas Laboratorium Mekanika Fluida di Jurusan Teknik Lingkungan adalah untuk :

1. Menyediakan fasilitas peralatan/instrumen praktikum yang dapat menunjang mata kuliah Mekanika Fluida Teknik Lingkungan
2. Memudahkan pemahaman persamaan-persamaan matematika dalam mata kuliah mekanika fluida agar mahasiswa dapat memahami mampu menjelaskan cara memperoleh persamaan-persamaan tersebut
3. Memperlengkapi mahasiswa dengan pemahaman tentang konsep dasar sifat fisik fluida, dan rincian mekanika aliran fluida pada sistem perpipaan dan saluran terbuka.
4. Meningkatkan pengetahuan mahasiswa terhadap kondisi yang sebenarnya di lapangan dalam skala laboratorium.

Laboratorium Mekanika Fluida berfungsi sebagai fasilitas penunjang dalam pelaksanaan kegiatan belajar mengajar Mata Kuliah Mekanika Fluida Teknik Lingkungan. Keberadaan Laboratorium Mekanika Fluida ini bertujuan untuk memudahkan mahasiswa dalam memahami persamaan-persamaan matematika dalam mata kuliah Mekanika Fluida Teknik Lingkungan, sehingga tujuan mata kuliah yaitu memahami konsep dasar fisik dan perincian mekanika aliran fluida, serta memberikan kemampuan menguasai perhitungan-perhitungan hidrolis bangunan-bangunan pengolahan air serta fasilitas lain di bidang Teknik Lingkungan dapat tercapai.

1.2 Tujuan Praktikum Mekanika Fluida Teknik Lingkungan

Tujuan Praktikum Mekanika Fluida Teknik Lingkungan adalah sebagai sarana untuk memudahkan mahasiswa dalam mencapai tujuan mata kuliah Mekanika Fluida Teknik Lingkungan, yaitu :

1. Mampu menjelaskan konsep dasar sifat fisik fluida, dasar-dasar aliran dan sistem perpipaan, sehingga diharapkan mahasiswa dapat meningkatkan kemampuan dalam perhitungan-perhitungan sistem pengaliran fluida, hidrolis, bangunan-bangunan pengolahan air serta fasilitas lain di bidang Teknik Lingkungan
2. Mampu menjelaskan sifat aliran dalam sistem perpipaan dan saluran terbuka
3. Mampu menjelaskan metode dan melaksanakan pengukuran debit aliran dalam sistem perpipaan serta melaksanakan
4. Mampu menjelaskan metode dan melaksanakan pengukuran debit pada saluran terbuka

1.3 Materi praktikum Mekanika Fluida Teknik Lingkungan

Materi Praktikum Mekanika Fluida Teknik Lingkungan dapat dilihat pada Tabel 1.1 berikut ini:

Tabel 1.1 Materi Praktikum Mekanika Fluida Teknik Lingkungan

Modul	Kegiatan
1.	Aliran dalam Pipa menggunakan :
	<i>U Tube Manometer</i>
	<i>Piezometer Water Manometer</i>
2.	Kehilangan Energi dalam Sistem Perpipaan
a.	Pipa Lurus
b.	Kehilangan Tekanan Minor akibat asesoris
b1.	<i>Blow Valve</i>
b2.	<i>Elbow</i>
b3.	<i>Bend</i>
b4.	Pelebaran tiba-tiba
b5.	Penyempitan tiba-tiba
3.	Pengukuran Debit dalam Pipa Menggunakan Alat Ukur
a.	Venturimeter
b.	Orificemeter,
c.	Rotameter
4.	Pengaliran Fluida dalam Saluran Terbuka
a.	Aliran Seragam (uniform flow)
b.	Lompatan Hidrolis
c.	Aliran Berubah Beraturan (Steady Gradually Varied Flow)
5.	Aliran di Atas Ambang Lebar
6.	Pengukuran Debit Aliran di Saluran Terbuka menggunakan
a.	Pelimpah Tajam
b.	Venturi flume
7.	Pengukuran Debit Aliran di Saluran Terbuka menggunakan <i>Notch</i>

1.4 Peralatan dan Instalasi

Peralatan dan instrumen yang dipergunakan pada praktikum Mekanika Fluida Teknik Lingkungan disajikan pada Tabel 1.2 dibawah ini :

Tabel 1.2. Alat dan Instrumen di Laboratorium Mekanika Fluida Teknik Lingkungan

No	Nama Alat
1	Thermometer
2	Stop Watch
3	Hidraulic Bench I
4	Gelas Ukur
5	Piezometer Water Manometer
6	U-tube Mercury Manometer
7	Sistem perpipaan dengan diameter dalam pipa 13,7 mm terdiri dari :
	1. Sistem perpipaan lurus 2. Gate valve 3. Standard elbow stand 4. 90° sharp bend
8	Sistem perpipaan dengan diameter dalam pipa 26,4 mm yang dilengkapi dengan terdiri dari :
	1. Pipa lurus dengan Pelebaran tiba-tiba 2. Pipa Lurus dengan Penyempitan tiba-tiba 3. Globe Valve 4. 152,4 mm radius, 90° Bend 5. 101,6 mm radius, 90° Bend 6. 50,8 mm radius, 90° Bend
9	Venturimeter Orificemeter Rotameter
10	Hydraulich Bench II + Sistem Saluran Terbuka
11	Ambang Lebar
12	Pelimpah Tajam
13	Venturi flume
14	Notch

II. TATA TERTIB

2.1 Kehadiran Praktikum

- 1) Praktikan yang hadir terlambat 30 menit, tidak diperkenankan mengikuti praktikum.
- 2) Praktikan wajib mengisi daftar hadir, jika tidak mengisi daftar hadir, dianggap tidak/belum mengikuti praktikum;
- 3) Praktikan yang terlambat, wajib melapor kepada asisten

2.2 Pelaksanaan Praktikum

- 1) Simpan tas, topi dan lain-lain di tempat/locker yang telah disediakan di laboratorium. Jangan membawa barang berharga yang tidak akan dipergunakan dalam praktikum.
- 2) Pada waktu praktikum di laboratorium, pakaian harus bersih untuk menghindari kemungkinan infeksi dan kontaminasi dan selama bekerja di laboratorium harus menggunakan jas lab.
- 3) Selama bekerja di laboratorium harus dilakukan secara hati-hati
- 4) Tidak diperkenankan makan, minum dan merokok di dalam laboratorium atau makan dan minum dengan menggunakan alat-alat laboratorium, kecuali hal tersebut ada hubungannya dengan acara praktikum.
- 5) Sebelum praktikum, siapkan buku penuntun praktikum, lembar praktikum dan perlengkapan lain yang diperlukan.
- 6) Seluruh data yang diperoleh dari percobaan, langsung dituliskan dalam jurnal segera setelah pengamatan dilakukan. Sertakan data lain yang diperlukan untuk menghitung hasil percobaan tersebut (bila ada perhitungan).
- 7) Setelah selesai praktikum, hasil pengamatan tersebut diserahkan pada dosen / asisten untuk disetujui
- 8) Sebelum meninggalkan laboratorium matikan peralatan, kran air, pompa, serta tutup valve / katup-katup yang masih terbuka, serta bersihkan laboratorium dari genangan air.
- 9) Dalam hal penggunaan bersama, bila terjadi kerusakan atau kehilangan, tanpa ada yang melapor, maka kerugian harus ditanggung bersama oleh seluruh praktikan yang bekerja pada periode/waktu jam praktikum, saat alat tersebut hilang atau rusak
- 10) Alat yang diganti harus sama merk, spesifikasi, bentuk bahan maupun buatannya. Penggantian alat harus disertai tanda bukti dari toko dengan stempel atau cap. Bila tidak diganti sesuai dengan ketentuan di atas, maka akan memperoleh nilai praktikum E.

2.3 Pembuatan Laporan

- 1) Laporan praktikum dibuat di rumah oleh masing-masing kelompok dan diserahkan pada hari yang sama di minggu berikutnya kepada Dosen/ Asisten.
- 2) Setiap kali saudara menyerahkan laporan praktikum, harus disertai dengan kartu praktikum dan dibubuhi paraf oleh asisten.
- 3) Cover laporan, untuk Praktikum Mekanika Fluida Teknik Lingkungan berwarna Coklat
- 4) Pada cover harus dicantumkan sebagai berikut:
 - Nama mahasiswa
 - NIM/No. Kelompok
 - No./Nama Percobaan
 - Tanggal Percobaan
- 5) Susunan laporan sebagai berikut:
 - Nama Percobaan
 - Tujuan Percobaan
 - Alat dan Bahan
 - Teori Dasar
 - Hasil Pengamatan dengan melampirkan lembar praktikum yang telah ditandatangani asisten/ dosen
 - Perhitungan/jawaban dari tugas percobaan praktikum yang diberikan pada masing-masing Modul Praktikum.
 - Pembahasan dan Kesimpulan
 - Daftar Pustaka
 - Lampiran (bila ada)

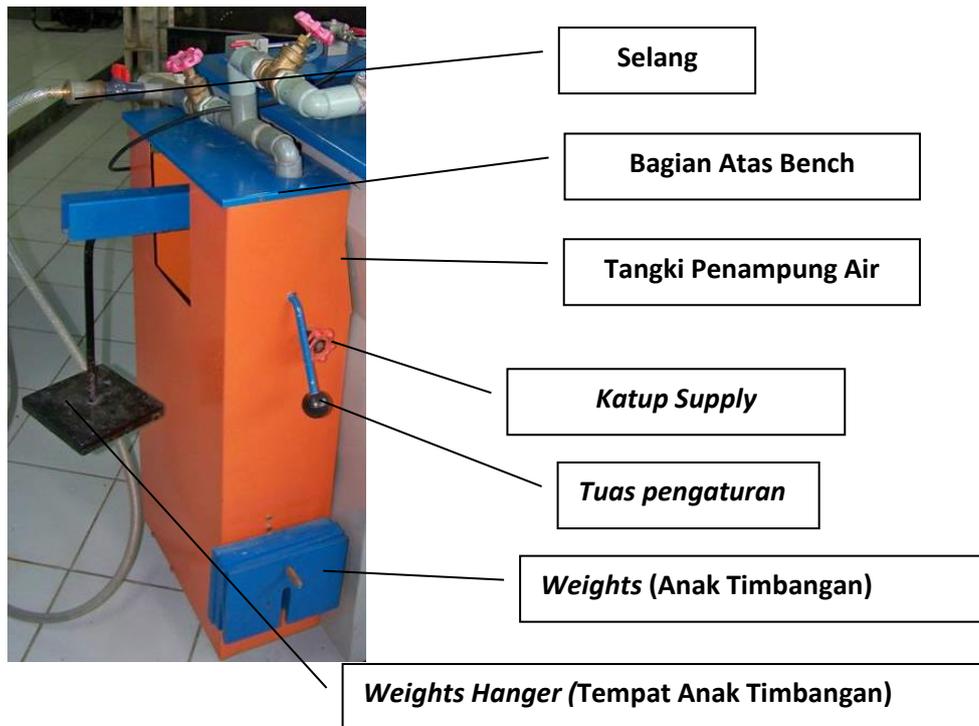
III. PERALATAN UTAMA HYDRAULIC BENCH

3.1 UMUM

Alat ini digunakan sebagai tempat sumber air (yang mensuplai air secara sirkulasi) sekaligus berfungsi sebagai pengatur aliran dan pengatur head dinamis. (Lihat Gambar 3.1)



Gambar 3.1. Hidraulic Bench



Gambar 3.2. Hydraulic Bench

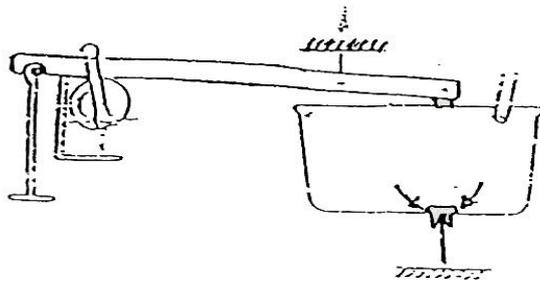
3.2 PETUNJUK UMUM

Prosedur penggunaan alat Hydraulic Bench (lihat gambar 3.2: skema/diagram Hydraulic Bench bekerja) adalah sebagai berikut :

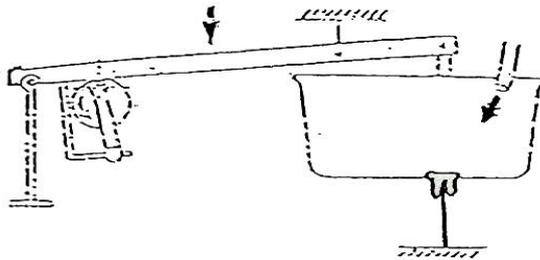
1. Hubungkan bench ke sumber listrik (stop kontak).
2. Tutup valve bench.
3. Tekan start pompa. Periksa apakah ada kebocoran di perpompaan perpipaan atau di bagian lain.
4. Tutup drain di bak dalam weight tank dengan memutar cam berlawanan dengan arah jarum jam (lihat gambar b)
5. Buka valve di bench (kemudian air akan mengalir di percobaan dan kembali ke bench).
6. Apabila stopwatch belum disiapkan, buang air di bak dalam (gambar a), dengan memutar cam lever searah jarum jam sampai habis, kemudian tutup lagi cam lever (gambar b).
7. Jalankan stopwatch pada saat lengan (yang menghubungkan bak dan tempat beban) bergerak ke atas/horizontal (gambar c).
8. Isi/pasang beban segera (besarnya tergantung saudara), maka lengan akan turun kembali ke bawah. Setelah beberapa saat, lengan akan naik kembali ke atas.
9. Matikan stopwatch pada saat lengan bergerak ke atas. Catat berat beban yang

digunakan (berat air merupakan 3 kali berat beban yang sesungguhnya) (gambar d)

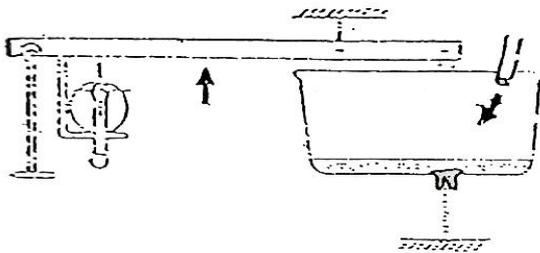
10. Catat waktu yang tertera pada stopwatch.
11. Setiap kali mengoperasikan hydraulic bench, jangan lupa saudara catat temperatur air yang digunakan pada awal dan akhir pengoperasian.
12. Ulangi percobaan tersebut sesuai kebutuhan, dengan membuang air di bak dalam melalui pengaturan cam lever. Percobaan tersebut dilakukan dengan variasi : beban tetap, beban diubah atau perubahan besar aliran (dengan mengatur valve di bench).
13. Tutup valve di bench. Matikan pompa. Cabut fitting dari stop kontak sumber listrik.
14. Percobaan selesai.



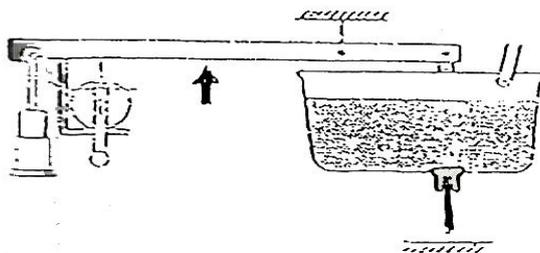
a) Posisi tuas pengaturan untuk mengosongkan /menguras tangki timbangan



b) Posisi tuas pengaturan untuk operasi penimbangan



c) Mulai menghitung waktu (*timer*) dan tambahkan/pasangkan anak ketika balok (*beam*) bergerak menuju horizontal



d) Hentikan perhitungan waktu (*Stop timer*) ketika balok (*beam*) bergerak menuju horizontal lagi

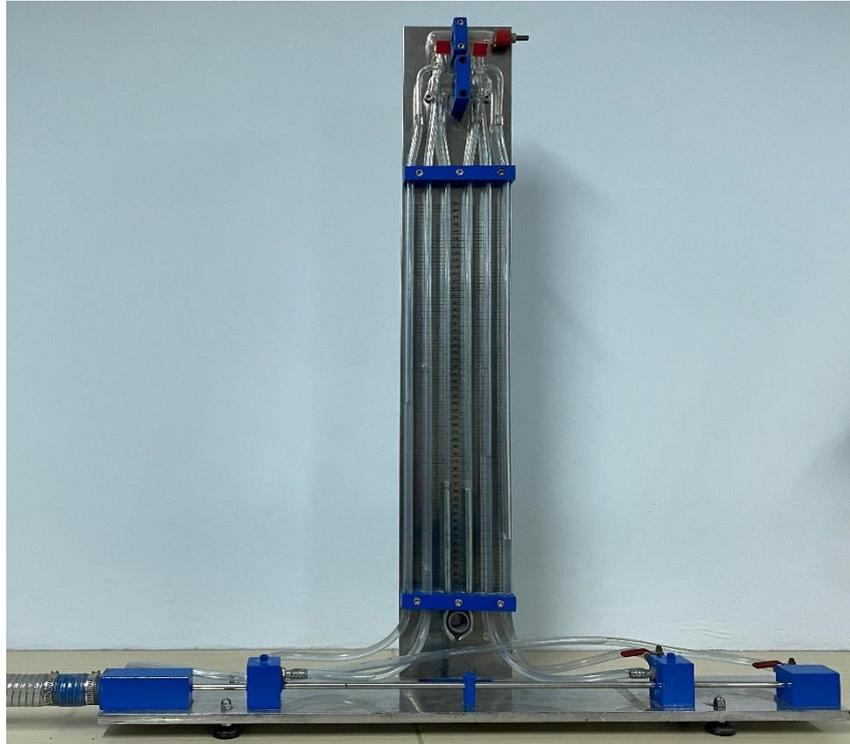
Gambar 3.3 Skema *Hydraulic Bench*

A. MODUL PRAKTIKUM I

ALIRAN DALAM PIPA

I. TUJUAN

Tujuan percobaan ini adalah untuk mengetahui sifat aliran dalam perpipaan dan pengaruh perubahan kecepatan aliran dalam pipa terhadap kehilangan energi pada aliran.



Gambar A.1. Peralatan yang digunakan

II. TEORI DASAR

Dalam aliran fluida dikenal dua sifat aliran yaitu:

- Aliran laminar
- Aliran turbulen

Kedua macam sifat tersebut ditentukan oleh suatu bilangan yang disebut Reynold (NR)

$$N_R = \frac{v \cdot D \cdot \rho}{\mu} = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

Dimana :

NRe = bilangan Reynold (tidak berdimensi)

v = kecepatan aliran rata-rata (cm/detik)

- μ = kekentalan absolut (gram massa/cm detik)
- ρ = densitas cairan (gram massa/cm³)
- g = kekentalan kinematis (cm²/detik)
- D = diameter pipa (cm)

Aliran laminar terjadi apabila NR lebih kecil dari 2000. Antara aliran laminar dan turbulen terdapat zona peralihan yang batasnya tidak jelas, tetapi berkisar pada nilai NR = 4000. Untuk aliran laminar, kehilangan tekan per satuan panjang dinyatakan oleh persamaan 'Hagen-Poiseuille'

$$\frac{hf}{L} = \frac{32\mu.v}{g.D^2.\rho}$$

Dimana

- hf = kehilangan tekanan (cm)
- μ = viskositas absolut (gram massa/cm detik)
- g = percepatan gravitasi (cm/detik²)
- D = diameter (cm)
- v = kecepatan rata-rata aliran (cm/detik)
- ρ = densitas (gram massa/ cm²)

Untuk aliran turbulen, formula yang paling dikenal adalah formula Darcy Weisbach

$$hf = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Dimana

- hf = kehilangan tekan (cm)
- L = panjang pipa (cm)
- D = diameter pipa (cm)
- v = kecepatan rata-rata (tidak berdimensi)
- g = percepatan gravitasi (cm/detik)
- f = factor gesekan (tidak berdimensi)

Dalam persamaan di atas harga f tergantung pada perbandingan relatif dengan diameter pipa, dipengaruhi oleh turbulensi aliran yang dinyatakan bilangan Reynold.

Persamaan lain yang sering digunakan pada aliran di dalam pipa adalah formula Manning

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/3}$$

Dimana

- v = kecepatan rata-rata aliran (cm/detik)
n = koefisien kekasaran
R = jari-jari hidrolis (cm)
S = kemiringan hidrolis (cm/cm)

III. PRINSIP PENGUKURAN

Dalam praktikum digunakan 2 macam manometer, yaitu:

- Piezometer Water Manometer
- U- Tube Mercury Manometer

1. Piezometer Water Manometer

Terapkan persamaan Bernoulli (1) di atas dengan

$$v_1 = v_2$$

$$z_2 = 0 \text{ dan } z_1 = z$$

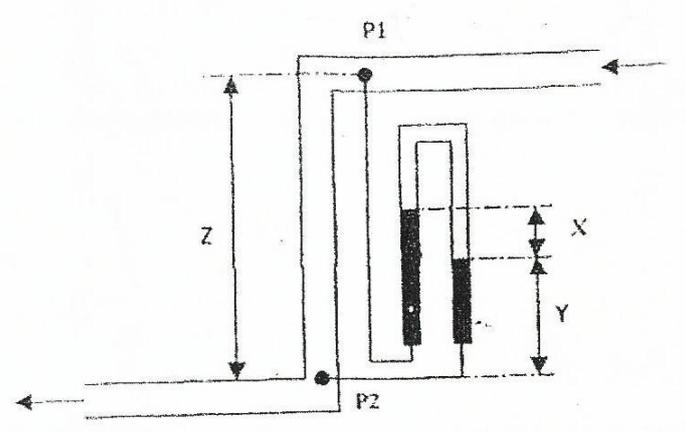
Maka

$$P = P_1 + \rho g (z - (x + y))$$

$$P = P_2 - \rho g(y)$$

$$P_2 - \rho g y = P_1 + \rho g z - \rho g x - \rho g y$$

$$\rho g x = (P_1 - P_2) + \rho g z$$



Dari 1 dan 4 didapatkan bahwa kehilangan tekanan (h_L) sama dengan selisih ketinggian air dalam manometer (x) atau $h_L = x$

$$X = \left(\frac{P_1 - P_2}{\rho g} \right) + z$$
$$= H$$

2. U-Tube Manometer

Dalam tabung U -Tube

$$\frac{P_1 - P_2}{\rho_{air} \cdot g} = h_L$$

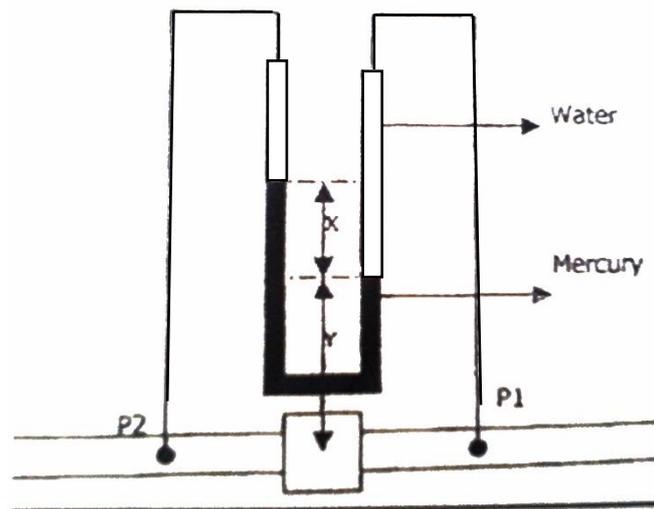
$$P_2 - (\rho_{air} g (x + Y) + \rho_{Hg} g x) = P_1 - \rho_{air} g y$$

$$P_1 - P_2 = x \cdot g (\rho_{Hg} - \rho_{air})$$

Antara 5 dan 6 didapatkan bahwa :

$$h_L = (13,6 - 1) x \text{ atau } h_L = 12,6 \cdot x,$$

jika $S_{Hg} = 13,6$



IV. PETUNJUK PELAKSANAAN

1. Set peralatan seperti pada gambar - Tutup needle valve
2. Pasang inlet alat pada pipa supply air (outlet dari Hydraulic Bench) dan outlet peralatan masukkan ke dalam gelas ukur
3. Hydraulic Bench dioperasikan seperti pada petunjuk operasi dan atur debit yang melalui alat melalui *needle valve*.
4. Jangan lupa catat temperatur fluida setiap kali melakukan percobaan (pada awal dan akhir percobaan) Ukur debit (3x) dan catat tinggi manometer
5. Percobaan minimum dilaksanakan 5 debit dan usahakan debit tersebut menjangkau range minimum dan maksimum.

A.1 TUGAS PERCOBAAN PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA

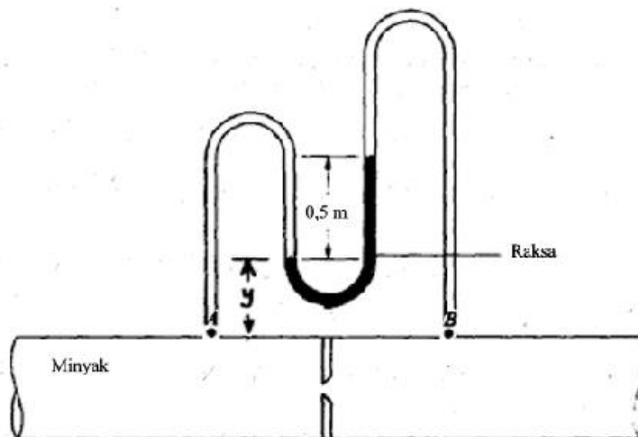
PRAKTIKUM I : ALIRAN DALAM PIPA

1. Gambarkan grafik antara kecepatan dan head loss yang terjadi. Beri ulasan!
2. Gambarkan grafik (dalam satu grafk) antara kecepatan dan gradien hidrolis yang terjadi (v absis vs S ordinat) dengan formula yang berlaku (Darcy, Hazen William, Manning, dsb). Bandingkan grafk tersebut dan berikan ulasan.
3. Tentukan nilai f (pada formula Darcy), C (pada Hazen William) dan n (pada Manning). Bagaimana pengaruh perubahan kecepatan terhadap nilai tersebut dan terhadap bilangan Reynold, tentukan juga nilai bilangan Reynold serta berilah ulasan. Perhitungan dibuat dalam bentuk tabel dengan satu contoh perhitungan.

A.2 TUGAS PENDAHULUAN PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA

PRAKTIKUM I : Aliran Dalam Pipa

1. Jelaskan apa yang anda ketahui tentang manometer
2. Jelaskan Prinsip Kerja Manometer
3. Jelaskan apa yang anda ketahui tentang Piezometer
4. Jelaskan Prinsip Kerja Piezometer
5. Jelaskan perbedaan tentang Manometer dan Piezometer
6. Sebuah pipa mengalirkan air dan dipasang sesuai gambar berikut ini. Perbedaan tinggi air raksa (rpl 13,75) adalah 0,5 m. Hitunglah perbedaan tekanan antara titik A dan B, jika:
 - a. $y = 1$ m
 - b. $y = 5$ m



B. MODUL PRAKTIKUM II

KEHILANGAN ENERGI DALAM SISTEM PERPIPAAN

I. TUJUAN

Salah satu masalah yang paling umum dijumpai dalam mekanika fluida adalah penentuan kehilangan tekanan. Dalam percobaan ini akan diperlihatkan hubungan antara besarnya aliran, diameter pipa, kekasaran pipa dan kehilangan energi dalam sistem perpipaan.



Gambar B.1 Sistem Perpipaan

II. TEORI DASAR

Pada fluida yang tidak dapat dimampatkan (misalnya air) yang mengalir dalam pipa persamaan umum yang berlaku adalah

- Persamaan Kontinuitas

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

- Persamaan Bernoulli

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + HL$$

- Persamaan Momentum

$$RS = \rho \cdot Q (Vs_2 - Vs_1)$$

Kehilangan yang terjadi pada pipa dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu

a) Kehilangan Besar (*Major Losses*)

Terjadi akibat gesekan antara fluida dengan dinding pipa. Kehilangan tekanan dalam pipa dapat dihitung berdasarkan beberapa persamaan antara lain Darcy Weisbach:

$$H_f = f \cdot L / D \cdot v^2 / 2g$$

Harga f dipengaruhi oleh kekasaran permukaan dinding pipa sebelah dalam dan sifat fluida.

b) Kehilangan Kecil (*Minor Losses*)

Terjadi akibat adanya perubahan arah atau pola aliran. Hampir semua kasus kehilangan kecil ditentukan secara experiment, kecuali pada kasus kehilangan tinggi tekan akibat pembesaran secara tiba - tiba yang bisa dianalisis secara analitis. Terdiri dari:

- Headloss karena pembesaran tiba - tiba dinyatakan dengan

$$H_L = k \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$$

- Headloss karena pembesaran bertahap dinyatakan dengan

$$H_L = k \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$$

- Headloss karena penyempitan tiba - tiba dinyatakan dengan

$$H_L = k \frac{v^2}{2g}$$

k_c didapat dari experiment dan nilainya dipengaruhi oleh perbandingan diameter pipa.

- Headloss karena penyempitan bertahap dinyatakan dengan

$$H_L = k \frac{v^2}{2g}$$

- Headloss yang terjadi di belokan, dinyatakan dengan persamaan

$$H_L = k \frac{v^2}{2g}$$

- Headloss melalui valve dapat dinyatakan dengan

$$H_L = k \frac{v^2}{2g}$$

Harga-harga dari konstanta k dapat ditemui dalam literatur-literatur.

III. PRINSIP PENGUKURAN

Dalam percobaan ini digunakan dua cara pengukuran yaitu:

1. Piezometer Water Manometer
2. U - Tube Mercury Manometer

Piezometer Water Manometer digunakan untuk menentukan kehilangan tekanan dalam pipa, pada penyempitan tiba-tiba, pada pelebaran tiba-tiba, di belokan, sedangkan U - tube Mercury Manometer digunakan untuk menentukan kehilangan tekanan dalam valve.

IV. PETUNJUK ALAT PERCOBAAN

Alat ini terdiri dari dua system, masing-masing terdiri dari komponen-komponen yaitu:

1. Sistem perpipaan warna biru tua terdiri dari
 - a. System perpipaan lurus
 - b. Gate valve
 - c. Standard elbow bend
 - d. 90° sharp bend

2. Sistem perpipaan warna biru muda
 - a. Globe valve
 - b. Pelebaran tiba-tiba
 - c. Penyempitan tiba-tiba
 - d. 152,4 mm radius, 90° bend
 - e. 101,6 mm radius, 90° bend
 - f. 50,8 mm radius, 90° bend

Semua system perpipaan terbuat dari bahan tembaga dengan data:

- diameter (dalam) pipa : 13,7 mm dan 26,4 mm
- jarak antara tapping di pipa dengan tapping di bend 0,914 meter
- Jari - jari dari :
 - 90° sharp elbow = 0 mm
 - 90° proprietary elbow = 12,7 mm
 - 90° smooth bend = 50,8 mm
 - 90° smooth bend = 101,6 mm
 - 90° smooth bend = 152,4 mm

V. PETUNJUK PERCOBAAN

1. Hubungkan outlet hydraulic bench ke inlet alat, sedangkan outlet alat dimasukkan ke hydraulic bench.
2. Tutup globe valve, buka gate valve.
3. Start pompa (ingat valve di hydraulic bench harus ditutup sebelum pompa dinyalakan, kemudian lakukan cara seperti percobaan sebelumnya), buka valve di hydraulic bench.
4. Biarkan air mengalir 2 - 3 menit.
5. Tutup gate valve, keluarkan udara yang terjebak dalam piezometer, perhatikan bahwa semua piezometer di system tidak menunjukkan kehilangan energi.
6. Buka gate valve, keluarkan udara yang terjebak dalam U-Tube (seluruh tabung tidak boleh ada udara).
7. Tutup gate valve, dan ulangi cara di atas dengan mengatur globevalve. Setelah selesai, tutup kembali globevalve.
8. Buka penuh valve di hydraulic bench.
9. Buka gate valve penuh akan didapatkan debit maksimum melalui system perpipaan warna biru tua.
10. Ukur debit yang mengalir, sampai 3 kali.
11. Ukur temperatur air.
12. Catat pembacaan di piezometer dan U -Tube Manometer.
13. Percobaan dilakukan minimum untuk 5 debit yang berbeda, dengan pengukuran tiap debit minimum 3 kali.
14. Tutup gate valve. Buka globe valve, ulangi cara dan percobaan di perpipaan warna biru muda, seperti yang telah dilakukan di atas.
15. Tutup globe valve
16. Tutup valve di hydraulic bench.
17. Matikan pompa.

B.1 TUGAS PERCOBAAN PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA

PRAKTIKUM II : KEHILANGAN ENERGI DALAM SISTEM PERPIPAAN

I. Data yang diketahui :

Diameter

Perpipaan biru muda = O , = 26,4 mm

Perpipaan biru tua = mk = 13,7 mm

Jarak antar tapping

Tapping 1-2 (standard elbow) = 79 cm

Tapping 3-4 (pipa lurus biru tua) = 88 cm

Tapping 5-6 (90° sharp bend) = 81 cm

Tapping 7-8 (pelebaran) = 18,5 cm

Tapping 8-9 (pipa lurus biru muda) = 85 cm

Tapping 9-10 (penyempitan) = 8,5 cm

Tapping 11-12 (bend 4') = 81 cm

Tapping 13-14 (bend 6") = 93 cm

Tapping 15-16 (bend 2") = 91 cm

Data yang diukur massa beban = 2,57 j massa air

T_{awal}

T_{akhir}

ρ_{air}

II. Perhitungan data :

1. Hitung debit aliran
2. Hitung kecepatan aliran (v)
3. Hitung kehilangan tekanan (*head loss*) pada pipa lurus
4. Hitung kehilangan tekanan (*head loss*) pada valve
5. Hitung kehilangan tekanan (*head loss*) pada bend
6. Hitung kehilangan tekanan (*head loss*) pada pelebaran dan penyempitan tiba-tiba
7. Hitung besarnya K masing-masing accessories pipa

Hasil dari perhitungan buat Tabulasinya !

III. Buat Grafik (y terhadap x)

1. $h_1 - Q$ (untuk gate valve dan globe valve)
2. $v^2 - h_l$ (untuk gate valve dan globe valve)
3. $v^2 - h_{min}$ (untuk bend)
4. $v - S^{0.54}$ (papa biru tua dan pipa biro muda)
5. $h_l - v^2$ (untuk penyempitan)
6. $h_l - (v_1 - v_2)^2$ (untuk pelebaran)

Keterangan

Untuk grafik yang linier gunakan regresi linier intercept 0

Tampilkan persamaan garisnya dan nilai koefisien korelasinya

IV. TUGAS DALAM PEMBUATAN LAPORAN PRAKTIKUM

1. Saudara diminta untuk mencari gambar-gambar dari literature tentang globe valve dan gate valve (tampak dan potongan bagian dalamnya) serta terangkan cara kerja masing-masing valve
1. Buat grafik antara head loss pada globe valve dan gate valve dengan kapasitas aliran (H absis vs Q ordinat). Dari grafik tentukan valve yang memberikan headloss terbesar, terangkan mengapa terjadi demikian.
2. Tentukan harga c (Hazen William) pada pipa lurus, selanjutnya tentukan harga k untuk belokan, penyempitan tiba-tiba, pelebaran tiba-tiba.

B.2 TUGAS PENDAHULUAN PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA

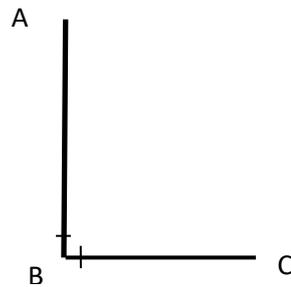
PRAKTIKUM II : Kehilangan energi dalam suatu sistem perpipaan

1. Kembangkan pernyataan untuk penurunan head (headtoss) dalam sebuah pipa mendatar untuk aliran tak kompresibel turbulen
2. Sebuah pipa 200 m panjangnya mengalirkan air dari A pada ketinggian 25 m ke B pada ketinggian 37 m. Tegangan gesek antara cairan dengan dinding pipanya 30 N/m². Tentukan perubahan tekanan dalam pipa dan head turunnya.
3. Diketahui pipa bersambung seperti gambar dibawah ini. Data pipa adalah sebagai berikut :

$$L_{ab} = 70.5 \text{ m}, D_{ab} = 0,305 \text{ m}, f_{ab} = 0.02, k \text{ bend } 90 = 0,5$$

$$L_{bc} = 30.5 \text{ m}, D_{bc} = 0.1525 \text{ m}, f_{bc} = 0.015, k \text{ penyusutan} = 0,75.$$

Berapakah Kehilangan tekanan pada pipa-pipa tersebut?

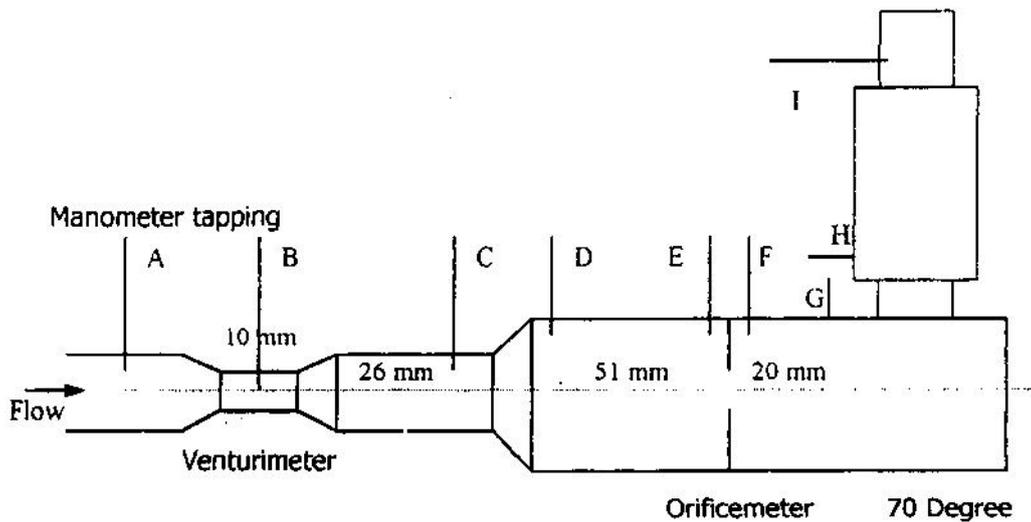


C. MODUL PRAKTIKUM III

ALAT UKUR DEBIT

I. TUJUAN

Untuk memperkenalkan kepada mahasiswa tentang beberapa cara pengukuran debit aliran fluida yang tidak dapat dimampatkan (misalnya air) sebagai fungsi penunjukkan manometer, disamping itu juga memberikan contoh penerapan dari persamaan "Bernoulli" (untuk aliran steady).



Gambar C.1. Alat Ukur Debit

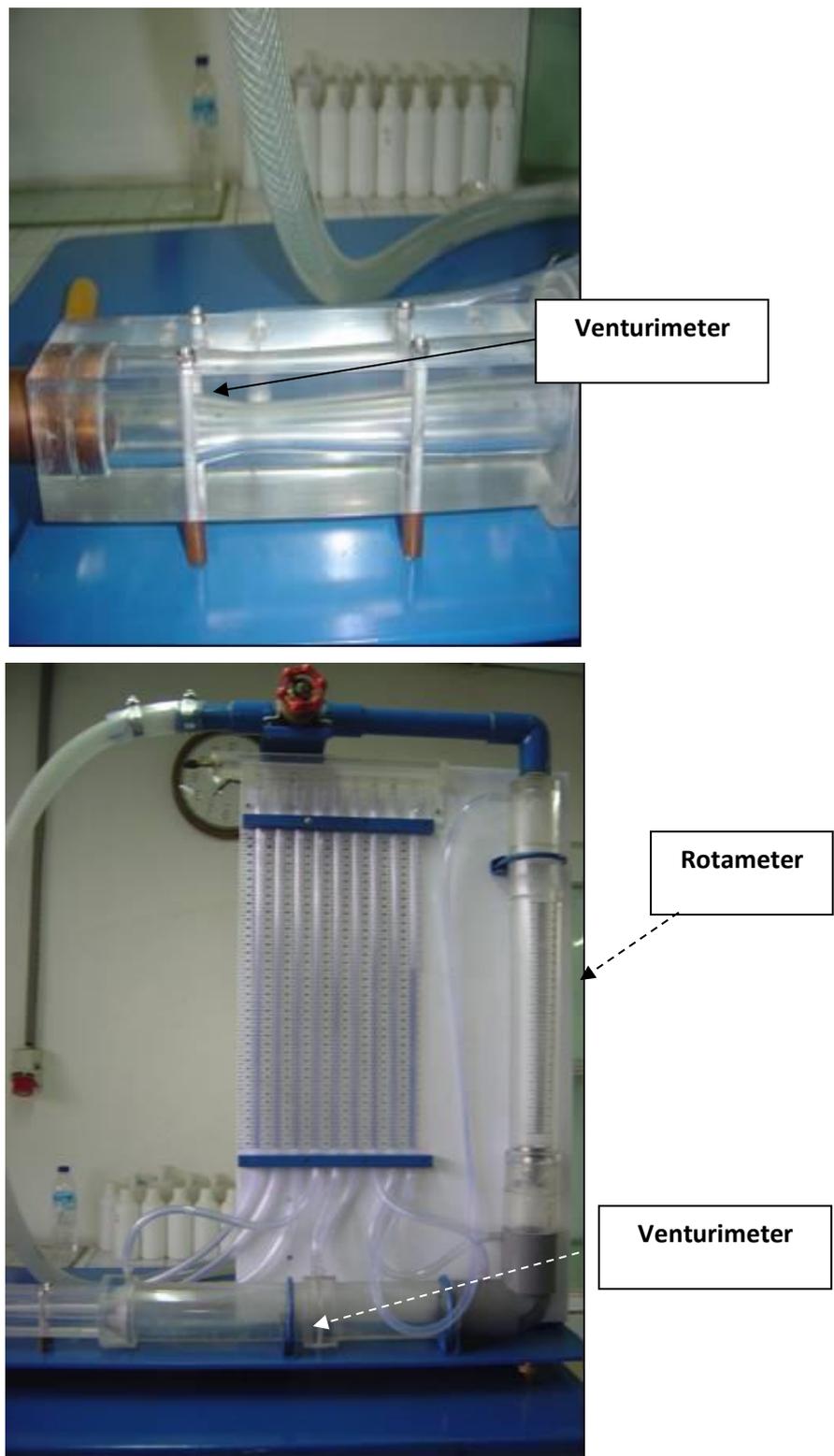
II. TEORI DASAR

Pada fluida yang tidak dapat dimampatkan yang mengalir dalam pipa, persamaan yang biasa dijumpai adalah

$$Q = A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \text{ (kontinuitas) } \dots\dots\dots 1$$

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + HL \dots\dots\dots 2$$

Perhatikan gambar di di bawah ini :



Gambar C.2 Venturimeter dan Rotameter

2.1 VENTURI METER

Tekanan di penampang hulu (A) dan leher (B) adalah tekanan nyata dan kecepatan - kecepatan dari persamaan Bernaulli adalah kecepatan teoritis . Bila dalam persamaan energi kehilangan tekanan, maka kecepatan merupakan kecepatan nyata. Akan dibuktikan banyaknya debit dalam aliran tak termampatkan, merupakan fungsi dari penunjukkan manometer.

Antara A dan B , jika HL diabaikan karena kecil, persamaan yang ada adalah :

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + HL \dots\dots\dots 3$$

Dan $A_A \cdot V_A = A_B \cdot V_B \dots\dots\dots 4$

atau

$$v_B = \left[\frac{2g}{1 - \left(\frac{A_B}{A_A}\right)^2} \left(\frac{P_A}{\rho g} - \frac{P_B}{\rho g} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

Dengan data - data yang tersedia yaitu

- $\phi A = 25 \text{ mm}$
- $\phi B = 16 \text{ mm}$

Sedangkan data-data yang dicari adalah:

$(P_A/ \rho.g - P_B/ \rho.g)$ yang merupakan beda tinggi muka air di tabung piezometrik A dan B

2.2 ORIFICE METER

Orifice (pelat lubang ukur) bertepi siku di dalam pipa menyebabkan kontraksi (penyempitan) jet di sebelah hilir lubang orifice. Untuk aliran tak termampatkan maka persamaan Bernoulli yang diterapkan dari penampang 1 sampai jet di vena contracta.

Antara E dan F, jika HL diabaikan karena kecil, persamaan - persamaan yang berlaku adalah seperti di atas ; di samping itu perlu dimasukkan koefisien aliran K (=0,61) untuk orifice ini, sehingga:

$$Q = A_F k = \left[\frac{2g}{1 - \left(\frac{A_F}{A_E}\right)^2} \left(\frac{P_E}{\rho g} - \frac{P_F}{\rho g} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots 6$$

Data-data yang tersedia

- $\phi E = 51 \text{ mm}$
- $\phi F = 20 \text{ mm}$

sedangkan data-data yang dicari : $\left(\frac{P_e}{\rho g} - \frac{P_f}{\rho g} \right)$ yang merupakan beda tinggi muka air di tabung piezometrik E dan F

2.3 ROTAMETER

Prinsip dari alat ukur ini adalah besarnya aliran yang melalui pelampung akan sebanding dengan tinggi pelampung pada saat itu.

Dari gambar:

$$\left(R^2_i - R^2_f \right) = 2\pi R_f \Delta$$

Untuk mendapatkan kecepatan yang tetap, diperlukan perubahan A, dengan perubahan A, akan merubah luas area yang dilalui air, sehingga merubah debit. Perubahan A akan terjadi, kalau tabung rotameter berbentuk konis.

Dengan melalui kalibrasi akan didapatkan suatu hubungan yang menyatakan hubungan antara tinggi pelampung dengan debit air.

III. PRINSIP PENGUKURAN

Pada venturimeter dan orificemeter, pengukuran dilakukan dengan piezometer water manometer . Teori dari piezometer terdapat pada percobaan 2, adalah perbedaan tinggi tekan dari kedua titik yang ditinjau. Sedang dalam rotameter, tinggi pelampung akan sebanding dengan besarnya debit air.

IV. CARA KERJA

- a. Hubungkan outlet *hydraulic bench* ke inlet alat sedangkan outlet alat dimasukkan ke

hydraulic bench.

- b. Tutup valve di hydraulic bench. Tekan start pompa. Buka valve di hydraulic bench, biarlah air mengalir 2-3 menit.
- c. Tutup valve di alat.
- d. Keluarkan udara yang terjebak di dalam piezometer, perhatikan bahwa semua
- e. Piezometer di sistem menunjukkan tidak ada kehilangan energi, posisi muka air di piezometer diusahakan berada pada ketinggian kira-kira 280 mm.
- f. Buka valve di alat.
- g. Atur valve (diatur di *hydraulic bench*) sehingga pelampung tidak terlalu tinggi (kira-kira di tengah tabung) .
- h. Ukur debit yang mengalir sampai 3 kali. Catat pembacaan di piezometer dan tabung rotameter.
- i. Ulangi percobaan di atas sebanyak 3 kali dengan debit yang berbeda dengan mengukur valve (setiap satu debit yang sama, dilakukan pengukuran debit sebanyak 3 kali).
- j. Jangan lupa mengukur temperatur fluida setiap kali melakukan pengukuran (pada awal dan akhir percobaan).
- k. Tutup valve di alat.
- l. Tutup valve di bench.
- m. Matikan pompa.

Catatan : Untuk mengatur tinggi air dalam tabung piezometer, dapat dilakukan dengan memompa melalui pentil, atau mengeluarkan udara melalui pentil.

C.1 TUGAS PERCOBAAN PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA

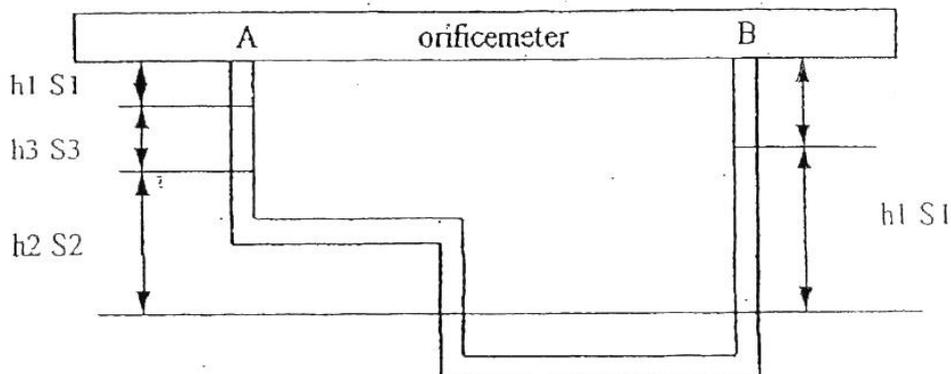
PRAKTIKUM III : ALAT UKUR DEBIT

1. Saudara diharuskan mengadakan studi perbandingan tentang alat ukur tersebut, ditunjang oleh dasar-dasar teori yang diberikan dalam kuliah dan studi literatur.
2. Gambarkanlah grafik hubungan
 - a) Q aktual (sumbu x) terhadap Ah (sumbu Y) untuk venturi meter, orificemeter dan juga rotameter.
 - b) Q aktual (sumbu x) terhadap Q hitung (sumbu Y) untuk venturi meter dan orificemeter.
 - c) Q aktual (sumbu x) terhadap Q aktual (sumbu Y), untuk Rotameter saja.
3. Berikan ulasan perbandingan ketiga alat ukur tersebut.

C.2 TUGAS PENDAHULUAN PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA II

PRAKTIKUM III : ALAT UKUR DEBIT

1. Sebutkan dan jelaskan alat ukur debit yang saudara ketahui dan bagaimana cara perhitungannya ?
2. Apakah yang dimaksud dengan vena contracta pada alat ukur debit orifice meter?
3. Suatu pengukuran tekanan pada aliran air dalam pipa melalui orifice meter dengan manometer multi cairan pada gambar berikut: $h_1 = 80$ cm , $h_2 = 40$ cm, $h_3 = 90$ cm, $h_4 = 40$ cm $S_1 = 13,6$ $S_2 = 0,8$ $S_3 = 1,25$ dan f air = 9806 N/m³
 - a) berapa m bar perbedaan tekanan antara A dan B ? (1 bar = 1000 m bar)
 - b) tentukan arah aliran bila air mengalir dan tekanan yang tinggi ke tekanan yang rendah?



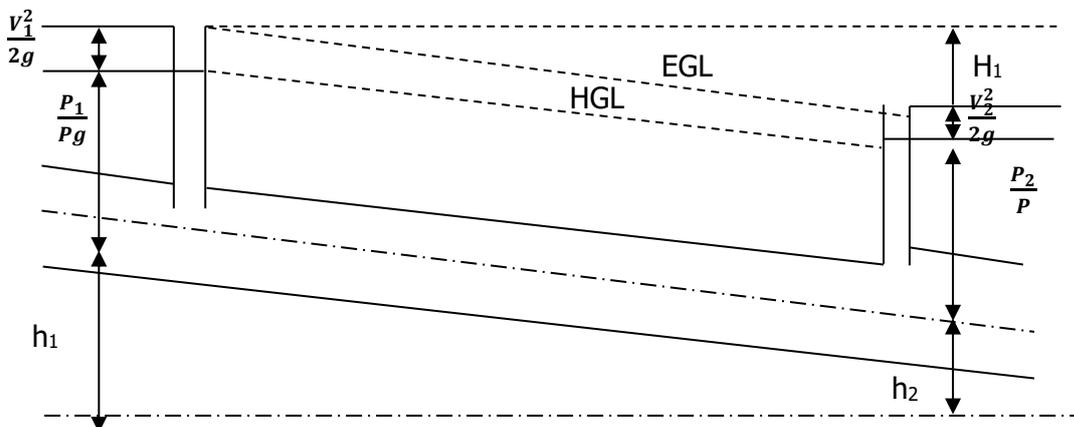
D. MODUL PRAKTIKUM IV

ALIRAN DALAM SALURAN TERBUKA (*OPEN CHANNEL FLOW*)

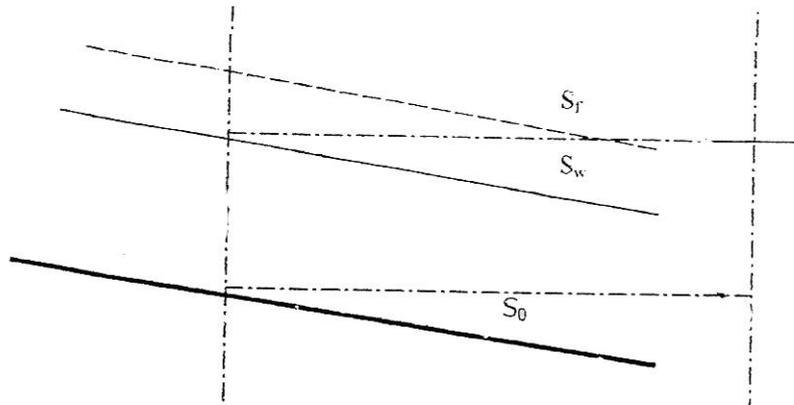
Dua jenis saluran yang digunakan untuk mentransfer *fluida* yaitu: saluran tertutup (praktikum I-III) dan saluran terbuka (praktikum (IV-VII)). Saluran terbuka dapat berupa selokan, terowongan atau pipa yang terisi air sebagian. Saluran terbuka ditandai dengan adanya permukaan air bebas, sedangkan saluran tertutup ditandai dengan tekanan *fluida* > 1 atm dan tidak adanya permukaan air bebas.

Pada gambar 4.1 dibawah ini dapat dibandingkan perbedaan antara saluran tertutup dan saluran terbuka. Gambar 4.1.a menggambarkan sebuah saluran aliran dalam pipa dengan dilengkapi oleh pipa piezometer pada titik 1 dan 2. Tinggi muka air pada masing-masing pipa piezometer merepresentasikan *pressure head*, P/γ , dimasing-masing titik. Perbedaan tinggi muka air dikedua pipa tersebut disebut dengan *hydraulic gradient line*, HGL. Besarnya *velocity head* dipresentasikan dengan persamaan $V^2/2g$ dan total head energy disetiap titik adalah jumlah dari tinggi elevasi titik tinjauan, *pressure head* dan *velocity head*. Perbedaan *total energy head* diantara titik 1 dan 2 menunjukkan *energy gradient line*, EGL, antara titik 1 dan 2. energy yang hilang sepanjang titik 1 dan 2 ditunjukkan oleh h_L .

Gambar 4.1.b. menunjukkan aliran pada saluran terbuka (*open channel flow*). Permukaan air bebas hanya dipengaruhi oleh tekanan atmosfer dimana, untuk keperluan rekayasa hidrolika, dianggap nol pada permukaan air tersebut. Distribusi tekanan proporsional dengan kedalaman. Pada saluran terbuka HGL sama dengan tinggi muka air. Untuk menyelesaikan permasalahan pada saluran terbuka, kita harus menganalisis hubungan antara slope dasar saluran, debit, kedalaman dan kondisi saluran.



Gambar D.1.a. Aliran Dalam Saluran Tertutup dengan pipa piezometer



Gambar D.1.b Aliran Dalam Saluran Terbuka



Gambar D.2 Sistem Saluran Terbuka

D.1. MODUL PRAKTIKUM IV A

ALIRAN SERAGAM (*Uniform Flow*)

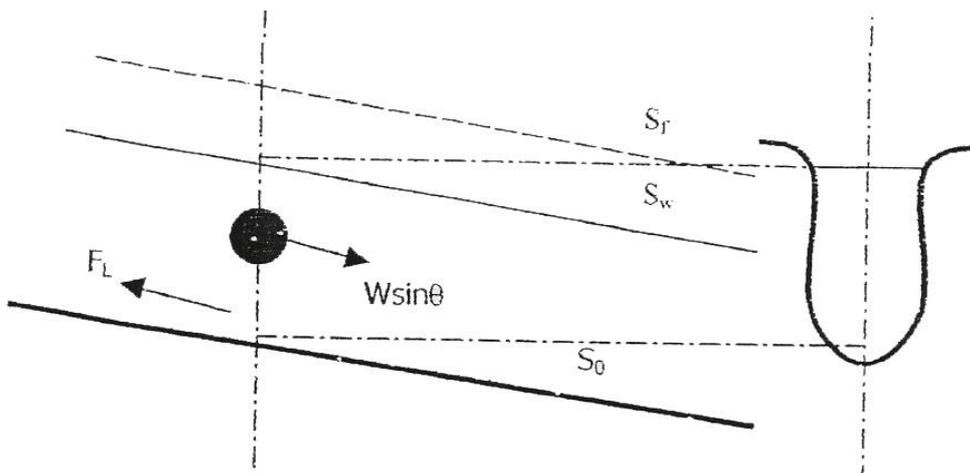
I. DASAR TEORI

Aliran seragam memiliki beberapa ciri-ciri pokok antara lain: (1). Kedalaman, luas basah, kecepatan, dan debit pada setiap penampang pada bagian saluran yang lurus adalah konstan; (2) EGL, HGL dan saluran saling sejajar atau $S_f = S_w = S_o = S$.

Pada saluran terbuka, aliran seragam hanya akan dapat dicapai jika tidak ada akselerasi (atau deselerasi) pada bagian yang kita tinjau. Hal ini hanya dimungkinkan jika komponen gaya gravitasi dan komponen gaya tahanan adalah sama.

$$W \sin \theta = F_f$$

Perhatikan Gambar 4.3 dibawah ini :



Gambar D.3. Aliran Seragam

Perhitungan Aliran Seragam

Bila fluida mengalir melalui permukaan yang sangat luas, dengan kata lain, kedalaman jauh lebih kecil dari lebar saluran sehingga aliran merupakan aliran saluran terbuka yang lebar, dikenal dengan sebutan aliran hamparan atau *sheet flow*. Aliran seragam dapat bersifat laminar atau turbulen, tergantung pada faktor-faktor seperti debit, slope, viskositas dan kekasaran permukaan saluran. Bila kecepatan dan kedalaman relatif kecil sehingga viskositas menjadi faktor utama maka aliran akan bersifat laminar. Aliran permukaan seragam menjadi turbulen bila permukaannya kasar dan kedalaman cukup besar untuk menimbulkan vortex yang kontinuous. Di alam, kondisi aliran seragam yang bersifat laminar jarang terjadi, namun dalam aplikasi bidang Teknik Lingkungan aliran seragam yang bersifat laminar tersebut justru diharapkan tetap terjaga ke-continous-annya.

A E.C. Schneckenberg menyatakan, dalam *proceeding* New Zealand Institution of Engineers – vol.37 pp.340-409 – dengan judul "Slope discharge formulae for alluvial stream and rivers", bahwa persamaan aliran seragam yang baik untuk saluran alluvial- dimana didalamnya terjadi transport sedimen dan aliran turbulen – harus memperhitungkan besaran-besaran : luas basah, kecepatan rata-rata, kecepatan permukaan maksimum, keliling basah, jari-jari hidrolis, kedalaman luas basah maksimum, slope, koefisien kekasaran saluran, debit sedimen melayang, debit fluida, dynamic viscosity dan temperatur fluida.

Sampai modul praktikum ini dibuat belum ada suatu persamaan yang melibatkan seluruh besaran-besaran diatas secara keseluruhannya. Namun untuk keperluan praktikum kali ini, akan diberikan dua persamaan yang cukup terkenal dan umum digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *open channel flow*. Persamaan yang dimaksud adalah persamaan chezy dan persamaan manning.

Persamaan chezy, persamaan yang dinyatakan oleh Antoine Chezy diturunkan dengan memperhatikan dua asumsi yaitu: (1) kesetimbangan gaya antara komponen gaya gravitasi dengan komponen gaya tahanan dan (2) komponen efektif dari gaya berat mengakibatkan aliran akan sama dengan jumlah gaya tahanan sehingga diperoleh persamaan:

$$V = C (R_H S)^{0,5}$$

Dimana :

V : Kecepatan rata-rata

C : Koefisien Chezy, dimensionless

- R_H : Jari-jari hidrolis, m
 S : Slope dasar saluran, m/m

Persamaan manning, rumus yang dikembangkan oleh Robert Manning merupakan persamaan yang sangat sederhana dengan hasil yang sangat memuaskan sehingga banyak digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *open channel flow*.

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) R_n^{2/3} S^{1/2}$$

Dimana:

- V : Kecepatan rata-rata, m³/second
 R_H : Jari-jari hidrolis, m
 S : Slope energi, m/m
 n : Manning coefficient

Apabila persamaan Chezy dan persamaan Manning dibandingkan akan diperoleh hubungan antara C dengan n sebagai berikut:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

Pada praktikum ini akan kita lihat hubungan antara debit, kedalaman dan bilangan Reynold dengan koefisien Chezy dan antara debit, kecepatan dan bilangan Reynold dengan kedalaman.

II. APLIKASI DALAM BIDANG TEKNIK LINGKUNGAN

1. Unit pengaduk cepat secara hidrolis membutuhkan kecepatan yang tinggi dengan tetap menjaga sifat aliran yang laminar agar pencampuran koagulan dengan air baku tercampur dengan sempurna.
2. Unit pengaduk lambat secara hidrolis membutuhkan kecepatan yang lebih dan flok yang telah terbentuk tidak tergerus dan akhirnya pecah.
3. Unit sedimentasi merupakan aliran seragam laminar agar flok yang masuk kedalam bak sedimentasi dapat terendapkan semaksimal mungkin.

III. CARA KERJA

1. Operasikan *Hydraulic Bench* dengan beban tertentu, catat beban yang digunakan dan waktu yang diperlukan.
2. Ukur suhu awal dan akhir fluida.

3. Ukur kedalaman hulu dan hilir.
4. Lakukan percobaan sebanyak 3 kali.
5. Ulangi percobaan dengan 5 kondisi yang berbeda.

D.1.1 TUGAS PERCOBAAN PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA

PRAKTIKUM IVA : ALIRAN SERAGAM (*Uniform Flow*)

- a. Tentukan debit aliran (Q)
- b. Tentukan kecepatan aliran (v)
- c. Tentukan bearnnya bilangan Reynold (N_{Re})
- d. Tentukan slope saluran
- e. Tentukan koefisien manning
- f. Tentukan koefisien Chezy
- g. Buat grafik
 - Q : Terhadap Y
 - V : Terhadap Y
 - N_{Re} : Terhadap Y
 - Q : Terhadap C
 - Y : Terhadap C
 - N_{Re} : Terhadap C

D.1.2 TUGAS PENDAHULUAN PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA

PRAKTIKUM IVA : ALIRAN SERAGAM

1. Jelaskan mengapa aliran seragam tidak dapat terjadi pada saluran tanpa gesekan dan saluran yang horizontal?
2. Buatlah suatu persamaan yang menghubungkan antara faktor gesekan, f , dengan kekasaran Manning, n ?
3. Dapatkah disimpulkan bahwa aliran seragam pasti bersifat laminar?
4. Air mengalir dengan debit $8,5 \text{ m}^3/\text{detik}$ didalam suatu saluran terbuka yang berpenampang trapesium dengan kemiringan saluran tetap sebesar $0,16\%$. Bila kekasaran Manning adalah $0,025$. Tentukanlah dimensi dari trapesium tersebut?

D.2 PRAKTIKUM IV B

LONCATAN HIDROLIS (*Hydraulic Jump*)

I. DASAR TEORI

Hydraulic jump merupakan fenomena alam yang biasa terjadi dalam aliran saluran terbuka. Hydraulic jump terjadi ketika terdapat pengurangan kecepatan secara cepat yang disebabkan oleh peningkatan kedalaman air secara tiba-tiba. Bial perubahan kedalaman aliran dari taraf rendah ke taraf tinggi berlangsung tiba-tiba, hasilnya adalah peningkatan muka iar yang mendadak. Hal ini sering terjadi di saluran pembuangan, bangunan pelimpah atau pada tempat dimana kemiringan saluran tiba-tiba berubah mendatar.

Bila perubahan kedalaman berlangsung kecil, air tidak akan naik secara signifikan dan tiba-tiba, melainkan akan mengalir dari taraf rendah ke taraf tinggi melalui serangkaian alunan yang lambat laun mengecil. Loncatan kecil seperti ini disebut loncatan berombak (*Undular jump*).

Bila perubahan kedalaman berlangsung besar, lomcatan akan menimbulkan kehilangan energi yang cukup besar akibatnya kadar energi didalam aliran seusai loncatan cukup kecil dibandingkan sebelum loncatan. Loncatan seperti ini disebut loncatan langsung (*direct jump*).

Kedalaman air sebelum loncatan selalu lebih rendah daripada setelah loncatan kedalaman sebelum loncatan disebut kedalan awal (*initial depth*) dan kedalaman setelah loncatan disebut kedalaman turunan (*sequent depth*). Lihat gambar 6 dibawah ini.

Energi pada aliran superkritis akan diredam oleh gaya gesek saluran, sehingga menyebabkan pengurangan kecepatan dan penambahan ketinggian pada arah aliran. Suatu loncatan hidrolis akan terbentuk pada saluran jika bilangan Froude, N_{Fr} , *initial depth* dan *sequent deth* memenuhi persamaan berikut :

$$\frac{Y_2}{Y_1} = \frac{1}{2} \left\{ \sqrt{1 + 8F_r^2} - 1 \right\}$$

Sedangkan kehilangan energi yang diakibatkan loncatan ini adalah selisih antara energi spesifik sebelum dan sesudah loncatan. Ditunjukkan dengan persamaan:

$$\Delta E = E_1 - E_2 = \frac{(Y_2 - Y_1)^2}{4Y_1Y_2}$$

Perbandingan antara energi setelah loncatan dengan energi sesudah loncatan menunjukkan efisiensi loncatan yang besarnya ditentukan melalui persamaan:

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{(8F_r^2 + 1)^{3/2} - 4F_r^2 + 1}{8F_r^2(2 + F_r^2)}$$

Perbedaan antara *initial depth* dan *sequent depth* menunjukkan besarnya tinggi loncatan.

$$H_f = Y_2 - Y_1$$

Dengan memperhatikan gambar diatas, maka panjang loncatan didefinisikan sebagai jarak antara permukaan depan loncatan hidrolis sampai suatu titik pada permukaan gelombang ombak yang segera menuju hilir. Panjang loncatan teoritis didekati dengan membaca kurva empiris antara L/Y_2 dengan Fr yang ada diberbagai textbook.

II. APLIKASI DALAM BIDANG TEKNIK LINGKUNGAN

- a. Unit pengaduk cepat (*flash mixing*) secara hidrolis menggunakan konsep loncatan hidrolis untuk mencampurkan koagulan dengan air baku.
- b. Unit aerasi yang ada di *Waste Water Treatment* menerapkan konsep loncatan hidrolis untuk memasukkan oksigen kedalam air olahan sehingga proses oksidasi dapat dicapai.
- c. Penurunan energi setelah *hydraulic jump* digunakan untuk melindungi saluran dari penggerusan akibat aliran air yang sangat cepat.

III. CARA KERJA

1. Tempatkan sluice gate ± 90 cm dari inlet.
2. Atur debit dan bukaan sluice gate untuk memberikan kedalaman aliran hulu dan hilir dari *hydraulic jump*.
3. Ukur debit, panjang loncatan dan kedalaman aliran dilima titik di hulu dan hilir.
4. Lakukan percobaan dengan berbagai variasi debit.

D.2.1 TUGAS PERCOBAAN PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA

PRAKTIKUM IV B : LOMPATAN HIDROLIS

Tunjukkan hubungan antara :

1. Y_2/Y_1 terhadap Fr.
2. Efisiensi loncatan terhadap Fr.
3. Tinggi loncatan terhadap Fr
4. Kedalaman terhadap energi spesifik
5. Panjang loncatan terhadap Y_2/Y_1
6. Panjang loncatan terhadap debit

D.2.2 TUGAS PENDAHULUAN PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA

PRAKTIKUM IVB : LONCATAN HIDROLIS

1. Jelaskan bagaimana dan syarat-syarat apa yang diperlukan agar loncatan hidrolis dapat terjadi?
2. Jelaskan secara singkat jenis-jenis loncatan hidrolis dan faktor apa yang membedakan loncatan hidrolis yang satu dengan loncatan hidrolis yang lainnya?
3. Panjang loncatan pada loncatan hidrolis akan mempengaruhi dimensi unit pengaduk cepat. Jelaskan secara ringkas bagaimana menentukan panjang loncatan secara teoritis? Lengkapi dengan contoh kasus!

D.3 PRAKTIKUM IVC

ALIRAN BERUBAH BERATURAN

(*Steady Gradually Varied Flow*)

I. DASAR TEORI

Aliran berubah beraturan memiliki debit seragam akibat penambahan ataupun pengurangan air disepanjang aliran tersebut. Penambahan maupun pengurangan air ini akan mengakibatkan perubahan atau kadar momentum aliran. Hal ini yang membedakan aliran berubah beraturan dengan aliran seragam dan hydraulic jump. Kecepatan aliran berubah terhadap jarak dan tetap terhadap waktu, $dv/dt = 0$ dan $dv/dx \neq 0$, sehingga sifat aliran konstan terhadap waktu dan berubah terhadap jarak.

Anggapan dasar yang digunakan dalam praktikum aliran berubah beraturan ini antara lain :

- a. Kemiringan saluran relative kecil sehingga pengaruhnya terhadap tinggi tekan dan gaya pada penampang saluran sangat kecil. Bila kemiringan cukup besar dapat dilakukan koreksi.
- b. Rumus Manning dapat digunakan untuk menghitung energi yang hilang akibat gaya gesek antara air dengan saluran.
- c. Pengaruhnya udara yang terperangkap dapat diabaikan.

Dari anggapan-anggapan dasar yang kita sepakati, maka dapat dikembangkan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{dY}{dX} = \frac{S_0 - S_f}{1 - \frac{bQ^2}{gA^2}}$$

dan untuk keperluan praktis suatu perhitungan sederhana, untuk tinjauan titik 1 dan 2, digunakan persamaan sebagai berikut:

$$X = \frac{E_2 - E_1}{S_0 - S_f}$$

Dimana :

S_0 : slope saluran

S_f : slope garis energi

Q : debit aliran

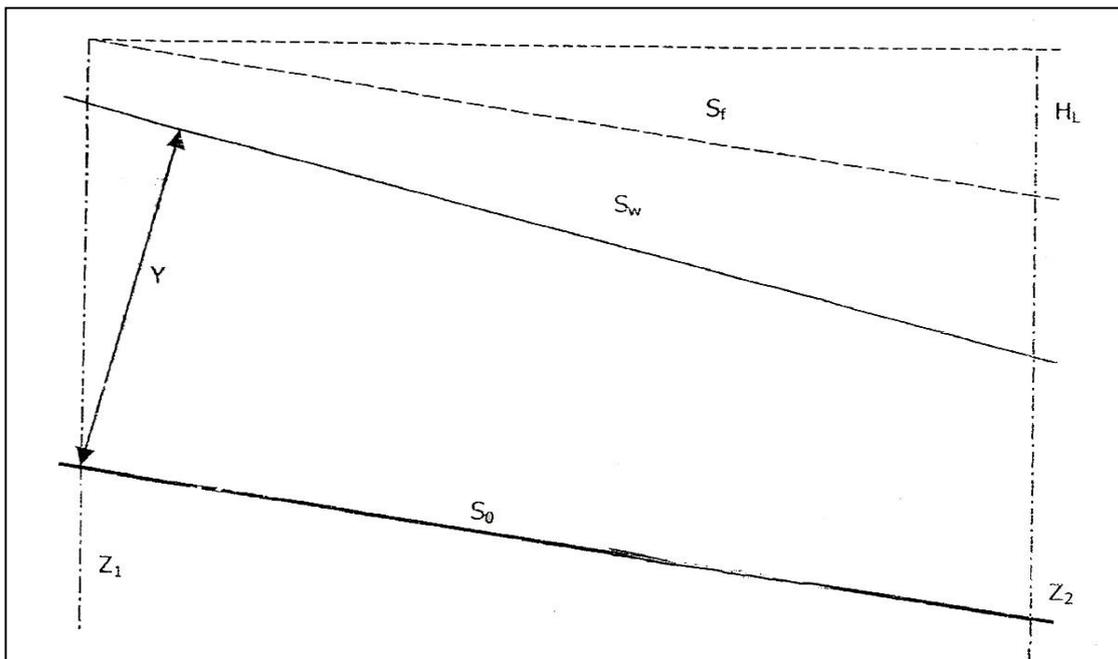
b : lebar puncak pada kedalaman Y

A : luas basah pada kedalaman Y

E : energi spesifik

II. CARA KERJA

- Buka katup pengatur aliran pada kondisi bukaan penuh
- Yempatkan 2-3 ambang di hilir saluran
- Operasikan pompa (gunakan slope yang landai)
- Catat waktu dan kedalaman di 10 titik sepanjang saluran



Gambar D.4. Aliran Berubah Beraturan

D.3.1 TUGAS PERCOBAAN PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA

PRAKTIKUM IV C : ALIRAN BERUBAH BERATURAN

1. Tentukan Q, V, n, N_{Re}, N_{Fr}
2. Tunjukkan hubungan antara:
 - C terhadap Q
 - C terhadap R
 - C terhadap Y
 - C terhadap N_{Re}
 - C terhadap n
3. Evaluasi hasil-hasil yang diperoleh dan berikan analisis berdasarkan teori-teori yang anda pahami.

D.3.2 TUGAS PENDAHULUAN PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA

PRAKTIKUM IVC : ALIRAN BERUBAH BERATURAN

1. Jelaskan bagaimana aliran berubah beraturan dapat terjadi?
2. Jelaskan aplikasi aliran berubah beraturan di bidang Teknik Lingkungan?

E. MODUL PRAKTIKUM V

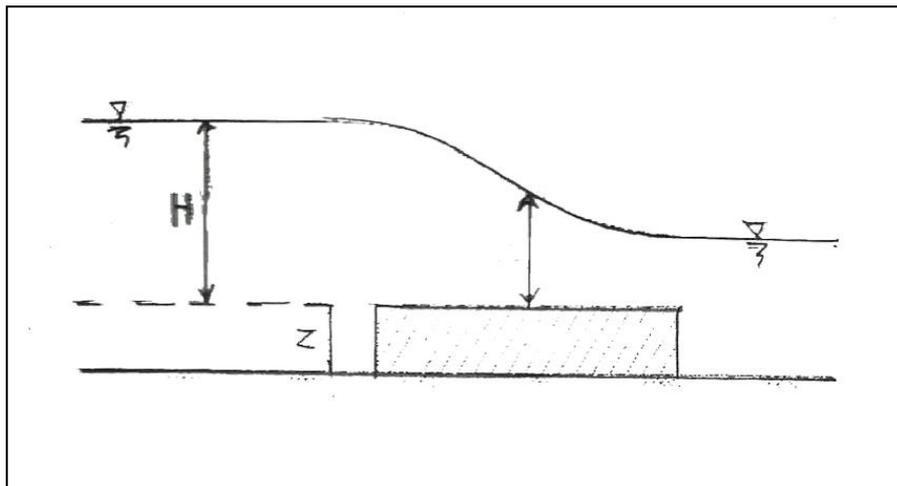
ALIRAN DI ATAS AMBANG LEBAR

I. TUJUAN

- Menentukan debit aliran yang melalui saluran dengan menggunakan ambang sebagai alat ukur dan dengan sekali pengukur di hulu.
- Membuktikan bahwa aliran di atas ambang lebar akan mendekati kritis, walaupun ambang tersebut cukup lebar.

II. DASAR TEORI

- Jika tidak ada rintangan aliran di hilir ambang, aliran dari atas ambang akan mempunyai kecepatan maksimum dan ini sesuai dengan tinggi kritis aliran dengan mengambil crest dari ambang sebagai dasar pengukuran.
- Untuk ambang lebar berbentuk segi empat, dari persamaan Bernoulli akan didapat persamaan debit teoritis sebagai berikut (kecepatan di hulu ambang relatif kecil sehingga $v^2/2g$ dapat kita abaikan) :



Gambar E.1 Skema Ambang

$$Q = bh\sqrt{2g(H-h)}$$

Dimana:

- Q : debit saluran (m³/s)
b : lebar ambang (m)
H : tinggi muka air dari atas ambang di hulu (m)
g : konstanta gravitasi (m/s²)
z : tinggi ambang (m)
h : tinggi muka air di atas ambang (m)

Melalui penurunan lebih lanjut persamaan di atas, kedalaman kritis di atas ambang dapat ditentukan dengan persamaan matematis berikut:

$$h = \left(\frac{2}{3}\right) H$$

dimana :

- h : kedalaman kritis

III. CARA KERJA

1. Atur dasar saluran dengan kemiringan kecil
2. Letakkan ambang secara seri atau paralel dengan jarak kurang lebih 8 cm dari outlet.
3. Aliran di atas ambang diatur hingga mencapai maksimum, sehingga aliran di atas ambang akan sejajar crest.
4. Ukurlah kedalaman aliran di hulu, diatas ambang serta di hilir (minimal 7 titik pengukuran)
5. Lakukan percobaan dengan (minimal 5) variasi debit yang berbeda
6. Gunakan ambang yang dianggap baik, sehingga di dapat aliran yang sejajar yang cukup baik di atas ambang.

E.1 TUGAS PERCOBAAN PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA

PRAKTIKUM V : ALIRAN DI ATAS AMBANG LEBAR

A. DATA

- a. Mencatat beban dan waktu (dari pengukuran debit aktual dengan *hydraulic bench*)
- b. Mengukur suhu air awal dan akhir percobaan
- c. Mengukur data dimensi alat
- d. Mengukur kedalaman air di hulu, diatas ambang, dan di hilir

B. PERHITUNGAN DAN ANALISIS

- a) Hitung
 - 1) Debit aktual dan teoritis (Q_{akt} dan Q_{teo})
 - 2) Koefisien discharge (C_d)
 - 3) Kecepatan aliran (v)
 - 4) Bilangan Froude (N_{Fr})
 - 5) Energi spesifik (E_s)
 - 6) Kedalaman kritis (Y_c)
- b) Tunjukkan sifat aliran
- c) Untuk setiap variasi debit, tunjukkan hubungan antara:
 - 1) Q_{akt} terhadap Q_{teo}
 - 2) Q_{akt} terhadap Y
 - 3) N_{fr} terhadap Y
 - 4) E_s terhadap Y
- d) Analisis hasil pengamatan, kaitkan dengan rumus dan teori, serta tampilkan dalam bentuk tabulasi dan grafik

F. PRAKTIKUM VI

ALIRAN MELALUI PELIMPAH TAJAM

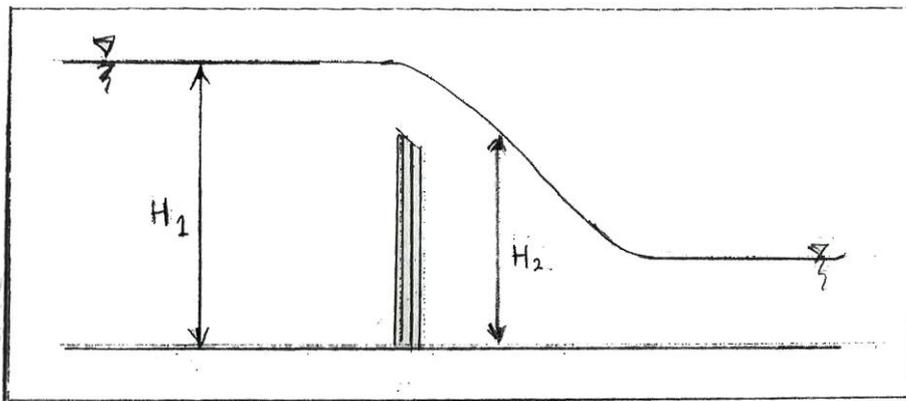
I. TUJUAN

- Menentukan debit aliran yang melalui saluran dengan menggunakan pelimpah tajam sebagai alat ukur.
- Membuktikan bahwa aliran di atas pelimpah tajam akan mendekati kritis, walaupun ambang tersebut cukup lebar.

II. DASAR TEORI

Ambang tajam adalah bentuk dari bendung yang mempunyai puncak tajam. Pada bendung berpuncak tajam, ketebalan bendung kurang dari setengah tinggi muka air di atas bendug. Jika h_1 dan h_2 adalah kedalaman air di bagian hulu dan hilir dari ambang tajam, maka persamaan debit teoritisnya adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{2}{3} b \sqrt{2g} (h_1 - h_2)^{\frac{2}{3}}$$



Gambar F.1 Skema Ambang Puncak Tajam

III. CARA KERJA

- Atur dasar saluran dengan kemiringan kecil
- Letakkan pelimpah tajam kira-kira 16cm dari outlet
- Atur kedalaman di dekat ambang sehingga tidak ada udara.
- Atur kedalaman di hulu, diatas ambang, dan dihilir (minimal 5 titik pengukuran)
- Lakukan percobaan dengan minimal 3 variasi debit yang berbeda

F.1 TUGAS PERCOBAAN PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA

PRAKTIKUM VI : ALIRAN MELALUI PELIMPAH TAJAM

A. DATA

- a. Mencatat beban dan waktu (dari pengukuran debit aktual dengan hydraulic bench)
- b. Mengukur suhu air awal dan akhir percobaan
- c. Mengukur data dimensi alat
- d. Mengukur kedalaman air di hulu, diatas ambang, dan di hilir

B. PERHITUNGAN DAN ANALISIS

- a) Hitung
 - 1) Debit aktual dan teoritis (Q_{akt} dan Q_{teo})
 - 2) Koefisien Discharge (C_d)
 - 3) Kecepatan aliran (v)
 - 4) Bilangan Froude (N_{Fr})
 - 5) Energi spesifik (E_s)
 - 6) Energi spesifik kritis (E_{sc})
 - 7) Kedalaman kritis (Y_c)
 - 8) Tunjukkan sifat aliran yang terjadi di setiap titik pengamatan
 - 9) Untuk setiap variasi debit, tunjukkan hubungan antara:
 - a. Q_{akt} terhadap Q_{teo}
 - b. V terhadap Y
 - c. N_{fr} terhadap Y
 - d. E_s terhadap y
- b) Analisis hasil pengamatan, kaitkan dengan rumus dan teori serta tampilkan dalam bentuk tabulasi dan grafik.

G. PRAKTIKUM VII

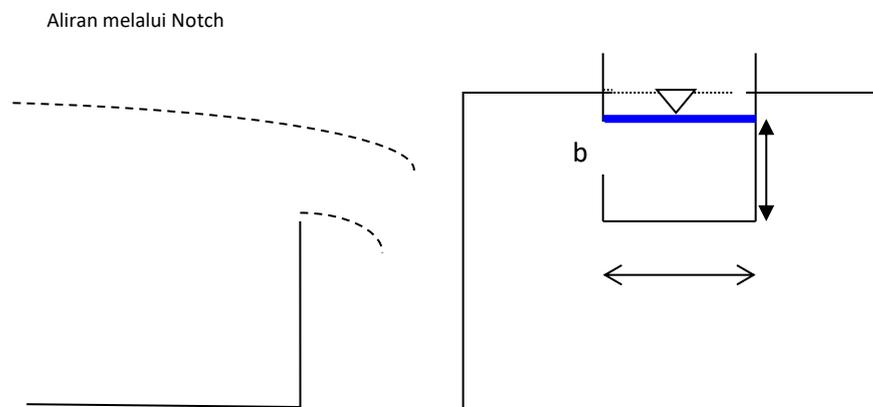
U Notch dan V Notch

I. TUJUAN

- Mahasiswa dapat mengetahui cara kerja U-NOTCH dan V Notch
- Mahasiswa dapat melakukan pengukuran-pengukuran debit dengan kedua alat tersebut

II. TEORI DASAR

Notch didefinisikan sebagai sisi terbuka pada suatu sisi tangki atau reservoir, seperti orifice lebar/besar, dengan limpahan air di atas sisi terbuka. Notch yang digunakan dalam percobaan ini adalah notch berbentuk segitiga atau V-Notch dan berbentuk U atau U-Notch.



Gambar G.1 Aliran U Notch

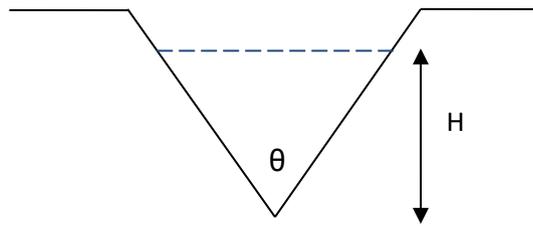
Keterangan :

H = tinggi air di atas notch

B = lebar notch

Sehingga didapatkan persamaan : $Q = \frac{2}{3} \cdot C_d \cdot b \cdot (2g)^{(1/2)} \cdot H^{(3/2)}$

Aliran melalui V-Notch



Gambar G.2 Aliran U Notch

Keterangan :

H = tinggi muka air di atas dasar Notch

θ = sudut Notch

Sehingga akan didapat persamaan

$$Q = 8/15 \cdot C_d \cdot (2g)^{(1/2)} \cdot \tan(\theta/2) \cdot H^{(5/2)}$$

Untuk $\theta = 90^\circ$

$$Q = 1,417 \cdot H^{(2/3)}$$

1. Cara Kerja:

1. Jalankan Hidraulic Bench dengan beban tertentu, catat beban, dan waktu yang dibutuhkan untuk pengalirannya
2. Ukur suhu air awal dan akhir percobaan
3. Ukur kedalaman air seperti ditunjukkan pada gambar
4. Percobaan dilakukan 3 (tiga) kali pencatatan
5. Percobaan dilakukan untuk 3 variasi debit
6. Pencatatan data :
 - a. Mengukur beban dan waktu
 - b. Mengukur suhu awal dan akhir percobaan
 - c. Mengukur dan mencatat data dimensi alat
 - d. Mengukur kedalaman air seperti pada gambar

G.1 TUGAS PERCOBAAN dan PERTANYAAN PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA

- a. Hitung Q actual dan Q teoritis
- b. Hitung Cd
- c. Tunjukkan hubungan antara Q actual dan Q teoritis dalam bentuk tabel.
- d. Tunjukkan hubungan antara Q dan C, berikan analisis dan kesimpulan mengenai percobaan.

G.2 TUGAS PENDAHULUAN :

1. Bandingkan antara U-Notch dan V-Notch, apakah keuntungan dan kerugian dan perbedaan antara keduanya?
2. Turunkan rumus teoritis untuk aliran yang melalui U-Notch dan V-Notch?
3. Berapakah panjang bending trapezium (cipoletti) yang harus dibangun sedemikian hingga tekanannya menjadi 480mm, bila debit alirannya $3,85 \text{ m}^3/\text{dt}$?
4. Suatu unit pengolahan air minum dengan kapasitas 150 l/s mempunyai bak sedimentasi dengan $P \times L = 18 \times 6 \text{ m}$ dengan desain outlet berupa V-notch 90° dengan jarak antar pusat = 20cm. Berapakah v notch yang diperlukan dan berapakah tinggi air yang melalui Notch tersebut? Jika digunakan U-Notch, dan jarak antar pusat 30cm berapakah Notch yang diperlukan dan berapa tinggi air yang melalui Notch tersebut?

H. PRAKTIKUM VIII

ALAT UKUR VENTURI FLUME

I. TUJUAN

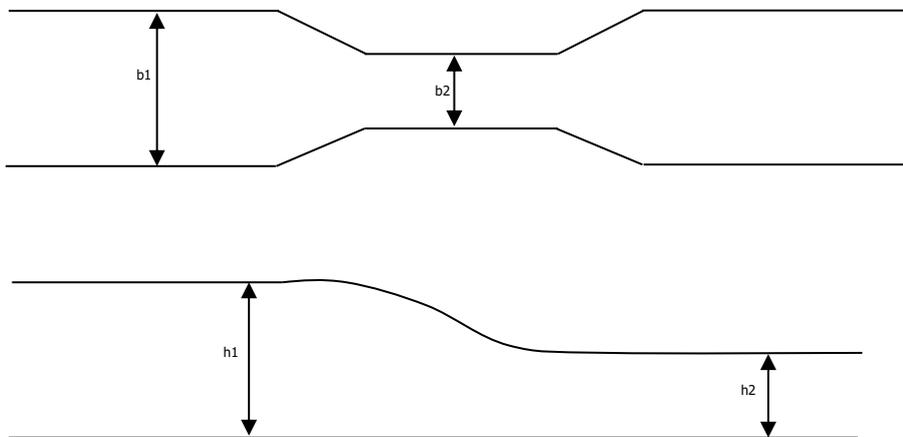
Pemahaman fenomena flume sebagai alat ukur untuk memahami sifat-sifat aliran.

II. TEORI DASAR

Adanya perubahan aliran karena adanya penyempitan (perubahan penampang) menyebabkan perbedaan kecepatan pada perubahan penampang tersebut sehingga menggunakan persamaan kontinuitas akan didapat persamaan.

$$Q = Cd \frac{(A_2 \times A_3)}{(A_2^2 - A_3^2)^{2/3}} \sqrt{2g (h_2 - h_3)} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan gambar sebagai berikut :



Gambar H.1 Penyempitan Saluran

Secara praktis, dalam penggunaannya di lapangan alat tersebut dimodifikasi lain seperti pada alat ukur Parshal Flume (dengan adanya perubahan dasar saluran). Hal ini karena pada penyempitan terjadi aliran kritis. Aliran kritis ini dapat mempermudah pengukuran suatu debit yaitu dengan satu kali pengukuran.

Untuk mengembangkan persamaan aliran kritis di sejumlah titik yang diamati, diperlukan asumsi : dianggap tidak ada kehilangan energy melalui venturimeter, maka akan didapat persamaan sebagai berikut.

Supaya persamaan ini dapat digunakan dalam penggunaan praktis harus dimasukkan :

$$Q = b_2 x g^{1/2} \left(\frac{2}{3} E \right)^{3/2}$$

Koefisien aliran sebagai pengganti dari pengganti dari energy bebas atau loses, sehingga persamaan-persamaan secara praktis :

$$Q = Cd x b_2 x g^{1/2} \left(\frac{2}{3} E \right)^{3/2}$$

Dimana :

Cd = Koefisien aliran (koefisien discharge)

H = tinggi muka air di hulu

E = Energi spesifik

Para rumus 1 sebenarnya terjadi aliran kritis tetapi tidak terjadi pada penyempitan

III. CARA KERJA

1. Dasar saluran di atur dengan kemiringan kecil (0.25%)
2. Letakkan plat venture kira-kira 4" dengan outlet saluran, plat itu harus dipasang tepat berlawanan satu sama lain (di kiri dan kanan)
3. Atur debit dengan mengatur valve dengan 5 variasi debit
4. Ukur secara triplo. Hal ini dilakukan guna menentukan koefisien aliran
5. Gunakan Depth Gauge, untuk mengukur kedalaman air di hulu dan di penyempitan (ukur kedalaman profil muka aliran, 1 inch di hulu venturi, di setiap 1 inch ke arah hulu venturi)
6. Pencatatan data :
 - a. Mengukur beban dan waktu
 - b. Mengukur suhu awal dan akhir percobaan
 - c. Mengukur/mencari data dimensi alat
 - d. Mengukur ke dalam air (pada titik yang ditentukan dalam praktikum)

H.1 TUGAS PERCOBAAN PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA

PRAKTIKUM VIII : ALIRAN MELALUI VENTURI FLUME

1. Hitung Q , C_d , N_{Fr} , ES , YC , N_{re}
2. Tunjukkan sifat aliran pada setiap titik
3. Tunjukkan hubungan antara Q terhadap C_d
4. Evaluasi hasil pengamatan, kaitkan dengan rumus/teori, tampilkan dalam bentuk tabulasi
5. Buatlah grafik :
 - ES terhadap Y
 - Q teoritis terhadap Q actual
 - Q actual terhadap C_d

DAFTAR PUSTAKA

- Dewangga, Rahmat S, dkk, "**Mekanika Fluida Saluran Terbuka dan Saluran Tertutup (Open Channel dan Closed Channel)**", Laboratorium Hidrolika dan Hidrologi Lingkungan Departemen Teknik Lingkungan Institut teknologi Bandung, Bandung : 2002
- Cengel, Yunus A. ; Cimbala, John M, **Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications**, Mc Graw Hill., New York: 2006
- Evet, Jack B ; Liu.Cheng, **Fundamentals of Fluid Mechanic**, Mc Graw Hill Inc, Singapore: 1987
- Ven, Te Chow, "**Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channels Hydraulics)**", Eriangga, Jakarta : 1992
- White, Frank M.,**Fluid Mechanics**, Mc Graw Hill., Singapore : 1994
- Biswas, G; Som, SK, **Introduction to Fluid Mechanics and Fluid Machines**, Mc Graw Hill Inc, Singapore : 2008
- Khurmi, R.S, "**A text Book of Hydraulics, Fluid Mechanics and Hydraulic Machines**", In MKS & SI Units, New Delhi: 1984
- Munson, Bruce. R, dkk, "**Mekanika Fluida**", Erlangga, Jakarta : 2003

LEMBAR DATA PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA

Nama Percobaan : A. ALIRAN DALAM PIPA

Kelompok :

Anggota Kelompok :

No	Nim	Nama
1		
2		
3		
4		

No	Waktu, t (s)				Volume (ml)	Temp °C	Piezometer Water Manometer				U-Tube Manometer	
	t1	t2	t3	Tr			x1	x2	y1	y2	x	y
							(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

TTD Dosen/Asisten

(.....)

Nama Percobaan : B. KEHILANGAN ENERGI DALAM SISTEM PERPIPAAN

Kelompok :

Anggota Kelompok :

No	Nim	Nama
1		
2		
3		
4		

B.1 Perpipaan Biru Tua

No	Waktu, t (s)				Tinggi kolam air (mm)							
	t1	t2	t3	Tr	Gate valve		Std elbow		Pipa lurus		90° sharp bend	
1												
2												
3												
4												
5												

TTD Dosen/Asisten

(.....)

B.2 Perpipaan Biru Muda

No	Waktu, t (s)				Tinggi kolom air (mm)											
	t1	t2	t3	tr	Globe valve		Pelebaran tiba-tiba		Penyempitan tiba-tiba		Bend d=4"		Bend d=6"		Bend d=2"	
					c	d	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1																
2																
3																
4																
5																

TTD Dosen/Asisten

(.....)

C. PRAKTIKUM III

Nama Percobaan : ALAT UKUR DEBIT

Tanggal Praktek :

Kelompok :

Anggota Kelompok :

No	Nim	Nama
1		
2		
3		
4		

Data percobaan

T awal = , ϕ A = 26 mm
 T akhir = , ϕ B = 16 mm
 M beban = , ϕ C = 51 mm
 Volume = M / ρ air = , ϕ D = 20 mm

C.1. Hydraulic Bench

Variasi	t (dtk)			t rata	Q aktual
	1	2	3		
1					
2					
3					

C.2. Venturi Meter, Orifice Meter, dan Rota Meter

Variasi	Q aktual	Venture Meter			Orifice Meter			Rotameter			
		A (mm)	B (mm)	A-B	E (mm)	F (mm)	E-F	H (mm)	G (mm)	H-G	h konis (mm)
1											
2											
3											

TTD Dosen/Asisten

(.....)

Variasi	Qaktual	Venturimeter		Orificemeter		Rotameter	
		Q _{hit} (2)	beda h (3)	Q _{hit} (4)	beda h (5)	h konis	Beda h (7)
1							
2							
3							

Grafik (x terhadap y)

1. Q aktual terhadap Q hitung (untuk Venturi Meter, Orifice Meter)
2. Q aktual terhadap Ah (untuk semuanya).
3. Q aktual terhadap h konis (untuk Rotameter)

Keterangan

- Untuk grafik linier gunakan regresi linier intercept 0.
- Tampilkan nilai persamaan garisnya dan nilai koefisien korelasi (R).

TTD Dosen/Asisten

(.....)

D.1 PRAKTIKUM IV A

Nama Percobaan : ALIRAN TETAP SERAGAM

Tanggal Praktek :

Kelompok :

Anggota Kelompok :

No	Nim	Nama
1		
2		
3		
4		

Data yang diukur:

1. Lebar Saluran :
2. Temperatur awal :
3. Temperatur akhir :

ALIRAN TETAP SERAGAM

No	Variasi Beban	Waktu				L1 =		L2 =		L3 =	
		t1	t2	t3	tr	Y1 _{Hulu}	Y1 _{Hilir}	Y2 _{Hulu}	Y2 _{Hilir}	Y3 _{Hulu}	Y3 _{Hilir}
1											
2											
3											
4											

TTD Dosen/Asisten

(.....)

D.2 PRAKTIKUM IV B

Nama Percobaan : LOMPATAN HIDRAULIK

Tanggal Praktek :

Kelompok :

Anggota Kelompok :

No	Nim	Nama
1		
2		
3		
4		

Data yang diukur:

1. Slope :
2. Temperatur awal :
3. Temperatur akhir :

LOMPATAN HIDRAULIK (HYDRAULIC JUMP)

Variasi Beban	Waktu (dtk)				Titik pengukuran (m)					Ketinggian Muka Air (mm)				
	t1	t2	t3	tr	L1	L2	L3	L4	L5	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5

TTD Dosen/Asisten

(.....)

D. 3 PRAKTIKUM IV C

Nama Percobaan : ALIRAN BERUBAH BERATURAN

Tanggal Praktek :

Kelompok :

Anggota Kelompok :

No	Nim	Nama
1		
2		
3		
4		

Data yang diukur:

1. Slope :
2. Temperatur awal :
3. Temperatur akhir :

ALIRAN BERUBAH TETAP BERATURAN

No.	Variasi Beban	Waktu (detik)			
		t1	t2	t3	t rata-rata
1					
2					
3					

No	L = Lokasi pengukuran (m) ; Y = Kedalaman Air (mm)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	L										
	Y										
2	L										
	Y										
3	L										
	Y										

TTD Dosen/Asisten

(.....)

E. PRAKTIKUM V

Nama Percobaan : ALIRAN DI ATAS AMBANG LEBAR

Tanggal Praktek :

Kelompok :

Anggota Kelompok :

No	Nim	Nama
1		
2		
3		
4		

Data yang diukur:

1. Massa Beban :
2. Suhu Awal :
3. Dimensi Ambang :

No.	Variasi Beban	Waktu (detik)			
		t1	t2	t3	t rata-rata
1					
2					
3					

No	Keadaan	L = Lokasi pengukuran (m) ; Y = Kedalaman Air (mm)							
			1	2	3	4	5	6	7
1	S	L							
		Y							
2	P	L							
		Y							
3	S	L							
		Y							
4	P	L							
		Y							

TTD Dosen/Asisten

(.....)

F. PRAKTIKUM VI

Nama Percobaan : ALIRAN MELALUI PELIMPAH TAJAM

Tanggal Praktek :

Kelompok :

Anggota Kelompok :

No	Nim	Nama
1		
2		
3		
4		

Data yang diukur:

Massa Beban :

Suhu Awal :

Suhu Akhir :

Dimensi Pelimpah:

No.	Variasi Beban	Waktu (detik)			
		t1	t2	t3	t rata-rata
1					
2					
3					

No	Variasi Beban	L = Lokasi pengukuran (m) ; Y = Kedalaman Air (mm)				
			1	2	3	4
1	L					
	Y					
2	L					
	Y					
3	L					
	Y					

TTD Dosen/Asisten

(.....)

G.2 PRAKTIKUM VIIA

Nama Percobaan : U Notch

Tanggal Praktek :

Kelompok :

Anggota Kelompok :

NO	NIM	NAMA
1		
2		
3		
4		

Data pengamatan :

1. Massa Beban =
2. Suhu Awal =
3. Suhu akhir =

U-Notch

Variasi Beban	Waktu (t) (detik)				Kedalaman (cm)				Q _{act}	Q _{teoritis}	Cd
	T1	T2	T3	Tr	Y1	Y2	Y3	Y4			

TTD Dosen/Asisten

(.....)

G.2 PRAKTIKUM VII B

Nama Percobaan : V Notch

Tanggal Praktek :

Kelompok :

Anggota Kelompok :

NO	NIM	NAMA
1		
2		
3		
4		

Data pengamatan :

1. Massa Beban =
2. Suhu Awal =
3. Suhu akhir =

V-Notch

Variasi	Waktu (t) (detik)				Kedalaman (cm)				Q _{act}	Q _{teoritis}	Cd
	T1	T2	T3	Tr	Y1	Y2	Y3	Y4			

TTD Dosen/Asisten

(.....)

H. PRAKTIKUM VIII

Nama Percobaan : VENTURI FLUME

Tanggal Praktek :

Kelompok :

Anggota Kelompok :

No	Nim	Nama
1		
2		
3		
4		

Data Pengamatan :

Massa Beban :

Suhu Awal :

Suhu Akhir :

No.	Variasi Beban	Waktu (detik)			
		t1	t2	t3	t rata-rata
1					
2					
3					

No	Variasi Beban	L = Lokasi pengukuran (m) ; Y = Kedalaman Air (mm)							
			1	2	3	4	5	6	7
1	L								
	Y								
2	L								
	Y								
3	L								
	Y								

TTD Dosen/Asisten

(.....)

