MODUL I
LONCATAN HIDROLIS

1.1 Tujuan

Untuk dapat mengetahui debit, bilangan Froude, energi spesifik dan efisiensi loncatan.

1.2 Teori dan Rumus

Loncatan hidrolis terjadi akibat pelepasan energi karena berubahnya kondisi aliran. Pelepasan energi pada aliran air terjadi akibat perubahan kondisi subkritis (sebelum pintu air), superkritis (sebelum loncatan dan subkritis (setelah loncatan). Sifat kritis aliran dapat diketahui dari bilangan Froude.

Karakteristik loncatan hidrolis :

1. Kehilangan Energi

   Selisih energi spesifik sebelum dan sesudah loncatan hidrolis.
2. Tinggi loncatan

   Selisih kedalaman air sebelum dan sesudah loncatan hidrolis.
3. Perbandingan kedalaman akibat loncatan hidrolis

   Untuk menilai efektivitas loncatan hidrolis terhadap stabilitas aliran.
4. Panjang loncatan

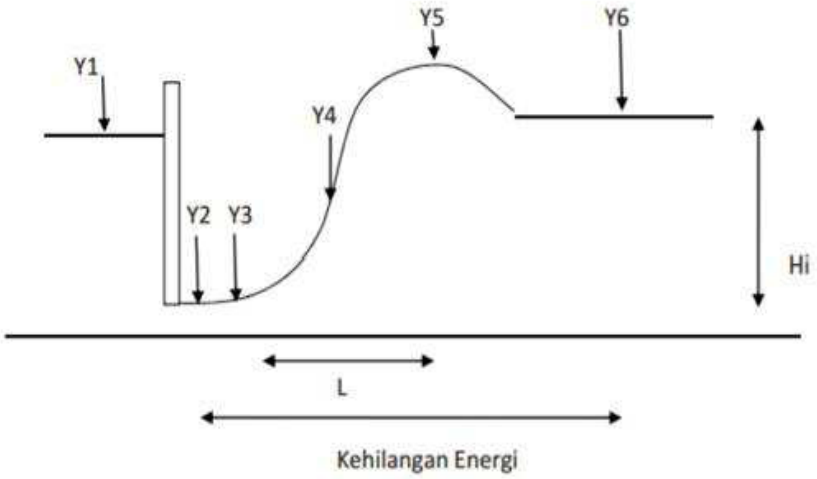
   Selisih posisi awal sebelum loncatan dan kedalaman stabil setelah mencapai subkritis.

$$A=\frac{vi^2}{\sqrt{g\times yi}}$$

$$ES=yi+\frac{vi^2}{2g}$$

Keterangan:

L (Panjang Loncatan)	= X5 – X3
ΔE (Kehilangan Energi)	= ES2 – ES6
Efisiensi Energi	= ES6/ES2
Hi (Tinggi Loncatan)	= Y6 – Y2



Gambar 1.1 Loncatan hidrolis pada saluran terbuka

1.3 Peralatan

Alat yang dibutuhkan dalam praktikum adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian saluran hidrolis;
2 Ember kecil;
3 Sekat;
4 Bejana 1000 ml.

1.4 Cara Kerja

Cara kerja dalam praktikum adalah sebagai berikut:

1. Jalankan *Hydraulic Bench* untuk memperoleh debit aktual
2. Tempatkan sekat/ pintu air +/- 90 cm dari inlet sehingga membentuk loncatan hidrolis
3. Atur bukaan sekat/ pintu air sehingga membentuk loncatan hidrolis
4. Ukur panjang loncatan dan kedalaman aliran di 6 titik sesuai gambar
5. Lakukan dengan 5 variasi debit

1.5 Prosedur Perhitungan

Prosedur perhitungan untuk percobaan loncatan hidrolis ini antara lain:

a. Hitung volume aliran;

b. Hitung debit aliran;
c. Hitung keliling basah saluran;
d. Hitung jari-jari hidrolis saluran;
e. Hitung kecepatan aliran;
f. Hitung bilangan *Froude* aliran;
g. Hitung energi spesfik aliran;
h. Hitung tinggi loncatan aliran.

1.6 Lembar Pengamatan Data dan Perhitungan

Lebar saluran (b) =
Volume Air =

Tabel 1.1 Data Pengamatan

Waktu (s)			t rata-rata (s)	Kedalaman (m)						L (m)	y6/y2	Hl (m)
t1	t2	t3		y1	y2	y3	y4	y5	y6			

Mengetahui,
Asisten Loncatan Hidrolis

MODUL II
ALIRAN MELEWATI AMBANG LEBAR DAN AMBANG TAJAM

2.1 AMBANG LEBAR

2.1.1 Tujuan

a. Menghitung debit aliran dengan menggunakan ambang lebar sebagai alat ukur
b. Menghitung nilai koefisien *discharge* (Cd), Energi spesifik (Es), kedalaman kritis (Yc), dan bilangan Froude (Fr) dari aliran yang melewati ambang lebar
c. Mempelajari hubungan tinggi muka air diatas ambang lebar terhadap debit air
d. Mengetahui karakteristik aliran yang melewati ambang lebar

2.1.2 Teori dan Rumus

Ambang yang merupakan kenaikan dari dasar saluran terbuka yang menyebabkan terganggunya permukaan air di hulu dan di hilir secara kontinu disebut juga dengan pelimpah.Pengamatan yang dilakukan pada percobaan ini:

a. Mengamati profil suatu aliran pada saluran terbuka dengan menggunakan pelimpah ambang lebar dan ambang tajam.
b. Mengamati kecepatan aliran dan debit yang melewati gangguan.
c. Kehilangan energi antara hulu dan hilir gangguan.

Perbedaan karakteristik akan terlihat pada keadaan loncat yang ditunjukkan oleh Y_1 dan Y_2. Dengan membendung/memasang sekat aliran disebelah hilir maka akan didapat tingkatan-tingkatan mulai dari loncat, peralihan dan tenggelam. Selanjutnya dengan mengatur debit aliran, profil dari aliran ini dapat diamati dengan seksama untuk dibandingkan.

Debit aliran yang melalui ambang lebar dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q = \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{2g}{3}} \times b \times h^{3/2}$$

$$Q = 1.705 \times b \times h^{3/2}$$

Apabila Cd diketahui, maka

$$Q = Cd \times b \times {h_u}^{3/2}$$

Dengan

$$h_u = \left[\frac{y1 + y2}{2}\right] - tinggi\ ambang$$

Jenis aliran ditentukan dengan rumus untuk menentukan bilangan Froude

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gy}}$$

Rumus untuk mencari kecepatan, yaitu:

$$v = \frac{Q}{A} \quad ; \quad A = b \times y$$

Persamaan untuk menghitung energi spesifik aliran:

$$Es = y + \frac{v^2}{2g}$$

Keterangan:

Q = Debit aliran (m^3/s)
h = Tinggi muka air di atas ambanng (m)
b = Lebar ambang (m)
Es = Energi spesifik aliran (m)
v = Kecepatan aliran (m/s)
y = Tinggi muka air (m)
g = Gaya gravitasi (m/s^2)

2.1.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam praktikum ambang lebar adalah:

1. Termometer;

2. Gelasukur;
3. *Stopwatch*.

2.1.4 Cara Kerja

a. Ambang lebar dipasang pada kondisi tertentu dalam model saluran terbuka
b. Ukur panjang, lebar dan tinggi pelimpah ambang lebar
c. Hidupkan generator pompa air dan alirkan air pada debit tertentu
d. Hitung debit air menggunakan venturimeter. Jika tidak ada besarnya debit dapat diukur dengan cara menampung air pada suatu wadah bersamaan dengan mencatat waktu menggunakan *stopwatch*, lalu volume air diukur menggunakan gelas ukur
e. Sekat dihilir diatur sedemikian rupa sehingga loncatan hidrolis dapat diamati. Periksa apakah aliran sudah stabil, setelah itu baru dilakukan pengukuran
f. Hitung jarak dan tinggi muka air pada beberapa titik pengamatan lalu dibuat profil alirannya
g. Ulangi langkah 5 dan 6 untuk debit yang berbeda
h. Buatlah grafik pada Ms. Excel:
   1) Profil aliran
   2) He1 vs He2
   3) He1 vs Q

2.1.5 Prosedur Perhitungan

Prosedur perhitungan pada praktikum kali ini adalah sebagai berikut:

1. He1 = y1 – t
2. He2 = y2 – t
3. B = 0,5(cm)
4. Q = C. B. He 1,5(cm^3/dtk)
5. C = Q / (B. $He^{1,5}$) ($cm^{0.5}$/dtk)
6. C_d = 402,485($cm^{0.5}$/dtk)
7. H_d = 2,440 (cm)

8. He = $e^{0,0013Q}$

2.1.6 Lembar Pengamatan Data dan Perhitungan

Tinggi ambang = Panjangambang =

Lebar ambang = Suhu air =

- Debit =

Tabel 2.1 Pengamatan 1

No.	Loncatan 1 (cm)		Loncatan 2 (cm)		Peralihan (cm)		Tenggelam 1 (cm)		Tenggelam 2 (cm)	
	X	Y	x	Y	x	y	x	Y	x	y
1										
2										
3										

(Tabel dibuat sebanyak variasi debit)

- Data pengamatan dengan debit yang berubah-ubah

Tabel 2.2 Pengamatan 2

No	Debit (cm^3/s)	Loncatan 1 (cm)		Loncatan 2 (cm)		Peralihan (cm)		Tenggelam 1 (cm)		Tenggelam 2 (cm)	
		y_1	y_2	y_1	y_2	y_1	y_2	y_1	y_2	y_1	y_2
1											
2											
3											
4											
5											
6											

(Tabel diperbanyak sesuai jumlah variasi debit)

Hasil Praktikum

- t (tinggi ambang) =

  He1 = Y1 - t

  He2 = Y2 – t

Tabel 2.3 Hasil Praktikum 1

Debit (cm^3/s)	Kondisi	Y_1 (cm)	He_1 (cm)	Y_2 (cm)	He_2 (cm)
	Loncat 1				

Debit (cm^3/s)	Kondisi	Y_1 (cm)	He_1 (cm)	Y_2 (cm)	He_2 (cm)
	Loncat 2				
	Peralihan				
	Tenggelam 1				
	Tenggelam 2				
Rata - rata					

(Tabel diperbanyak sesuai jumlah variasi debit)

Q = C. B. He ^{1,5} (cm^3/s)

C = Q / (B. He ^{1,5}) ($cm^{0.5}/s$)

B = Cm

C_d = $cm^{0.5}/s$

H_d = Cm

Tabel 2.4 Hasil Praktikum 2

No	He_1 (cm)	Q (cm^3/s)	C ($cm^{0.5}/s$)	C / C_d	He_1 / H_d
1					
2					
3					
4					

(Tabel diperbanyak sesuai jumlah variasi debit)

2.2 AMBANG TAJAM

2.2.1 Tujuan

a. Menghitung debit aliran dengan menggunakan ambang tajam sebagai alat ukur
b. Menghitung koefsien discharge (CD), Energi Sepesifik (Es), kedalaman kritis (Yc), dan bilangan Froude dari aliran yang melewati amabang tajam
c. Mempelajari hubungan tinggi muka air di atas ambang tajam terhadap debit air yang melimpah di atas ambang
d. Mengetahui krakteristik aliran yang melalui ambang tajam

2.2.2 Rumus

Debit aliran yang melewati ambang dapat dihitung dengan persamaan:

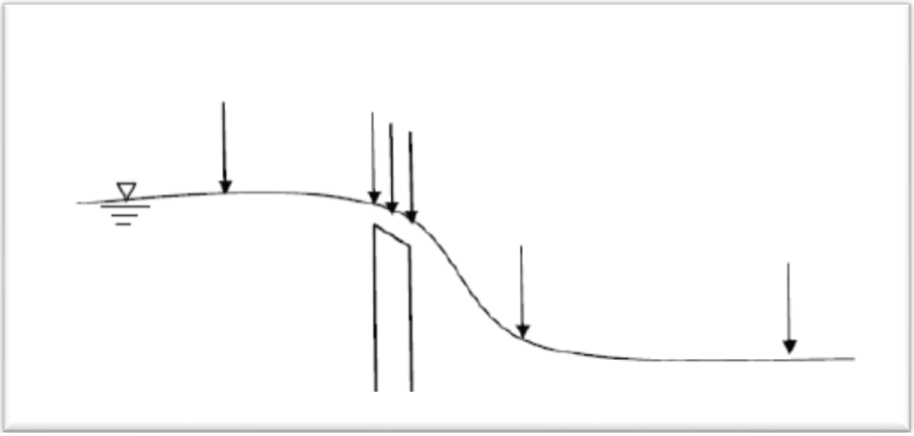
$$Q = \frac{2}{3} \times Cd \times b \times \sqrt{2gh^5}$$

Dengan

$$h = y1 - t$$

Keterangan:

Q = Debit aliran (cm^3/s)
h = Tinggi air di atas ambang (cm)
t = Tinggi ambang (cm)



Gambar 2.1 Ilustrasi aliran yang mengalir pada ambang tajam

2.2.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam praktikum ambang tajam adalah:

1. Termometer;
2. Gelas ukur;
3. *Stopwatch*.

2.2.4 Cara Kerja

1. Ambang tajam dipasang pada posisi tertentu dalam model saluran terbuka
2. Alat pengukur kedalaman dikalibrasikan
3. Nyalakan generator air dan atur debit air
4. Ukur tinggi, dan lebar ambang tajam yang digunakan
5. Ukur kedalaman ketinggian muka air di 6 titik seperti pada Gambar 1, yaitu sebelum ambang, di atas ambang, dan setelah ambang
6. Ulangi langkah tersebut untuk debit yang berbeda.
7. Buatlah grafik:

a. Profil aliran,
b. He 1 vs He 2
c. He 1 vs Q

2.2.5 Lembar Pengamatan Data dan Perhitungan

Tinggi ambang = Panjang ambang =

Lebar ambang = Suhu air =

- Debit =

Tabel 2.5 Pengamatan 1

No.	Loncatan 1 (cm)		Loncatan 2 (cm)		Peralihan (cm)		Tenggelam 1 (cm)		Tenggelam 2 (cm)	
	X	Y	x	Y	x	y	x	Y	x	y
1										
2										
3										
4										
5										

(Tabel diperbanyak sesuai jumlah variasi debit)

- Data pengamatan debit berubah-ubah

Tabel 2.6 Pengamatan 2

No	Debit (cm^3/s)	Loncatan 1 (cm)		Loncatan 2 (cm)		Peralihan (cm)		Tenggelam 1 (cm)		Tenggelam 2 (cm)	
		y_1	y_2	y_1	y_2	y_1	y_2	y_1	y_2	y_1	y_2
1											
2											
3											
4											
5											
6											

(Tabel diperbanyak sesuai jumlah variasi debit)

Hasil Praktikum

- t (tinggi ambang) =

He1 = Y1 - t

He2 = Y2 – t

Tabel 2.7 Hasil Praktikum 1

Debit (cm^3/s)	Kondisi	Y_1 (cm)	He_1 (cm)	Y_2 (cm)	He_2 (cm)
	Loncat 1				
	Loncat 2				
	Peralihan				
	Tenggelam 1				
	Tenggelam 2				
Rata - rata					

(Tabel diperbanyak sesuai jumlah variasi debit)

Q = C. B. He ^{1,5} (cm^3/s)

C = Q / (B. He ^{1,5}) ($cm^{0.5}/s$)

B = Cm

C_d = $cm^{0.5}/s$

H_d = Cm

Tabel 2.8 Hasil Praktikum 2

No	He_1 (cm)	Q (cm^3/s)	C ($cm^{0.5}/s$)	C / C_d	He_1 / H_d
1					
2					
3					
4					

Mengetahui,
Asisten Aliran di atas Ambang Lebar dan Ambang Tajam

MODUL III
ALAT UKUR DEBIT SALURAN TERBUKA

3.1 Tujuan

1 Memperoleh tinggi muka air di atas *Notch*

2 Mengukur kecepatan aliran yang mewakili

3 Menghitung debit aliran

4 Menggambarkan kecepatan aliran terhadap kedalaman

3.2 Teori dan Rumus

Current meter atau dikenal juga dengan alat ukur arus, biasanya digunakan untuk mengukur aliran pada air rendah. Kecepatan aliran yang diukur adalah kecepatan aliran titik dalam satu penampang aliran tertentu. Prinsip yang digunakan adalah adanya kaitan antara kecepatan aliran dengan kecepatan putar baling-baling *current meter*.

Debit aliran dapat diperoleh dengan persamaan:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} (Wi \,.\, di.\, Vi)$$

Keterangan:

Q = debit(m^3/dtk)
d_i = jarak rata-rata ke titik – i (m)
v_i = kecepatan rata-rata ke titik – i (m/dtk)
W_i = jarak horizontal ke titik – i (m)

Prinsip yang digunakan adalah kaitan antara kecepatan aliran dengan kecepatan putarbaling-baling *current meter*.

Hubungan tersebut terlihat dalam persamaan berikut:

$$v = an + b$$

Keterangan:
v = kecepatan aliran(m/dtk)
n = jumlah putaran dalam waktu tertentu
a,b = konstanta (ditetapkan dalam kalibrasi dilaboratoriun secara periodik)

3.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam praktikum saluran terbuka adalah:

1. *Current meter*;
2. Termometer;
3. Tali;
4. Patok.

3.4 Cara Kerja

1. Tentukan tinggi elevasi pinggir sungai kiri dan kanan;
2. Gunakan slang/ pipa kapiler;
3. Tandai menggunakan kayu dan spidol;
4. Rentangkan tali dari kiri sampai kanan sungai dan tentukan jumlah titik percobaan;
5. Ukur jarak horizontal per segmen dan jumlahkan;
6. Ukur kedalaman sungai dari kiri – kanan dan sebaliknya setelah itu ambil nilai rata-rata dari kedalaman;
7. Persiapkan alat:
   a. Kalibrasi alat.
   b. Tiup baling-baling selama 5-10 detik untuk memastikan balling-baling dapat berputar dengan baik. Pastikan bagian putih terkunci pada tempatnya.
   c. Reset layanan computer dengan menekan tombol atas selama 2 detik. Gulir ke mode tampilan dengan tombol bawah untuk memilih kecepatan rata-rata atau

maksimum. Kecepatan ditampilkan dalam ft / detik atau (kecepatan sesaat terdekat 0,5, Max terdekat 0,1, rata-rata untuk terdekat 0,01/ detik.

d. Masukan baling-baling ke aliran air, atur arah baling-baling menggunakan indikator panah ke arah hilir.

8. Ukur kecepatan aliran pada masing-masing segmen pada kedalaman 0,2d, 0,6d dan 0,8d dari permukaan air.

3.5 Prosedur Perhitungan

Prosedur perhitungan praktikum kali ini adalah:

1. Hitung jarak horizontal (Δw);
2. Hitung luas area (A);
3. Hitung kecepatan rata-rata aliran persegmen (v);
4. Hitung Debit aliran persegmen (Q);
5. Hitung Debit total aliran (∑Q).

3.6 Lembar Pengamatan Data dan Perhitungan

Lokasi :

Tabel 3.1 Data Pengamatan

Titik	Jarak (m)	KedalamanTitik (D)	Kedalaman Current meter				Kecepatan (cm/dtk)			Kecepatan Rata-rata (v) (cm/dtk)
		(cm)	(cm)	0.2d	0.6d	0.8d	0.2d	0.6d	0.8d	
A										
B										
C										
D										
E										
F										
G										
H										

Mengetahui,
Asisten Alat Ukur Debit Saluran Terbuka

MODUL IV
FENOMENA KLASIFIKASI ALIRAN

4.1 Tujuan

1. Mengamati dan mengklasifikasi sifat aliran secara visualisasi berdasarkan pola gerak zat warna tinta dalam aliran.
2. Menghitung dan mengklasifikasikan sifat aliran secara teoritis berdasarkan bilangan Reynolds (Re).
3. Membandingkan apakah sifat aliran fluida terdapat kecocokan atau kesesuaian antara pengamatan secara visual dengan pengklasifikasian secara perhitungan (teoritis).

4.2 Teori dan Rumus

Bilangan Reynolds mempunyai makna antara lain sebagai perangkat untuk membedakan sifat aliran laminer, transisi atau turbulen. Aliran laminer didefinisikan sebagai aliran-aliran dengan fluida yang bergerak dalam lapisan-lapisan atau lamina-lamina dengan satu lapisan meluncur secara lancar pada lapisan yang bersebelahan dimana pertukaran momentum terjadi akibat difusi molekular saja. Kecenderungan ke arah ketidakstabilan dan turbulensi diredam habis oleh gaya-gaya geser viskos yang memberikan tahanan terhadap gerakan relatiflapisan-lapisan fluida yang bersebelahan. Namun, aliran turbulen mempunyai gerakan partikel-partikel fluida yang sangat tidak menentu, dimana pertukaran momentum dalam arah melintang menjadi besar sebagai akibat difusi turbulen. Sifat pokok aliran yakni sifat laminer, turbulen serta posisi relatifnya pada skala yang menunjukkan pentingnya secara relatif kecenderungan turbulen terhadap

kecenderungan laminer ditunjukkan oleh bilangan Reynolds. Dengan klasifikasi nilai sebagai berikut:

Re > 4000 ⟶ Sifat aliran turbulen

2000 ≤ Re ≤ 4000 ⟶ Sifat aliran transisi

Re < 2000 ⟶ Sifat aliran laminer

Untuk menaksir kerapatan massa dan viskositas terhadap temperatur dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1: Kerapatan Massa

T	-10	0	4	10	20	40	50	100	°C
P	998,15	999,54	1000	999,73	998,23	992,25	998,07	958,4	kg/m^3

Tabel 4.2: Viskositas Kinematik

T	0	5	10	20	25	30	40	100	°C
V	1,794	1,519	1,31	1,01	0,897	0,804	0,659	0,3	x10^{-6} m^2/dtk

Rumus yang digunakan diantaranya adalah:

1. Debit Air

   Perhitungan besarnya debit yang mengalir adalah dengan menggunakan gelas ukur, dalam selang waktu tertentu:

$$Q=\frac{V}{t}$$

Keterangan:

Q = debit aliran (mm^3/dtk)

V = volume air (mm^3)

t = waktu pengukuran (dtk)

2. Bilangan Reynolds (Re)

$$Re=\frac{v.L}{\nu}$$

Keterangan:

v = kecepatan aliran (mm/dtk)

v= viskositas kinematik (mm^2/dtk)

L= panjang karakteristik (m)

Untuk aliran dalam pipa diambil kecepatan rata-rata, sebagai kecepatan karakteristik Reynolds dan garis tengah pipa D sebagai panjang karakteristik pipa, sehingga didapat hubungan:

$$Re = \frac{v.D}{v}$$

Keterangan:

V = kecepatan aliran (mm/dtk)

v = viskositas kinematik (mm^2/dtk)

D = diameter pipa (mm)

Re = bilangan reynolds

3. Faktor Gesekan

Akibat adanya gesekan antara fluida dan dinding fluida akibat aliran fluida, maka akan terjadi kehilangan energi, yang disebut sebagai kehilangan tinggi tekan yang besarnya dinyatakan dalam persamaan Darcy-Weisbach:

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

Keterangan:

h_f = kehilangan tinggi tekan (mm)

f = faktor gesekan

L = panjang pipa (mm)

D = diamter pipa (mm)

v = kecepatan aliran (mm/dtk)

g = percepatan gravitasi (mm/dtk^2)

Harga faktor gesekan (f) berbeda-beda untuk setiap jenis aliran yaitu:

a. Untuk aliran laminer menurut Hagen-Poiseulle dan Darcy-Weisbach:

$$f = \frac{64}{Re}$$

b. Untuk aliran turbulen menurutBlassius:

$$f = 0{,}316\ Re^{-0{,}25}$$

4.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam praktikum kali ini adalah:

1. *Osborne Reynolds Apparatus*
2. *Stopwatch*
3. Gelas ukur
4. Thermometer
5. Tinta

4.4 Cara Kerja

1. Air dialirkan dengan debit tertentu (Q).
2. Amati profil pada pipa kaca alat Osborne Reynolds, dengan cara mengamati bentuk gerakan dari zat warna (tinta). Atur bukaan kran sehingga diperoleh jenis aliran laminer, aliran transisi dan aliran turbulen.
3. Menghitung debit air yang mengalir dari alat Osborne Reynolds dengan cara mengukur volume air di dalam gelas ukur pada selang waktu tertentu.
4. Percobaan diulang minimal 15 kali dengan mengambil data untuk masing-masing sifat aliran:
   a. Aliran Laminer 5 kali
   b. Aliran Transisi 5 kali
   c. Aliran Turbulen 5 kali
5. Membaca suhu air dalam alat Osborne Reynolds.

4.5 Prosedur Perhitungan

1. Hitung debit (Q) yang mengalir.

2. Hitung kecepatan aliran (v).
3. Hitung besarnya bilangan Reynolds (Re).
4. Hitung faktor gesekan untuk jenis aliran tersebut.

4.6 Lembar Pengamatan Data dan Perhitungan

Tabel 4.3 Data Percobaan Osborne Reynolds

Diameter = mm

Luas penampang = mm^2

Temperatur = °C

Viskositas = mm^2/dtk

Waktu				Volume	Debit	Kecepatan	Re	f	log Re	log f	Keterangan
t_1	t_2	t_3	t rata-rata	(mm^3)	(mm^3/dtk)	(mm/dtk)					

Mengetahui,

Asisten Klasifikasi Aliran

MODUL V
FLUID FRICTION APPARATUS

5.1 Tujuan

Mengukur kehilangan tinggi tekan yang disebabkan oleh faktor gesekan pada sistem perpipaan dan aksesoris-aksesoris (*fitting*) pipa berdasarkan konsep *Bernoulli*;

5.2 Teori dan Rumus

Persamaan energi didapatkan dari prinsip ketetapan energi pada aliran fluida. Energi yang terdapat pada fluida yang mengalir terdiri dari energi akibat tekanan, kecepatan dan kedudukan.Persamaan untuk fluida aliran mantap tak kompresibel yang perubahan energi dalamnya diabaikan, disederhanakan menjadi:

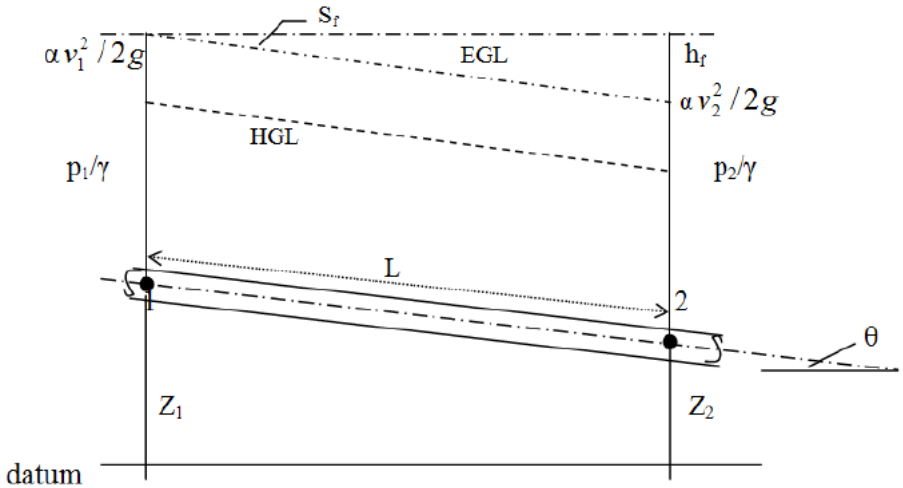
$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_f$$

Keterangan :

v = Kecepatan aliran (m/s)
ρ = Massa jenis fluida (kg/m³)
g = Percepatan gravitasi (m/s²)
P = Tekanan (Pa)
Z = Elevasi (m)
h_f = Kehilangan Tinggi Tekan (m)

Persamaan ini dikenal sebagai *teorema Bernoulli*. Persamaan *Bernoulli* merupakan persamaan dasar dari dinamika fluida di mana berhubungan dengan tekanan (p), kecepatan aliran (v) dan ketinggian (h), darisuatu pipa yang fluidanya bersifat tak

kompresibel dan tak kental, yang mengalir dengan aliran yang tak turbulen. Persamaan *Bernoulli* dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 5.1 Gambaran Teorema Bernoulli

Kehilangan Tinggi Tekan terdiri atas:

1. *Headloss Mayor* disebabkan oleh gesekan sekeliling pipa dan sepanjang pipa. Secara teoritis *Headloss Mayor* dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan yang disebut dengan Persamaan *Darcy-Weisbach* yaitu:

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

   Dimana :
   f = faktor gesekan (*Darcy friction factor*)
   L = panjang pipa (m)
   d = diameter pipa (m)
   v = kecepatan aliran (m/dtk)
   g = percepatan gravitasi (m/s^2)

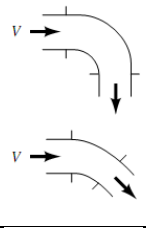
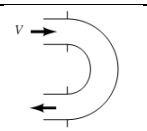
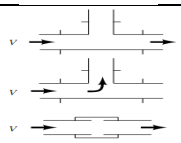
2. *Headloss Minor* adalah kehilangan energi yang disebabkan karena sambungan, belokan, katup, pembesaran/pengecilan penampang dan pemakaian *fitting* lainnya dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan seperti berikut:

$$h_{minor} = k\frac{V^2}{2g}$$

Dimana *k*= Koefisien gesek pada *fitting* yang digunakan

Berikut adalah data eksperimental untuk nilai Koefisien Kehilangan tinggi tekan (k) pada berbagai *fittings* :

Tabel 5.1 Nilai Koefisien *Headloss Minor* pada *Fittings*

No	*Component*	*K*	*Picture*
1	*Elbows* a. *Regular 90º , Flanged* b. *Regular 90º , Threaded* c. *Long Radius 90º, Flanged* d. *Long Radius 90º, Threaded* e. *Long Radius 45º, Flanged* f. *Regular 45º , Threaded*	 0,3 1,5 0,2 0,7 0,2 0,4	
2	*180º Return Bends* a. *180º Return Bends, Flanged* b. *180º Return Bends, Threaded*	 0,2 1,5	
3	*Tees* a. *Line Flow, Flanged* b. *Line Flow, Threaded* c. *Branch Flow, Flanged* d. *Branch Flow, Threaded*	 0,2 0,9 1,0 2,0	
4	*Union, Threaded*	0,08	
5	*Valves* *Globe, fully open* *Angle, fully open* *Gate, fully open* *Gate, 1/4 closed* *Gate 1/2 closed* *Gate 3/4 closed* *Swing check, forward flow* *Swing check, backward flow* *Ball valve, fully open* *Ball valve, 1/3 closed* *Ball valve, 2/3 closed*	 10 2 0,15 0,26 2,1 17 2 ∞ 0,05 5,5 210	

5.3 Peralatan

Alat yang dibutuhkan dalam praktikum adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian Alat *Fluid Friction Apparatus*;
2. Ember kecil;

3. Penggaris/mistar;
4. *Stopwatch;*
5. Bejana 1000 ml.

5.4 Cara Kerja

1. Pengukuran Laju dan Kecepatan Aliran

   Langkah – langkah dalam pengukuran laju dan kecepatan aliran adalah sebagai berikut:

   a. Nyalakan pompa lalu buka katup pada pipa hisap dan pipa tekan pompa maka air akan mengalir pada pipa
   b. Buka katup pada jalur yang pertama sehingga air bisa masuk dan tutup katup pada jalur lainnya
   c. Setelah aliran penuh ukur kecepatan aliran dengan menggunakan *stopwatch* dan gelas ukur 1000 ml. data yang dicatat adalah berapa waktu yang dibutuhkan agar air penuh dalam 1000 ml
   d. Setelah data volume dan kecepatan dicatat maka lakukan pengolahan data untuk mengukur laju dan kecepatan aliran
   e. Ulangi langkah langkah ini untuk tiga kali percobaan per masing-masing jalur pipa. Untuk jalur pipa yang akan diuji berikutnya katup pada pipa lain nya ditutup.

2. Pengukuran Kehilangan Tinggi Tekan (*Headloss*)

   a. Nyalakan pompa lalu buka katup pada pipa hisap dan pipa tekan pompa maka air akan mengalir pada pipa
   b. Buka katup pada jalur yang pertama sehingga air bisa masuk dan tutup katup pada jalur lainnya
   c. Setelah aliran penuh lihat dan catat berapa tinggi air pada manometer awal dan akhir jalur tersebut, data tinggi dicatat untuk diolah pada pengolahan data
   d. Ulangi langkah langkah ini untuk tiga kali percobaan per masing-masing jalur pipa. Untuk jalur pipa yang akan diuji berikutnya katup pada pipa lain nya ditutup.

5.5 Prosedur Perhitungan

Prosedur perhitungan untuk percobaan loncatan hidrolis ini antara lain:

1. Hitung volume aliran;
2. Hitung debit aliran;
3. Hitung luas penampang pipa;
4. Hitung kecepatan aliran;
5. Hitung *headloss total;*
6. Hitung *headloss mayor;*
7. Hitung *headloss minor;*

5.6 Lembar Pengamatan Data dan Perhitungan

Tabel 5.2 Lembar Data Laju dan Kecepatan Aliran

No	Diameter Awal Da (Inchi)	Diameter Akhir Db (Inchi)	Volume V (m^3)	Waktu T (S)	Luas Penampang Awal Aa (m^2)	Luas Penampang Akhir Ab (m^2)	Laju Aliran Q (m^3/s)	Kecepatan Aliran V (m/s)
1								
2								
3								
						Rata-Rata		

Tabel 5.3 Lembar data Kehilangan Tinggi Tekan

Jalur :
Diameter Awal :
Diameter Akhir :

No	Ha (m)	Hb (m)	*Headloss* Total (Hf)	*Headloss* Mayor	*Headloss* Minor
1					
2					
3					
Rata-Rata					

Mengetahui,
Asisten *Fluid Friction Apparatus*