

MODUL 1. KKK Lann

KEHILANGAN TINGGI TEKAN



Pernahkah Anda membuka kran air dan mendapat air yang keluar sangat kecil? Padahal Anda yakin bak penampungan air terisi penuh dan ketika Anda mencoba membuka kran lain dari penampungan air yang sama, air yang keluar cukup deras. Mengapa hal ini dapat terjadi?

Dalam modul ini akan dipelajari hilangnya kemampuan kerja (kehilangan tinggi tekan) aliran fluida karena gesekan serta sebab-sebab lainnya saat melalui suatu jaringan tata pipa.

1.1. Pendahuluan

1.1.1 Latar Belakang

Kehilangan tinggi tekan suatu fluida dalam pipa dapat terjadi karena faktor gesekan (*major losses*) atau akibat faktor perubahan bentuk geometri pipa (*minor losses*). Kehilangan tinggi tekan yang akan dipelajari pada modul ini adalah kehilangan tinggi tekan akibat :

1. Faktor gesekan pipa lurus
2. Ekspansi tiba-tiba
3. Kontraksi tiba-tiba
4. Tikungan pada pipa katup (*valve*)

Dalam analisis perhitungan percobaan aliran pada pipa ini, digunakan berbagai acuan dasar rumus yang diambil dan :

1. Persamaan Kontinuitas (*Continuity Equation*)
2. Persamaan Bernoulli
3. Persamaan Darcy-Weisbach
4. Persamaan Blasius
5. Bilangan Reynolds (*Reynolds Series*)

1.1.2 Tujuan

Tujuan percobaan ini adalah :

1. Mempelajari pengaruh efisien gesekan pada pipa

2. Menghitung besarnya kehilangan tinggi tekan akibat :

- a. Gesekan pada pia lurus.
- b. Ekspansi tiba-tiba
- c. Kontraksi tiba-tiba
- d. Tikungan

1.2 Landasan Teori

1.2.1 Kehilangan Tinggi Tekan pada Pipa Lurus

Suatu pipa lurus dengan diameter (D) yang tetap, akan mempunyai kehilangan tinggi tekan akibat gesekan sepanjang pipa (L) sebesar :

$$h_L = fL \frac{L v^2}{2 D g} \quad (1.1)$$

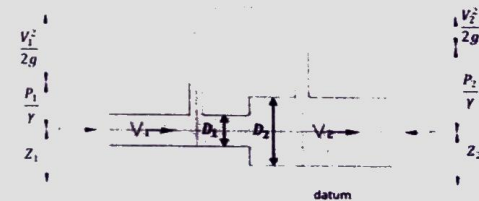
dimana :

- h_L : kehilangan tinggi tekan akibat gesekan (m)
 f : koefisien gesek (tidak berdimensi)
 L : panjang pipa (m)
 D : diameter pipa (m)
 v : kecepatan aliran (m/s)
 g : percepatan gravitasi (m/s²)

Persamaan diatas dikenal sebagai persamaan *Darcy-Weisbach* dengan f sebagai konstanta tidak berdimensi yang merupakan fungsi dari bilangan *Reynolds* dari aliran dan kekasaran permukaan pipa.

1.2.2 Kehilangan Tinggi Tekan akibat Ekspansi Tiba-tiba

1. Tanpa Kehilangan Tinggi Tekan

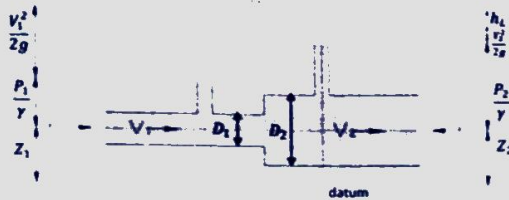


Gambar 1.1 Ekspansi tanpa Kehilangan Tinggi Tekan

Persamaannya adalah

$$\frac{(P_2 - P_1)}{\gamma} = \frac{v_1^2}{2g} \left[1 - \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^4 \right] \quad (1.2)$$

2. Dengan Kehilangan Tinggi Tekan



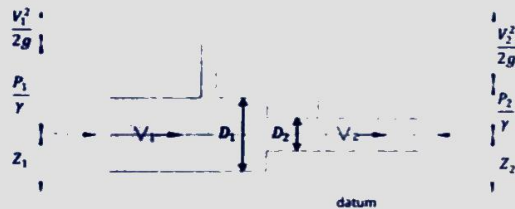
Gambar 1.2 Ekspansi dengan Kehilangan Tinggi Tekan

Persamaannya adalah

$$\frac{(P_2 - P_1)}{\gamma} = \frac{v_1^2}{2g} \left[\left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 - \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^4 \right] \quad (1.3)$$

1.2.3 Kehilangan Tinggi Tekan akibat Kontraksi Tiba-tiba

1. Tanpa Kehilangan Tinggi Tekan

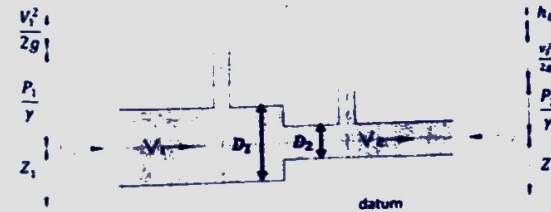


Gambar 1.3 Kontraksi tanpa Kehilangan Tinggi Tekan

Persamaannya adalah

$$\frac{(P_1 - P_2)}{\gamma} = \frac{v_2^2}{2g} \left[1 - \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4 \right] \quad (1.4)$$

2. Dengan Kehilangan Tinggi Tekan



Gambar 1.4 Kontraksi dengan Kehilangan Tinggi Tekan

Persamaannya adalah

$$\frac{(P_1 - P_2)}{\gamma} = \frac{v_2^2}{2g} \left[1 - \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4 - \left(\frac{1}{C_c} - 1 \right)^2 \right] \quad (1.5)$$

Keterangan :

- P_1 : Tekanan pada titik tinjau 1
- P_2 : Tekanan pada titik tinjau 2
- v_1 : Kecepatan fluida pada titik tinjau 1
- v_2 : Kecepatan fluida pada titik tinjau 2
- Z_1 : Ketinggian titik tinjau 1 dari datum
- Z_2 : Ketinggian titik tinjau 2 dari datum
- γ : $\rho \cdot g$
- ρ : Massa jenis Fluida
- g : Percepatan gravitasi

1.2.4 Kehilangan Tinggi Tekan akibat adanya Katup

Kehilangan Tinggi Tekan Akibat Katup (h_L) adalah

$$h_L = \frac{P_1 - P_2}{\rho \cdot g} \quad (1.6)$$

$$h_{L \text{ Koreksi}} = 12,6 h_L \quad (1.7)$$

Koefisien kehilangan energi K dan K_{koreksi} adalah

$$K = h_L \left(\frac{2g}{v^2} \right) \quad (1.8)$$

$$K_{Koreksi} = h_{L\ koreksi} \left(\frac{2g}{v^2} \right) \quad (1.9)$$

1.2.5 Kehilangan Tinggi Tekan akibat Tikungan pada Pipa



Gambar 1.5 Kehilangan Tinggi Tekan akibat Tikungan pada Pipa

Rumus umum kehilangan tinggi tekan pada pipa :

$$h_L = K \frac{v^2}{2g} \quad (1.10)$$

dimana :

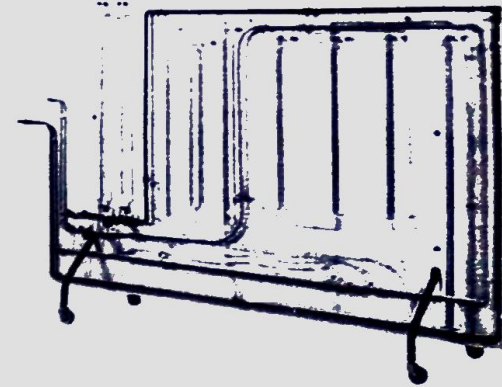
- h_L : Kehilangan energi akibat tikungan
- K : Koefisien kehilangan tinggi tekan

Kehilangan tinggi tekan di dalam pipa di tikungan dan sepanjang yang diamati.

1.3 Alat-alat Percobaan

Alat-alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah :

1. Suatu jaringan/sirkuit pipa,
Terdiri dari dua buah sirkuit terpisah, masing-masing terdiri dari komponen pipa yang dilengkapi selang *Piezometer*. Dua sirkuit pipa itu adalah sirkuit biru dan sirkuit abu-abu. Dapat dilihat pada Gambar 1.6.
2. Bangku Hidraulik,
3. Termometer,
4. Pompa Udara,
Untuk mengkalibrasi alat serta untuk menghilangkan gelembung udara yang masuk ke dalam jaringan pipa.



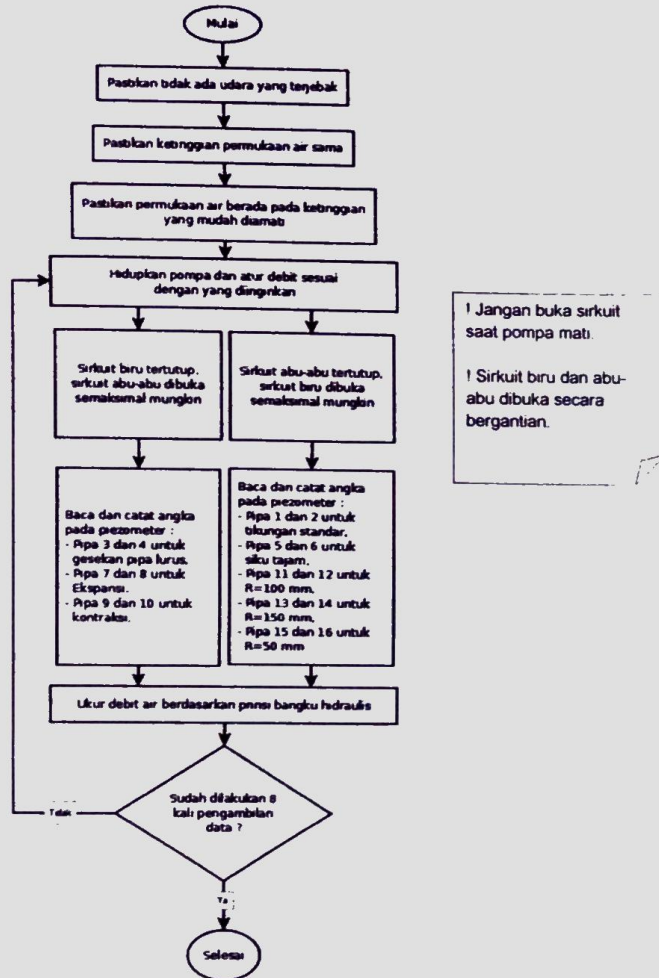
Gambar 1.6 Jaringan/Sirkuit Pipa

1.4 Prosedur Kerja

Prosedur kerja percobaan ini adalah :

1. Memeriksa tabung-tabung *piezometer* sehingga tidak ada udara yang terjebak di dalamnya.
Prosedur ini dilakukan dengan jalan memompakan udara ke dalam tabung *piezometer* untuk menurunkan permukaan air di dalam tabung hingga didapat suatu ketinggian yang sama hingga memudahkan pengamatan.
2. Sirkuit biru dalam keadaan tertutup, sirkuit abu-abu dibuka semaksimal mungkin guna mendapatkan aliran yang maksimum di sepanjang pipa.
3. Membaca dan mencatat angka pada *piezometer* pipa 3 dan 4 untuk gesekan pipa lurus, *piezometer* pipa 7 dan 8 untuk ekspansi, pipa 9 dan 10 untuk kontraksi.
4. Catat debit yang dihasilkan dengan prinsip kerja bangku hidraulik.
5. Mengubah besar debit air dengan jalan mengatur kran pengatur masuk air pada sistem pipa dan catat ketinggian tabung dan debit. Lakukan untuk beberapa pengamatan.
6. Setelah selesai pada sirkuit abu-abu ganti ke sirkuit biru dengan jalan menutup kran pada sirkuit abu-abu dan buka kran pada sirkuit biru. Ikuti prosedur 2 sampai 4 untuk beberapa pengamatan.

Secara umum, prosedur kerja tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.7



Gambar 1.7 Diagram Alir Prosedur Kerja Praktikum Kehilangan Tinggi Tekan pada Aliran melalui Pipa

1.5 Pengambilan Data

Data yang diperlukan dalam percobaan ini adalah debit yang dihasilkan dengan prinsip kerja bangku hidrolik dan bacaan pada *piezometer*. Untuk lebih jelasnya dalam pengambilan data, gunakan formulir pengamatan yang terdapat pada bagian akhir modul 1 dan gunakan panduan tabel di bawah ini:

Tabel 1.1 Spesifikasi Data yang diambil selama percobaan

No.	Lembar Data	Data yang Diambil	Simbol	Sat.	Jumlah Data Total	Keterangan
1	Tabel debit (Modul 1 dan Modul II)	Temperatur	T	°C	1	Temperatur pada saat praktikum berlangsung digunakan pada seluruh perhitungan yang membutuhkan data temperatur
		Waktu Pengisian air	t	Detik	1 x perubahan debit = 8	Baca Peringatan pada <i>Flowchart</i>
		Berat Beban	W	kg	1	Beban untuk bangku hidrolik disamakan untuk seluruh pengukuran debit
2	Tabel Bacaan <i>Piezometer</i> Modul I : KTT pada Aliran Melalui Belokan	Tinggi air pada pipa tikungan standar	1	mm	1 x perubahan debit = 8	
			2	mm		
		Tikungan air pada tikungan siku tajam	5	mm		
			6	mm		
		Tinggi air pada tikungan, R=100mm	11	mm		
			12	mm		
		Tinggi air pada tikungan, R=150mm	13	mm		
			14	mm		
3	Tabel Bacaan <i>Piezometer</i> Modul II : Melalui Pipa Lurus, Pelebaran, dan Penyempitan	Tinggi air pada pipa lurus sirkuit biru	3	mm	1 x perubahan debit = 8	
			4	mm		
		Tinggi air pada pipa lurus sirkuit abu-abu	8	mm		
			9	mm		
		Tinggi air pada ekspansi sirkuit abu-abu	7	mm		
			8	mm		
		Tinggi air pada kontraksi sirkuit abu-abu	9	mm		
			10	mm		

1.6 Pengolahan Data

Tabel 1.2 Langkah-langkah Pengolahan Data

No	Langkah	Formulir Pengamatan Acuan	Keterangan	Nama Gambar/Grafik
1	Menghitung besar Debit (Q) dengan prinsip bangku hidrolis	Tabel data pada Lembar 1 dan 2	Lihat lampiran prinsip bangku hidrolik	-
2	Menghitung kehilangan tinggi tekan akibat gesekan pada pipa lurus : a. Hitung h_f b. Hitung besarnya bilangan Reynolds (Re) c. Hitung besarnya koefisien gesekan menurut Blassius d. Hitung besarnya koefisien gesekan menurut Darcy-Weisbach	Lembar 2 Data untuk keempat grafik	Gunakan Rumus 1.1	• Grafik 1.1 log h_f vs log Q pipa biru • Grafik 1.2 log f vs Re pipa biru • Grafik 1.3 log h_f vs log Q pipa abu-abu • Grafik 1.4 log f vs Re pipa abu-abu
3	Menghitung kehilangan tinggi tekan akibat ekspansi tiba-tiba a. Hitung kecepatan pada titik tinjau 1 (v_1) b. Hitung perbedaan tinggi tekan hasil pengukuran. c. Hitung perbedaan tinggi tekan hasil perhitungan dengan adanya kehilangan tinggi tekan ($h_e \neq 0$) d. Hitung perbedaan tinggi tekan hasil perhitungan tanpa adanya kehilangan tinggi tekan ($h_e = 0$)	Lembar 2 Data untuk membuat Grafik $H_{perhitungan}$ VS $H_{pengukuran}$ akibat ekspansi	a. Gunakan persamaan Kontinuitas dengan memasukkan nilai Q dan D yang telah diketahui b. Berdasarkan hasil pengamatan c. Gunakan rumus 1.3 d. Gunakan rumus 1.2	Grafik 1.5 $H_{perhitungan}$ VS $H_{pengukuran}$ akibat ekspansi
4	Menghitung kehilangan tinggi tekan akibat kontraksi tiba-tiba a. Hitung kecepatan pada titik tinjau 2 (v_2) b. Hitung perbedaan tinggi tekan hasil pengukuran c. Cari harga koefisien kontraksi C_c	Lembar 2 Data untuk membuat Grafik $H_{perhitungan}$ VS $H_{pengukuran}$ akibat kontraksi	a. Gunakan persamaan Kontinuitas dengan memasukkan nilai Q dan D yang telah diketahui	Grafik 1.6 $H_{perhitungan}$ VS $H_{pengukuran}$ akibat kontraksi

No	Langkah	Formulir Pengamatan Acuan	Keterangan	Nama Gambar/Grafik
	d. Hitung perbedaan tinggi tekan hasil perhitungan dengan adanya kehilangan tinggi tekan ($h_e \neq 0$) e. Hitung perbedaan tinggi tekan hasil perhitungan tanpa adanya kehilangan tinggi tekan ($h_e = 0$)		b. Berdasarkan hasil pengamatan c. - d. Gunakan rumus 1.5. e. Gunakan rumus 1.4	
5	Menghitung kehilangan tinggi tekan akibat tikungan : a. Hitung kecepatan aliran (v) pada tikungan. b. Hitung besarnya bilangan Reynolds. c. Hitung koefisien gesekan (f) menurut Blassius d. Hitung kehilangan tinggi tekan total h_T (dari selisih Piezometer untuk tikungan), menghitung kehilangan tinggi tekan akibat gesekan (h_f) e. Hitung kehilangan tinggi tekan akibat perubahan geometri (tikungan), yaitu h_{Lc} menghitung besarnya K_L f. Hitung besarnya K_L	Lembar 1 Data untuk membuat Grafik K vs R/D	a. - b. - c. - d. - e. Gunakan rumus 1.6 f. Gunakan rumus 1.7	Grafik 1.6 K vs R/D

1.7 Analisis Data

Dari hasil perhitungan sebelumnya, lihatlah kembali grafik-grafik yang telah dibuat dan lakukan analisis sebagai berikut :

Tabel 1.3 Grafik dan Analisis

No	Grafik	Hal-hal yang perlu dianalisis
1	Grafik 1.1 log h_f vs log Q untuk pipa lurus	• Tujuan pembuatan grafik tersebut • Hubungan log h_f dan log Q
2	Grafik 1.2 $f_{Blassius}$ dan $f_{Darcy-Weisbach}$ vs Re untuk pipa lurus	• Tujuan pembuatan grafik tersebut • Hubungan f dan Re • Hubungan/perbedaan nilai $f_{Blassius}$ dan $f_{Darcy-Weisbach}$

No	Grafik	Hal-hal yang perlu dianalisis
3	Grafik 1.3 $H_{pembungkuan}$ VS $H_{pengukuran}$ untuk ekspansi tiba-tiba	- Tujuan pembuatan grafik tersebut - Hubungan/perbedaan $H_{pembungkuan}$ dan $H_{pengukuran}$
4	Grafik 1.4 $H_{pembungkuan}$ VS $H_{pengukuran}$ untuk kontraksi tiba-tiba	- Tujuan pembuatan grafik tersebut - Hubungan/perbedaan $H_{pembungkuan}$ dan $H_{pengukuran}$
5	Grafik 1.5 K vs R/D pada tikungan	- Tujuan pembuatan grafik tersebut - Hubungan/perbedaan nilai K_s dan K_L

1.8 Kesimpulan

Buatlah kesimpulan yang mengacu pada tujuan praktikum dan saran untuk perbaikan di masa mendatang

1.9 Daftar Pustaka

Streeter, Victor L., and Wylie, Benjamin E. 1975. *Fluid Mechanics*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.

FORMULIR PENGAMATAN Modul 1 : KEHILANGAN TEKAN PADA ALIRAN MELALUI BELOKAN DALAM SALURAN TERTUTUP

Praktikan : Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil - ITERA

Kelompok				Lembar-1/2
No.	Nama	NIM	Paraf	Tanggal Praktikum
				Asisten : ()
Tanggal terakhir pemasukan laporan :				

Data Alat

- Diameter pipa sirkuit biru = 13,6 mm
- Diameter pipa sirkuit abu-abu = 26,2 mm

No. Percobaan	Jam	Pengukuran Debit dan Temperatur				No. Percobaan	Jam	Pengukuran Debit dan Temperatur			
		Waktu t (detik)	Berat W (kg)	Debit Q (l/dt)	Suhu T (°)			Waktu t (detik)	Berat W (kg)	Debit Q (l/dt)	Suhu T (°)
1						5					
2						6					
3						7					
4						8					

No. Percobaan	Jam	Bacaan Piezometer									
		Standar, (l) = mm					Siku tajam, (l) = mm				
1		1	2	Δh			5	6	Δh		
		R 100 mm, (l) = mm					R 150 mm, (l) = mm				
		11	12	Δh			13	14	Δh		
		R 50 mm, (l) = mm					R mm, (l) = mm				
		15	16	Δh					Δh		
2		Standar, (l) = mm					Siku tajam, (l) = mm				
		1	2	Δh			5	6	Δh		
		R 100 mm, (l) = mm					R 150 mm, (l) = mm				
		11	12	Δh			13	14	Δh		
		R 50 mm, (l) = mm					R mm, (l) = mm				
		15	16	Δh					Δh		
3		Standar, (l) = mm					Siku tajam, (l) = mm				
		1	2	Δh			5	6	Δh		
		R 100 mm, (l) = mm					R 150 mm, (l) = mm				
		11	12	Δh			13	14	Δh		
		R 50 mm, (l) = mm					R mm, (l) = mm				
		15	16	Δh					Δh		

FORMULIR PENGAMATAN
Modul 1 : KEHILANGAN TEKAN PADA ALIRAN MELALUI
PIPA LURUS, PELEBARAN DAN PENYEMPITAN
Praktikan : Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil - ITERA

No. Percobaan	Jam	Bacaan Piezometer					
4		Standar, (l) = mm			Siku tajam, (l) = mm		
		1	2	Δh	5	6	Δh
		R: 100 mm, (l) = mm			R: 150 mm, (l) = mm		
		11	12	Δh	13	14	Δh
		R: 50 mm, (l) = mm			R: mm, (l) = mm		
		15	16	Δh			Δh
5		Standar, (l) = mm			Siku tajam, (l) = mm		
		1	2	Δh	5	6	Δh
		R: 100 mm, (l) = mm			R: 150 mm, (l) = mm		
		11	12	Δh	13	14	Δh
		R: 50 mm, (l) = mm			R: mm, (l) = mm		
		15	16	Δh			Δh
6		Standar, (l) = mm			Siku tajam, (l) = mm		
		1	2	Δh	5	6	Δh
		R: 100 mm, (l) = mm			R: 150 mm, (l) = mm		
		11	12	Δh	13	14	Δh
		R: 50 mm, (l) = mm			R: mm, (l) = mm		
		15	16	Δh			Δh
7		Standar, (l) = mm			Siku tajam, (l) = mm		
		1	2	Δh	5	6	Δh
		R: 100 mm, (l) = mm			R: 150 mm, (l) = mm		
		11	12	Δh	13	14	Δh
		R: 50 mm, (l) = mm			R: mm, (l) = mm		
		15	16	Δh			Δh
8		Standar, (l) = mm			Siku tajam, (l) = mm		
		1	2	Δh	5	6	Δh
		R: 100 mm, (l) = mm			R: 150 mm, (l) = mm		
		11	12	Δh	13	14	Δh
		R: 50 mm, (l) = mm			R: mm, (l) = mm		
		15	16	Δh			Δh

Kelompok

Lembar-2/2

No.	Nama	NIM	Paraf	Tanggal Praktikum
				Asisten (.....)
Tanggal terakhir pemasukan laporan				:

Data Alat

- Diameter pipa sirkuit biru = 13,6 mm
- Jarak antara titik 3 dan titik 4 = 914,4 mm
- Diameter pipa sirkuit abu-abu = 26,2 mm
- Jarak antara titik 8 dan titik 9 = 914,4 mm

No. Percobaan	Jam	Pengukuran Debit dan Temperatur				No. Percobaan	Jam	Pengukuran Debit dan Temperatur			
		Waktu t (detik)	Berat W (kg)	Debit Q (l/dt)	Suhu T (°)			Waktu t (detik)	Berat W (kg)	Debit Q (l/dt)	Suhu T (°)
1						5					
2						6					
3						7					
4						8					

No. Percobaan	Jam	Bacaan Piezometer					
1		Pipa lurus sirkuit biru			Pipa lurus sirkuit abu-abu		
		1	2	Δh	5	6	Δh
		Pelebaran sirkuit biru			Penyempitan sirkuit abu-abu		
		11	12	Δh	13	14	Δh
2		Pipa lurus sirkuit biru			Pipa lurus sirkuit abu-abu		
		1	2	Δh	5	6	Δh
		Pelebaran sirkuit biru			Penyempitan sirkuit abu-abu		
		11	12	Δh	13	14	Δh

Kak Indah **TUMBUKAN AKIBAT PANCARAN FLUIDA****2.1 Pendahuluan****2.1.1 Latar Belakang**

Setiap fluida yang dipancarkan mempunyai gaya atau kerja mekanis yang menyebabkan tumbukan. Gaya ini dapat bermanfaat untuk menggerakkan benda atau peralatan lain yang membutuhkan gaya penggerak, misalnya turbin. Salah satu cara untuk menghasilkan gaya atau kerja mekanis dan tekanan fluida adalah dengan menggunakan tekanan untuk mengakselerasikan fluida kecepatan tinggi dalam sebuah jet. Jet tersebut diarahkan ke piringan dari sebuah roda turbin, yang berotasi oleh karena gaya yang timbul pada piringan dikarenakan perubahan momentum atau impuls yang terjadi ketika jet menyembur pada piringan. Turbin-turbin air yang bekerja dengan prinsip impuls ini telah dibuat dengan keluaran hingga tingkat 100.000 kW dengan efisiensi lebih dari 90%.

Pada percobaan ini, gaya yang ditimbulkan oleh jet air ketika menyembur, baik pada plat yang rata atau pada plat cekung akan diukur dan dibandingkan dengan tingkat aliran momentum di dalam jet.



Gambar 2.1 Alat Jet Impact

No Percobaan	Jam	Bacaan Piezometer					
		Pipa lurus sirkuit biru			Pipa lurus sirkuit abu-abu		
3		1	2	Δh	5	6	Δh
		Pelebaran sirkuit biru			Penyempitan sirkuit abu-abu		
		11	12	Δh	13	14	Δh
4		Pipa lurus sirkuit biru			Pipa lurus sirkuit abu-abu		
		1	2	Δh	5	6	Δh
		Pelebaran sirkuit biru			Penyempitan sirkuit abu-abu		
5		11	12	Δh	13	14	Δh
		Pipa lurus sirkuit biru			Pipa lurus sirkuit abu-abu		
		1	2	Δh	5	6	Δh
6							
		Pelebaran sirkuit biru			Penyempitan sirkuit abu-abu		
		11	12	Δh	13	14	Δh
7		Pipa lurus sirkuit biru			Pipa lurus sirkuit abu-abu		
		1	2	Δh	5	6	Δh
		Pelebaran sirkuit biru			Penyempitan sirkuit abu-abu		
8		11	12	Δh	13	14	Δh
		Pipa lurus sirkuit biru			Pipa lurus sirkuit abu-abu		
		1	2	Δh	5	6	Δh
		Pelebaran sirkuit biru			Penyempitan sirkuit abu-abu		
		11	12	Δh	13	14	Δh

2.1.2 Tujuan

Tujuan percobaan ini adalah :

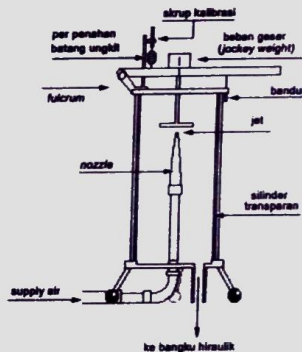
1. Mempelajari perilaku tumbukan pancaran fluida pada suatu permukaan piringan yang dapat menghasilkan suatu energi mekanis.
2. Mengukur dan menghitung besarnya gaya yang diperoleh dari dua macam piringan, yaitu plat datar dan plat cekung.
3. Menentukan besarnya efisiensi masing-masing piringan.
4. Mempelajari hubungan antara besarnya debit yang keluar dengan gaya yang di dapat dari hasil perhitungan.

2.2 Alat-alat Praktikum

1. *Jet Impact Apparatus* (lihat gambar 2.1)
2. Bangku hidrolis dengan beban
3. *Stopwatch*
4. Termometer

Data-data alat :

1. Diameter nozzle : 10 mm
2. Luas penampang nozzle : 78,5 mm²
3. Massa beban pemberat : 0,610 kg
4. Jarak as piringan ke engsel ruas : 0,1525 m
5. Jarak nozzle ke piringan : 37 mm



Gambar 2.2 Spesifikasi *Jet Impact*

2.3 Landasan Teori

Apabila sebuah piringan yang simetris pada sumbu x seperti pada Gambar 2.2. Sebuah jet yang terisi fluida dengan aliran pada tingkat W kg/s sepanjang sb X dengan kecepatan V_0 m/s mengenai piringan dan terdefleksi sebesar sudut β , sehingga fluida tersebut meninggalkan piringan dengan kecepatan V_1 m/s. Perubahan pada ketinggian dan tekanan dalam *piezometrik* dalam jet karena mengenai piringan hingga meninggalkannya diabaikan.

2.3.1 Besar Gaya Piringan (Gaya Perhitungan)

1. Momentum sebelum menabrak piringan: WV_0 (kg.m/s²) pada arah X (lihat Gambar 2.2)
2. Momentum setelah menabrak piringan : $WV_1 \cos \beta$ (kg.m/s²) pada arah X
3. Gaya pada arah X pada jet sama dengan rata-rata perubahan momentum, sehingga didapat:

$$\Delta \text{momentum} = WV_1 \cos \beta - WV_0 \text{ (kg.m/s}^2 \text{ = N)} \quad (2.1)$$



Gambar 2.3 Sketsa Aliran pada Sebuah Vane/Piringan

4. Gaya yang terjadi pada piringan (arah X) adalah sama, tetapi berlawanan arah sehingga di dapat persamaan pada sumbu Y :

$$F_{\text{piringan}} = W (V_0 - V_1 \cos \beta) \quad (2.2)$$

Untuk piringan datar, nilai $\beta = 90^\circ$ maka $\cos \beta = 0$

$$F_{\text{datar}} = WV_0; \text{ tidak tergantung harga } V_1 \quad (2.3)$$

Untuk piringan cekung, nilai $\beta = 180^\circ$ maka $\cos \beta = -1$

$$F_{\text{cekung}} = W(V_0 + V_1) \quad (2.4)$$

Jika perubahan tekanan *piezometrik* dan elevasi diabaikan, maka kemungkinan gaya maksimum pada plat cekung adalah :

$$F_{\text{cekung}} = 2WV_0 \quad (2.5)$$

5. Aliran fluida diukur dengan satuan W (kg/s) yang mewakili satuan debit $W/10^3$ (m^3), sehingga kecepatan pancaran, V (m/s) saat meninggalkan *nozzle* diberikan oleh :

$$V = 12,75 W \text{ (m/s)} \quad (2.6)$$

6. Kecepatan pancaran mengenai piringan, V_0 (m/s) lebih kecil daripada kecepatan pancaran saat meninggalkan *nozzle*, V (m/s) akibat adanya pengaruh gravitasi. Besar kecepatan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan gerak lurus berubah beraturan, didapat :

$$V_0 = V^2 - 0,726 \quad (2.7)$$

2.3.2 Besar Gaya yang Menumbuk Piringan (Gaya Pengukuran)

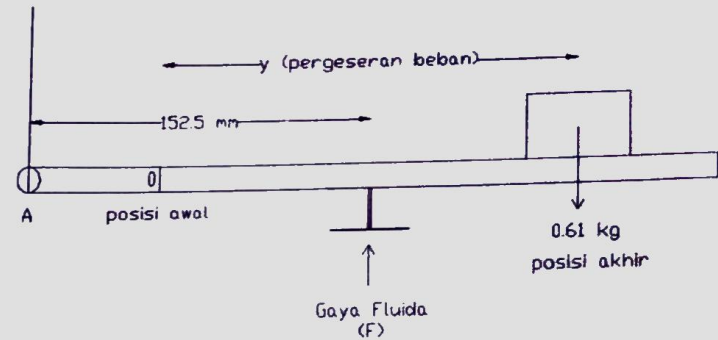
Gaya tekan fluida yang menumbuk piringan didapat dengan meninjau hubungan gaya yang bekerja pada batang (lihat Gambar 2.3).

$$\sum M_A = 0 \quad (2.8)$$

$$F \times 152,5 \text{ mm} = 0,61 \text{ kg} \times g \times y$$

$$F = 4 \text{ gy (N)} \quad (2.9)$$

Dengan y adalah pergeseran beban, sistem gaya pada batang menjadi :

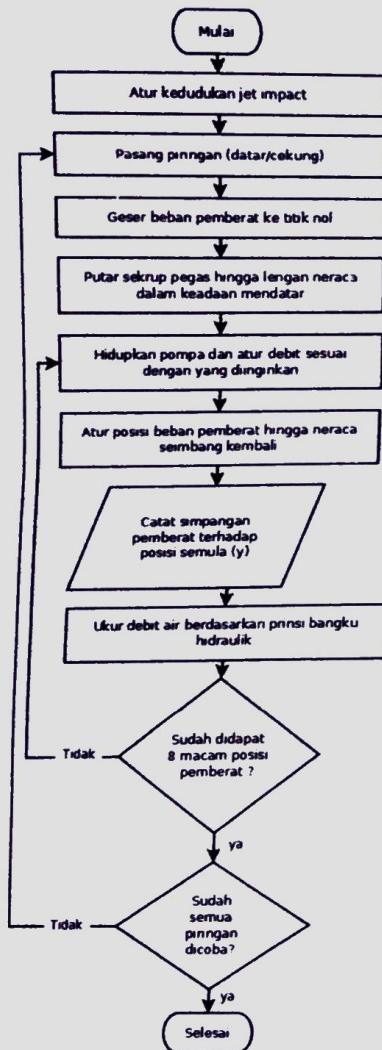


Gambar 2.4 Sistem Gaya pada Batang

2.4 Prosedur Kerja

- 1) Atur kedudukan *jet impact* agar jalur pancaran tegak lurus terhadap bidang datar permukaan.
- 2) Pasang piringan pada lengan neraca.
- 3) Kalibrasikan neraca pengukur gaya, dengan membuat lengan neraca dalam keadaan mendatar.
- 4) Hidupkan pompa.
- 5) Atur posisi bebdan pemberat hingga neraca seimbang kembali.
- 6) Catat simpangan pemberat terhadap posisi semula (y).
- 7) Ukur debit air berdasarkan pnsip bangku hidrolik
- 8) Lakukan percobaan yang sama dengan di atas untuk 8 macam posisi pemberat (y).
- 9) Ganti piringan dengan piringan cekung dan ulangi langkah 1 s/d 8.

Prosedur kerja tersebut dapat digambarkan dalam diagram alir, Gambar 2,5 berikut ini :



! Pastikan pancaran fluida yang keluar menumbuk piringan dan membuat lengan neraca tidak dalam keadaan mendatar

Gambar 2.5 Diagram alir prosedur kerja praktikum tumbukan akibat pancaran fluida

2.5 Pengambilan Data

Untuk mengambil data, gunakan formulir pengamatan yang terdapat pada bagian akhir modul 2 dan gunakan panduan tabel di bawah ini :

Tabel 2.1 Spesifikasi Data yang Diambil Selama Percobaan

No	Lembar Data	Data yang Diambil	Simbol	Sat.	Jumlah Data Total	Keterangan
1	Pengukuran Debit	Waktu dan berat beban untuk perhitungan debit pada bangku hidrolik	t	detik	10 saat percobaan dengan piringan Datar + 10 saat percobaan dengan piringan Cekung (Sesuai jumlah percobaan)	Sesuai hasil pengukuran dengan Stopwatch
2	Pergeseran beban	Besarnya bacaan pergeseran beban akibat pancaran fluida	y	mm		Diukur berdasarkan skala pengamatan pada alat atau dengan alat ukur lain yang sesuai

2.6 Pengolahan Data

Tabel 2.2 Langkah-langkah Pengolahan Data

No	Langkah	Formulir Pengamatan Acuan	Keterangan	Nama Gambar/Grafik
1	Menghitung debit air (Q)	Tabel data	Perhitungan menggunakan prinsip bangku hidrolik.	
2	Menghitung kecepatan air (V) yang keluar dari nozzle		Gunakan rumus 2.6.	
3	Menghitung kecepatan air yang menumbuk piringan (V ₀)		Gunakan rumus 2.7.	
4	Menghitung F_{neting}		Gunakan rumus 2.3 untuk piringan datar dan, Gunakan rumus 2.4 untuk piringan cekung.	
5	Menghitung F_{ukur}	Tabel data	Gunakan rumus 2.9.	
6	Menghitung efisiensi piringan (η)		Gunakan rumus : $\eta = F_{ukur} / F_{neting}$	
7	Membuat grafik F_{ukur} vs F_{neting}	Tabel data serta hasil perhitungan	Menggunakan fungsi chart tipe Scatter pada program Microsoft Excel atau sejenis dengan intercept = 0	Gambar ini menjadi Grafik 2.1 Grafik F_{ukur} vs F_{neting}
8	Menggambar F_{ukur} vs W	Lembar data dan hasil perhitungan		Gambar ini menjadi Grafik 2.2 Grafik F_{ukur} vs W

2.7 Analisis Data

Tabel 2.3 Grafik dan Analisis

No	Grafik	Hal-hal yang Perlu Dianalisis
1	Grafik 2.1 F_{ukur} vs F_{hitung}	a. Tujuan pembuatan grafik tersebut b. Perbandingan F_{ukur} vs F_{hitung}
2	Grafik 2.2 F_{ukur} vs W	a. Tujuan pembuatan grafik tersebut b. Hubungan F_{ukur} vs W

2.8 Kesimpulan

Buatlah kesimpulan yang mengacu pada tujuan praktikum dan saran untuk perbaikan di masa mendatang.

2.9 Daftar Pustaka

Streeter, Victor L., and Wylie, Benjamin E. 1975. *Fluid Mechanics*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.

FORMULIR PENGAMATAN

Modul 2 : TUMBUKAN AKIBAT PANCARAN FLUIDA

Praktikan : Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil - ITERA

Kelompok :

Lembar - 1/1

No.	Nama	NIM	Paraf	Tanggal Praktikum
				Asisten
				()
Tanggal terakhir pemasukan laporan				:

Data Alat

- Diameter nozzle = 10 mm
- Luas penampang nozzle (A_o) = 78,5 mm²
- Massa beban pemberat = 0,61 kg
- Jarak as piringan ke engsel tuas = 0,1525 mm
- Jarak nozzle ke pinngan = 37 mm

Piringan : Datar (Lingaran)

Pengukuran Debit dan Temperatur					Per- geseran beban Y (mm)	Pengukuran Debit dan Temperatur					Per- geseran beban Y (mm)
No. Per- coba-an	Jam	Waktu t (detik)	Berat W (kg)	Debit Q (l/dt)		No. Per- coba-an	Jam	Waktu t (detik)	Berat W (kg)	Debi t Q (l/dt)	
1						6					
2						7					
3						8					
4						9					
5						10					

Piringan : Cekung (Setengah Bola)

Pengukuran Debit dan Temperatur					Per- geseran beban Y (mm)	Pengukuran Debit dan Temperatur					Per- geseran beban Y (mm)
No. Per- coba- an	Jam	Waktu t (detik)	Berat W (kg)	Debit Q (l/dt)		No. Per- coba- an	Jam	Waktu t (detik)	Berat W (kg)	Debit Q (l/dt)	
1						6					
2						7					
3						8					
4						9					
5						10					

MODUL 3.

OSBORNE REYNOLD

3.1 Pendahuluan

3.1.1 Latar Belakang

Alat ini merupakan tiruan alat yang dipakai oleh Prof. Osborne Reynolds (ahli fisika asal Inggris (1842-1912) yang digunakan untuk mengamati sifat-sifat aliran fluida di dalam pipa/aliran tertekan sifat aliran fluida dalam pipa dapat dibedakan menjadi aliran laminar, aliran turbulen dan aliran transisi

Pada dasarnya jenis aliran yang terjadi pada percobaan Osborne Reynolds dipengaruhi oleh kecepatan aliran air terhadap waktu dan volume dimana akan didapatkan bilangan Reynolds. Bilangan Reynolds mengambil nama dari penelitiannya. Prof. Osbourne Reynolds (Inggris, 1812-1912), adalah suatu bilangan yang dipakai untuk menentukan jenis aliran yaitu aliran laminar, transisi, atau turbulen

3.1.2 Tujuan

Tujuan percobaan ini adalah:

1. Mengamati dan mengklasifikasikan sifat aliran secara visual berdasarkan pola gerakan zat tinta di dalam aliran
2. Menghitung dan mengklasifikasikan sifat aliran secara teoritis berdasarkan Bilangan Reynolds.
3. Membandingkan kesesuaian antara pengamatan yang dilakukan secara visual dengan pengamatan secara perhitungan (teoritis)

3.2 Alat-Alat Praktikum

Alat dan bahan dari percobaan ini adalah :

1. Alat Osborne Reynolds
2. Stop watch
3. Gelas ukur
4. Termometer
5. Zat warna (tinta) dan air
6. Mesin pompa penyuplai air



Gambar 3.1 Alat Percobaan Osborn Reynold

3.3 Landasan Teori

Pada percobaan ini aliran yang diamati terdiri atas dua komponen yaitu air dan tinta hitam. Sifat-sifat aliran akan diamati secara visual untuk kemudian diselidiki besaran-besaran yang berhubungan. Dari percobaan ini diharapkan dengan melihat indikasi dengan zat pewarna tinta kita bisa melihat model aliran yang disebabkan oleh besarnya pengaruh arus terhadap keadaan zat tersebut. Pada dasarnya peristiwa yang teramati dalam percobaan ini adalah merupakan efek dari besar arus dalam debit tertentu dan waktu tertentu.

Secara visualisasi percobaan ini mengamati gerak zat warna dalam pipa lurus yang akan menunjukkan pola aliran tersebut. Jika tinta bergerak secara teratur dan memiliki garis edar yang sejajar dan bergerak berlapis-lapis, maka aliran tersebut adalah aliran laminar. Jika tinta bergerak menyebar tidak menentu maka aliran tersebut adalah aliran turbulen dan apabila terjadi perpindahan kondisi dari aliran laminar ke aliran turbulen maka aliran tersebut merupakan aliran transisi.

Data-data yang diperoleh dari percobaan ini digunakan untuk menghitung Bilangan Reynolds. Berdasarkan Bilangan Reynolds dapat diklasifikasikan sifat-sifat aliran tersebut secara teoritis, kemudian dibandingkan dengan pengamatan visual.

Sedangkan Bilangan *Reynold* merupakan bilangan yang tidak berdimensi yang menunjukkan sifat suatu aliran sehingga besarnya tidak tergantung pada sistem yang dipakai. Menurut *Reynold* ada 4 faktor yang menentukan sifat suatu aliran, yaitu karakteristik kecepatan (v), karakteristik panjang (l), massa jenis (ρ) serta viskositas dinamik (μ) dan viskositas kinematik (μ).

Hubungan dari parameter-parameter tersebut adalah :

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot l}{\mu} \text{ dimana } v = \frac{\mu}{\rho} \quad (3.3)$$

Sehingga:

$$Re = \frac{v \cdot l}{\nu} \quad (3.4)$$

Untuk aliran dalam pipa diambil kecepatan rata-rata (v) sebagai kecepatan karakteristik *Reynold* dan garis tengah pipa D , sebagai Panjang karakteristik pipa sehingga di dapat hubungan:

$$Re = \frac{u \cdot D}{\nu} \quad (3.4)$$

dimana:

- ν = Viskositas kinematik
- u = Kecepatan rata yang diberikan untuk volume debit
- D = Diameter pipa.

Bila bilangan *Reynolds* dari aliran fluida tertentu dalam suatu pipa nilainya kurang dari 2000 maka aliran yang terjadi adalah laminar, sedangkan bila lebih dari 4000 maka aliran yang terjadi adalah turbulen. Jika diantaranya adalah aliran transisi.

Tabel 3.1 Viskositas kinematik air pada tekanan atmosfer

Temperatur (derajat Celcius)	Viskositas Kinematik ν ($10^{-6} \times m^2/s$)	Temperatur (derajat Celcius)	Viskositas Kinematik ν ($10^{-6} \times m^2/s$)
0	1.793	25	0.893
1	1.732	26	0.873
2	1.674	27	0.854
3	1.619	28	0.836
4	1.568	29	0.818
5	1.520	30	0.802

Temperatur (derajat Celcius)	Viskositas Kinematik ν ($10^{-6} \times m^2/s$)	Temperatur (derajat Celcius)	Viskositas Kinematik ν ($10^{-6} \times m^2/s$)
6	1.474	31	0.785
7	1.429	32	0.769
8	1.386	33	0.753
9	1.346	34	0.738
10	1.307	35	0.724
11	1.270	36	0.711
12	1.235	37	0.697
13	1.201	38	0.684
14	1.169	39	0.671
15	1.138	40	0.658
16	1.108	45	0.602
17	1.080	50	0.554
18	1.053	55	0.511
19	1.027	60	0.476
20	1.002	65	0.443
21	0.978	70	0.413
22	0.955	75	0.386
23	0.933	80	0.363
24	0.911	85	0.342

Contoh. Pada 20° viskositas kinematik air adalah $1.002 \times 10^{-6} m^2/s$.

3.3.3 Viskositas

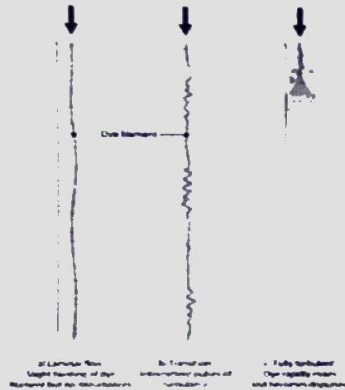
Diantara semua sifat-sifat fluida, viskositas memerlukan perhatian yang besar dalam menelaah aliran fluida. Viskositas merupakan sifat dari fluida yang mendasari diberikannya tahanan terhadap tegangan geser oleh fluida tersebut.

3.4 Prosedur Kerja

Prosedur dasar, yang dapat digunakan untuk semua pengujian, mendemonstrasikan bagaimana kondisi dalam pipa bervariasi dengan kecepatan aliran dan perubahan terjadi pada rentang kecepatan (dan karena itu dari bilangan reynolds). Angka reynolds dapat dihitung untuk setiap kondisi dari diameter pipa, kecepatan dan viskositas air untuk suhu uji tertentu. Perhitungan sampel diberikan kemudian di bagian ini. Prosedur dasar adalah sebagai berikut:

1. Pasang aparatus seperti dijelaskan sebelumnya, nyalakan suplai air, dan buka sebagian katup pelepasan di dasar aparatus.

2. Sesuaikan suplai air sampai level dalam tangki head konstan tepat di atas pipa luapan dan dipertahankan pada level tersebut dengan aliran kecil ke bawah pipa luapan. Ini adalah kondisi yang diperlukan untuk semua uji dan pada laju aliran yang berbeda melalui tabung, persediaan akan perlu disesuaikan untuk mempertahankannya. Pada kondisi apa pun, luapan hanya cukup untuk mempertahankan head konstan di dalam tangki.
3. Buka dan sesuaikan katup injektor pewarna untuk mendapatkan filamen pewarna halus dalam aliran di bawah tabung gelas. Jika zat yang didispersikan dalam tabung mengurangi laju aliran air dengan menutup katup pembuangan dan menyesuaikan suplai yang diperlukan untuk mempertahankan head konstan. Kondisi aliran laminar harus dicapai di mana filamen pewarna melewati seluruh panjang tabung tanpa gangguan.



Gambar 3.3 Gambar Aliran Percobaan Osborne Reynold

4. Perlahan-lahan tingkatkan laju aliran dengan membuka katup pelepasan sampai terjadi gangguan pada filamen pewarna (lihat gambar 3.3b). Ini dapat dianggap sebagai titik awal transisi ke aliran turbulen. Tingkatkan pasokan air sesuai kebutuhan untuk menjaga kondisi head konstan.
5. Catat suhu air menggunakan termometer, ukur laju aliran dengan menentukan waktu pengumpulan jumlah air yang diketahui dari pipa pembuangan.

6. Tingkatkan laju aliran lebih lanjut seperti dijelaskan di atas sampai gangguan meningkat sedemikian rupa sehingga filamen pewarna menjadi cepat menyebar seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3c. Pusaran kecil akan dicatat tepat di atas titik di mana filamen pewarna benar-benar rusak. Ini dapat dianggap sebagai permulaan dan aliran yang sepenuhnya turbulen. Catat suhu dan laju aliran.
7. Sekarang kurangi laju aliran secara perlahan sampai pewarna kembali ke filamen mantap yang mewakili aliran laminar dan catat lagi suhu dan laju aliran.

3.5 Kesimpulan

Buatlah kesimpulan yang mengacu pada tujuan praktikum dan saran untuk perbaikan di masa mendatang.

3.6 Daftar Pustaka

Streeter, Victor L., and Wylie, Benjamin E. 1975. *Fluid Mechanics*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.

Kelompok

Lembar - 1/1

No.	Nama	NIM	Paraf	Tanggal Praktikum
				Asisten
Tanggal terakhir pemasukan laporan				(.....)

Tabel Data Hasil Pengamatan Aliran

No	Waktu (t) detik	Volume (v) liter	Debit (Q) m ³ /dt (10 ⁻⁵)	Kecepatan Aliran (v) m/s	Bilangan Reynold	Tampak Visual	Jenis Menurut Teori	F	Log F	Log Re
1						Laminer				
	Harga Rata-Rata									
2						Transisi				
	Harga Rata-Rata									
3						Turbulen				
	Harga Rata-Rata									

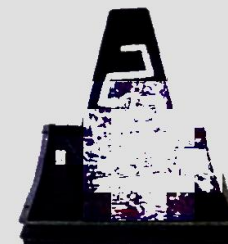
MODUL 4.

TINGGI METASENTRIK

4.1 Pendahuluan

4.1.1 Latar Belakang

Pengetahuan mengenai stabilitas benda terapung merupakan hal yang sangat penting. Layaknya kapal yang mengambang di permukaan air, kondisi kestabilan, netral, dan ketidakstabilan kapal tersebut dapat dinyatakan berdasarkan tinggi titik berat benda tersebut. Pada uji coba dalam laboratorium ponton yang merupakan bentuk pemodelan dari kapal Ponton sendiri merupakan kotak besi yang mengapung di air dan terdapat pemberat horizontal pada bagian badan yang sejajar dengan permukaan ponton tersebut, untuk beban vertikal ditempatkan pada suatu tiang yang berada di tengah kotak. Pada ujung tiang terdapat bandul yang disebut *plumb-bob* yang berfungsi sebagai penentu besar sudut kemiringan pada plat skala. Dalam percobaan ini, stabilitas ponton dapat diketahui berdasarkan titik beratnya pada ketinggian yang bervariasi. Percobaan ini juga membandingkan hasil percobaan dengan hasil perhitungan stabilitas secara analitis.



Gambar 4.1 Alat Benda Terapung (ponton)

4.1.2 Tujuan

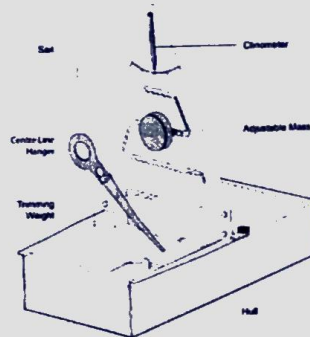
Tujuan percobaan ini adalah:

1. Mengetahui prinsip-prinsip stabilitas benda terapung
2. Menentukan stabilitas suatu benda terapung

3. Membandingkan hasil analisis stabilitas benda terapung dengan hasil percobaan

4.2 Alat-Alat Praktikum

1. Ponton
2. Bejana air
3. Mistar
4. Busur derajat



Gambar 4.2 Sketsa Ponton

4.3 Landasan Teori

Suatu benda apung dalam zat cair statis akan menerima gaya apung, FB seberat zat cair yang dipindah oleh benda itu. Gaya apung, FB selalu beraksi vertikal ke atas dan dalam bentuk persamaan dinyatakan dengan:

$$FB = \rho \cdot \gamma \cdot V \quad (4.1)$$

dimana:

- ρ = Rapat massa zat cair
- γ = Percepatan gravitasi
- V = Volume zat cair yang dipindahkan oleh benda apung

Tinggi metasentrik adalah tinggi potong antara garis vertikal yang dilalui pusat apung B_0 sesudah benda digoyang dengan garis vertikal W_0 sebelum digoyang. Jika M_0 terletak diantara W_0 maka benda akan terbenam,

maksudnya benda akan terapung labil suatu benda apung dalam zat cair statis akan menerima gaya apung seberat zat cair yang dipindahkan oleh gaya itu. Letak W_0 dipengaruhi oleh sudut penggoyangan (θ). Sudut penggoyangan diperhitungkan sedemikian rupa sehingga pusat koordinat diambil G (pusat berat). Dengan demikian ukuran stabilitas didasarkan pada jarak

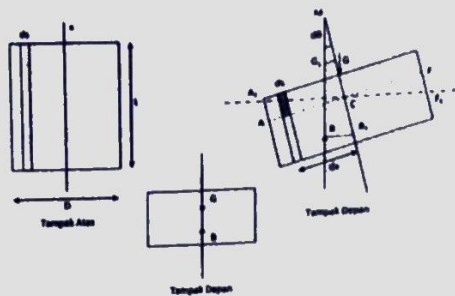
$$N - G = \text{Tinggi Metasentrik} \quad (4.2)$$

Apabila:

- $M > 0$ (N diatas G) = terapung stabil
- $M < 0$ (N dibawah G) = terapung labil
- $M = 0$ (N pada G) = terapung *Indifferent*

Pada ponton diterapkan hukum Archimedes dan prinsip kestabilan benda terapung. Pada ponton terdapat dua gaya yang bekerja yaitu gaya berat ponton dan gaya apung fluida yang bekerja pada ponton. Sebuah ponton berbentuk kotak terapung dalam keadaan seimbang seperti pada Gambar 4.2 Berat benda terapung bekerja vertikal ke bawah melalui titik berat dan diimbangi oleh suatu gaya apung yang memiliki besar yang sama dan bekerja berlawanan arah

Untuk memeriksa sistem kestabilan benda ini dimisalkan terjadi sebuah perpindahan sudut yang kecil sebesar α terhadap kesetimbangan awal seperti pada Gambar 4.3. Titik berat zat cair berubah dari kedudukan B menjadi B_1 . Garis vertikal gaya apung ditunjukkan pada gambar dan memotong perpanjangan garis BG di titik M (Metasentris). Gambar 4.3 juga menunjukkan bagaimana ketinggian metasentris GM dapat ditentukan secara eksperimental dengan menggunakan beban horizontal (*jockey weight*) untuk memindahkan titik berat dari G ke arah samping.



Gambar 4.3 Skema Benda Terapung

Bila berpindahan ini menghasilkan suatu posisi keseimbangan baru pada suatu sudut guling sebesar $d\theta$, maka pada gambar 4.3 G1 adalah posisi titik berat total yang baru.

$$GM = \frac{w}{W} = \frac{dx}{d\theta} \quad (4.3)$$

Ketinggian metasentris GM dapat ditentukan dengan mengukur $(dx/d\theta)$ untuk harga w dan W yang diketahui. BM dapat dihitung dari pengukuran dimensi ponton dan volume zat cair yang dipindahkan. Berdasarkan Gambar 4.3, dapat diketahui bahwa momen terhadap B akibat pergeseran pusat apung ke B_1 dihasilkan oleh penambahan gaya apung (digambarkan oleh segitiga AA_1C) pada salah satu sisi garis sumbu dan pengurangan gaya apung (digambarkan oleh FF_1C) pada sisi yang lain.

Elemen yang berarsir pada gambar 4.3 memiliki luas sebesar ds pada tampak atasnya dan tinggi sebesar x dan d_0 pada potongan vertikalnya sehingga volume elemen adalah $x \cdot d_0 \cdot ds$ (w adalah berat jenis zat cair), ini adalah penambahan gaya apung akibat elemen. Momen dari elemen gaya apung terhadap B adalah $w \cdot x^2 \cdot ds \cdot d_0$ sehingga momen pengembali (*restoring moment*) total terhadap B adalah $w \cdot d_0 \int x^2 \cdot ds$ dimana integral meliputi seluruh luasan s dari ponton yang terdapat pada permukaan air.

$$I = \int x^2 \cdot ds \quad (4.4)$$

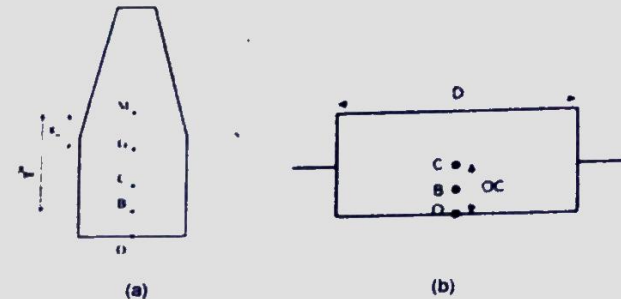
Yaitu momen kedua dari luas s terhadap sumbu $X-X'$ (dan I terhadap $Y-Y'$). Restoring momen total terhadap B dapat juga dicari sehingga diperoleh persamaan

$$w \cdot V \cdot BB_1 = w \cdot d_0 \int x^2 \cdot ds \quad (4.5)$$

$$BM = 1/V_{terapung} \quad (4.6)$$

Untuk ponton berbentuk persegi panjang, B terletak pada suatu kedalaman di bawah permukaan air, yaitu sama dengan setengah kedalaman total tercelupnya ponton dalam zat cair tersebut, sementara I dinyatakan dalam hubungan dimensi ponton sebagai berikut.

$$I = \int x^2 \cdot ds = \int \frac{D}{2} \cdot x^2 \cdot L \cdot dx = \frac{LD^3}{12} \quad (4.7)$$



Gambar 4.4 (a) Ketinggian Pusat Gravitasi, (b) Pusat Daya Apung pada Lambung Persegi

Berdasarkan gambar di atas di dapat persamaan

$$x_{BM} = \overline{OG} - \overline{OB} + x_m \quad (4.8)$$

$$\overline{OB} = 0,5 \times \overline{OB} \quad (4.9)$$

$$\overline{OG} = \frac{y_{sh} (m_s + m_h) + y_j m_j}{m_s + m_h + m_j}, m_j = \frac{\overline{OG} (m_s + m_h + m_j) - y_{sh} (m_s + m_h)}{m_j} \quad (4.10)$$

$$W \cdot x_{BM} = \rho_w \cdot I \cdot \gamma_{BM} \cdot \frac{\rho_w}{W} \cdot I \cdot \frac{I}{V} \quad (4.11)$$

4.4 Prosedur Kerja

Untuk melakukan percobaan, ini akan dipecah menjadi langkah-langkah sebagai berikut:

A. Perapihan

1. Isi tangki dengan air dan letakkan benda apung di atas air, tanpa gantungan garis tengah.
2. Pindahkan bobot pemangkasan untuk memangkas perakitan untuk memberikan lunas genap.
3. Begitu berat berada di posisi yang benar kencangkan pada posisinya sehingga tidak bisa tergelincir saat lambung berakhir.

B. Menentukan Pusat Daya Apung OB

Persamaan 2 dapat digunakan untuk menemukan volume air yang dipindahkan, persamaan 4.8 hingga 4.9 dapat digunakan untuk menemukan pusat teori daya apung.

Tabel 4.1 Tabel Pengamatan Kosong (Menentukan Pusat Daya Apung)

Hull	Theoretical		Measured	
	$\overline{OC}$ (mm)	$\overline{OB}$ (mm)	$\overline{OC}$ (mm)	$\overline{OB}$ (mm)
Rectangular				
Half Circle				
Van-Shape				

C. Menentukan pusat gravitasi OG

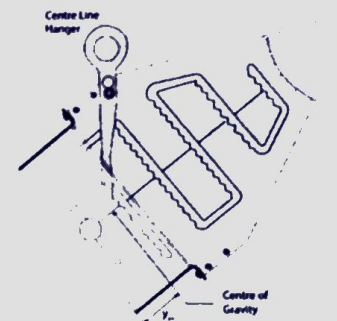
1. Pasang layar ke lambung yang diinginkan
2. Menghapus massa disesuaikan
3. Memastikan berat pemangkasan aman
4. Paskan gantungan tengah dan angkat lambung
5. Biarkan lambung menggantung bebas (gambar 4 5)
6. Tandai posisi di mana gantungan melewati tanda garis tengah layar dengan cairan koreksi pengetik yang serupa, ini y_{sh}
7. Lepaskan gantungan.
8. Pasang kembali massa yang bisa disesuaikan

9. Mentabulasikan hasil dengan mengacu pada 0

10. Gunakan persamaan 4.10 ini untuk menemukan pusat massa keseluruhan.

Tabel 4.2 Tabel Pengamatan Kosong (Menentukan Pusat Gravitasi)

Hull					Ball Assembly Mass, m_b (kg)
Hull Mass, m_h					Adjustable Mass (kg)
y_{sh} (mm)					
Adjustable Mass Place	1	2	3	4	5
y_j (mm)					
OC (mm)					



Gambar 4.5. Menentukan Pusat Gravitasi

D. Menentukan tinggi metasentrik

1. Buat tabel yang mirip dengan tabel pengamatan (Formulir Pengamatan)
2. Dengan tubuh mengambang di air dan sepenuhnya dipangkas, mengukur kedalaman perendaman OC .
3. Pindahkan massa yang dapat disesuaikan ke setiap posisi horzontal dan rekam sudut kemiringan.

Modul 4 : TINGGI METASENTRIK

Praktikan : Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil - ITERA

4. Ulangi untuk setiap baris pada layar, kecuali jika badan mengambang menjadi tidak stabil (terbalik).
5. Konversi setiap sudut menjadi radian.

Analisis hasil

1. Hasil plot untuk setiap baris x_j terhadap sudut (dalam radian).
2. Tambahkan satu baris yang paling cocok untuk setiap baris dan tentukan gradien dari setiap baris.
3. Menggunakan $x_m = \frac{w_j}{w} \cdot \frac{x_B}{\theta}$ untuk menentukan ketinggian metasentrik untuk setiap baris (x_m).

E. Menentukan posisi metasentrik relatif terhadap pusat daya apung

1. Persamaan 4.11 dapat digunakan untuk menemukan nilai teoritis. ini sama untuk semua jenis lambung karena secara nominal mereka semua memiliki massa yang sama.
2. Untuk hasil yang diukur x_m dapat diplot terhadap OG. Menambahkan garis tren dan menemukan intersektor sumbu y akan memberikan pusat posisi gravitasi untuk stabilitas netral, mis. Pada metasentris.

4.5 Kesimpulan

Buatlah kesimpulan yang mengacu pada tujuan praktikum dan saran untuk perbaikan di masa mendatang

4.6 Daftar Pustaka

Streeter, Victor L., and Wylie, Benjamin E. 1975. *Fluid Mechanics*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.

Kelompok :

Lembar - 1/1

No.	Nama	NIM	Paraf	Tanggal Praktikum
				Asisten : (.....)
Tanggal terakhir pemasukan laporan :				

Data alat:

Berat Hull (Ponton) = 2,04 kg (sesuaikan dengan alat yang ada)

Berat sail = 0,389 kg (sesuaikan dengan alat yang ada)

Berat *adjustable mass* = 0.394 kg (sesuaikan dengan alat yang ada)

Tinggi Hull (Ponton) = 79,5 mm

Lebar *Hull* (Ponton) = 203 mm

Pengamatan: Besar sudut kemiringan θ ($^{\circ}$)

[illegible]

MODUL 5.

TEKANAN HIDROSTATIK

5.1 Pendahuluan

5.1.1 Latar Belakang

Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang terjadi dibawah permukaan air (fluida statis). Selama ini diketahui bahwa tekanan pada zat padat hanya ke arah bawah, hal ini berlaku jika tidak ada gaya dari luar. Hal ini berbeda dengan tekanan pada zat cair, tekanan pada zat cair menyebar ke segala arah. Adanya tekanan di dalam zat cair disebabkan oleh gaya gravitasi yang bekerja pada setiap bagian zat cair tersebut. Besar tekanan zat cair bergantung pada kedalaman zat cair, semakin dalam letak suatu bagian zat cair, akan semakin besar pula tekanan pada bagian itu.

Tekanan didefinisikan sebagai gaya per satuan luas, dimana gaya F dipahami bekerja tegak lurus terhadap permukaan A . Konsep tekanan utamanya berguna dalam membahas fluida. Dari fakta eksperimental, fluida memberikan tekanan ke segala arah. Hal ini diketahui dari perenang dan penyelam yang merasakan tekanan air didalam tubuh mereka. Pada setiap titik, pada fluida diam (statis), besarnya tekanan dari segala arah adalah sama. Tekanan pada satu sisi harus sama dengan tekanan disisi sebaliknya. Jika hal ini tidak terjadi maka akan ada gaya total, sehingga benda dapat bergerak. Artinya, dalam fluida statis, tekanan-tekanannya harus sama besar.

Sifat penting lainnya dari fluida yang berada dalam keadaan diam adalah gaya yang disebabkan oleh tekanan fluida selalu bekerja tegak lurus terhadap permukaan yang bersentuhan dengannya. Jika ada komponen gaya yang sejajar dengan permukaan, maka menurut hukum newton ketiga bahwa permukaan akan memberikan gaya kembali pada fluida yang juga akan memiliki komponen sejajar dengan permukaan. Komponen ini akan menyebabkan fluida mengalir. Dengan demikian gaya yang disebabkan oleh tekanan pada fluida statis selalu tegak lurus terhadap permukaan. Tekanan zat cair pada massa jenis yang sama, dapat diilustrasikan misalnya dengan

mengambil salah satu titik yang berada pada kedalaman h di bawah permukaan zat cair (yaitu permukaan yang berada ditinggikan h diatas titik ini).

Tekanan yang disebabkan pada kedalaman h ini disebabkan oleh berat kolom zat cair diatasnya. Dengan demikian gaya yang bekerja pada daerah tersebut adalah $F = m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g = \rho \cdot A \cdot h \cdot g$, dimana $A \cdot h$ adalah volume benda, ρ adalah massa jenis zat cair (dianggap h konstan), dan g adalah percepatan gravitasi (10 m/s^2). Sehingga besar tekanan, P adalah sebagai berikut:

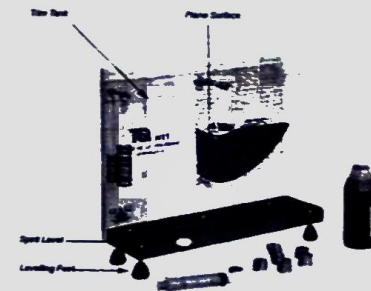
$$P = \frac{F}{A} \quad (5.1)$$

$$P = \frac{mg}{A} = \frac{\rho Vg}{A} = \rho g \frac{V}{A} = \rho gh \quad (5.2)$$

Persamaan diatas menyatakan tekanan hidrostatik tersebut yang disebabkan oleh zat cair itu sendiri, yang dimana didalam zat cair yang diam tersebut tidak terjadi tegangan geser dan tekanan pada suatu titik didalam zat cair tersebut adalah sama besar ke segala arah. Dengan demikian, tekanan berbanding lurus dengan massa jenis zat cair, dan dengan kedalaman didalam zat cair. Besarnya tekanan hidrostatik tidak dipengaruhi oleh bentuk wadah zat cair.

Berikut ini adalah sifat-sifat dari tekanan hidrostatik, adalah sebagai berikut :

1. Semakin dalam letak suatu titik dari permukaan zat cair, tekanannya semakin besar
2. Pada kedalaman yang sama, tekanannya juga sama
3. Tekanan zat cair ke segala arah adalah sama besar



Gambar 5.1 Skema Benda Terapung

5.1.2 Tujuan

Adapun tujuan percobaan ini, yaitu:

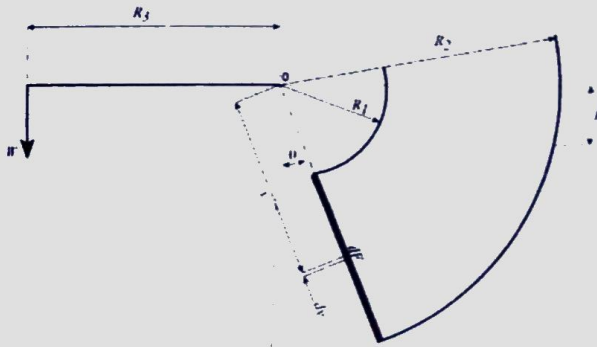
1. Untuk menentukan gaya hidrostatik yang bekerja pada permukaan bejana yang timbul dalam air
2. Untuk menentukan posisi garis aksi gaya dan untuk membandingkan letak yang ditentukan oleh percobaan dengan posisi teoritis

5.2 Alat-Alat Praktikum

1. Alat tekanan hidrostatik
2. Satu set alat pemberat
3. Sebuah ciduk
4. Kaliper atau penggaris, untuk mengukur dimensi kuadran

5.3 Landasan Teori

Di bawah ini adalah representasi diagram dari alat yang menjelaskan dimensi. Nomenklatur ini akan digunakan selama pembahasan teori ini. Meskipun teori untuk bejana yang terendam sebagian dan tenggelam seluruhnya sama, akan lebih jelas untuk meninjau kedua kasus tersebut secara terpisah.



Gambar 5.2 Diagram Alat Tekanan Hidrostatik (center of pressure)

5.3.1 Permukaan Bejana Terendam Sebagian

Di bawah ini adalah representasi diagram dari alat yang menjelaskan dimensi fisik, sebagai tambahan seperti yang telah ditunjukkan sebelumnya.



Gambar 5.3 Ilustrasi Bejana Terendam Sebagian

1. Permukaan bejana vertikal terendam sebagian - Gaya pada permukaan

Gaya hidrostatik F dapat didefinisikan sebagai:

$$F = \rho g A h \text{ (Newton)} ; \text{ dengan luas } ; A = B d \text{ dan } ; h = C = \frac{d}{2}$$

Sehingga

$$F = \rho g \frac{Bd^2}{2} \quad (5.3)$$

2. Permukaan bejana vertikal terendam sebagian - Kedalaman pusat tekanan percobaan

Momen, M, bisa didefinisikan sebagai

$$M = Fh^* \text{ (Nm)} \quad (5.4)$$

Momen penyeimbang dihasilkan oleh berat, W, yang dikenakan pada penggantung pada ujung lengan penyeimbang, panjang lengan penyeimbang, L.

Untuk keseimbangan statis, dua momen adalah sama, yaitu :

$$Fh^* = WL = mgL \quad (5.5)$$

Dengan mensubstitusi gaya hidrostatik dari (1) kita mendapatkan

$$h^* = \frac{mgL}{F} = \frac{2mL}{\rho B d^2} \text{ (meter)} \quad (5.6)$$

3. Permukaan bejana vertikal terendam sebagian - Kedalaman pusat tekanan teoritis

Hasil teoritis untuk kedalaman pusat tekanan, P, di bawah permukaan bebas

$$h' = \frac{I_x}{Ah} \quad (5.7)$$

Dengan I_x adalah momen dari bagian luasan yang terendam.

$$I_x = I_c + Ah^2 \quad (5.8)$$

$$I_x = \frac{Bd^3}{12} + Bd\left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{Bd^3}{3} \quad (m^4) \quad (5.9)$$

Kedalaman pusat tekanan di bawah titik tumpuan adalah

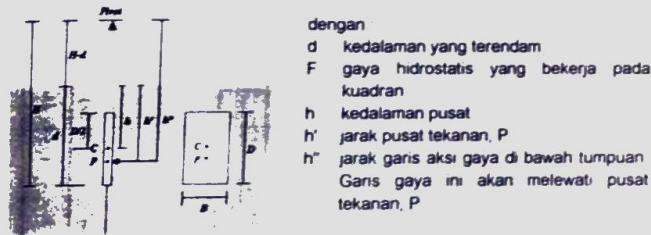
$$h'' = h' + H - d \quad (m) \quad (5.10)$$

Substitusi (5.9) ke (5.7) kemudian ke (5.10) menghasilkan hasil teoritis:

$$h'' = H - \frac{d}{3} \quad (5.11)$$

5.3.2 Permukaan Bejana Vertikal Terendam Seluruhnya

Di bawah ini adalah representasi diagram dari alat yang menjelaskan dimensi fisik, sebagai tambahan seperti yang telah ditunjukkan sebelumnya.



Gambar 5.4 Ilustrasi Bejana Terendam Seluruhnya

1. Permukaan bejana vertikal terendam seluruhnya - Gaya hidrostatik

Gaya hidrostatik, F, dapat didefinisikan sebagai :

$$F = \rho g Ah = \rho g BD \left(d - \frac{D}{2}\right) (N) \quad (5.12)$$

2. Permukaan bejana vertikal terendam seluruhnya - Kedalaman pusat tekanan percobaan

Momen, M dapat didefinisikan sebagai berikut

$$M = Fh'' \quad (Nm) \quad (5.13)$$

Momen penyeimbang dihasilkan oleh berat, W, yang dikenakan pada penggantung pada bagian ujung lengan penyeimbang.

Untuk keseimbangan statis, dua momen adalah sama, yaitu :

$$Fh'' = WL = mgl \quad (5.14)$$

Dengan mensubstitusi gaya hidrostatik dari (5.12) kita mendapatkan

$$h'' = \frac{mL}{\rho BD \left(d - \frac{D}{2}\right)} \quad (m) \quad (5.15)$$

3. Permukaan bejana vertikal terendam seluruhnya - Kedalaman pusat tekanan teoritis

Hasil teoritis untuk kedalaman pusat tekanan, P, di bawah permukaan bebas:

$$h' = \frac{I_x}{Ah} \quad (5.16)$$

Dengan I_x adalah momen kedua dari bagian luasan yang terendam.

Dengan menggunakan teorema pusat paralel

$$I_x = I_c + Ah^2 \quad (5.17)$$

$$I_x = BD \left[\frac{D^3}{12} + \left(d - \frac{D}{2}\right)^2 \right] \quad (m^4) \quad (5.18)$$

Kedalaman pusat tekanan di bawah titik tumpuan adalah

$$h'' = h' + H - d \quad (m) \quad (5.19)$$

Substitusi sebelumnya menghasilkan :

$$h'' = \frac{D^2}{12} + \left(d - \frac{D}{2}\right)^2 - H - d \quad (5.20)$$

5.4 Prosedur Kerja

1. Kaitkan satu gantungan berat (kosong) ke penopang dan tambahkan air ke tangki trim sampai tangki rata dan bidang yang tenggelam karenanya vertikal. Garis horizontal di bagian belakang tangki harus sejajar dengan garis 0 mm pada panel belakang. Gantungan berat kosong adalah berat trim 10 g. Tidak perlu mencatat berat trim atau jumlah air dalam tangki trim, karena mereka hanya untuk menyeimbangkan tangki kosong pada 0 derajat.

FORMULIR PENGAMATAN
Modul 6 : TEKANAN HIDROSTATIK
 Praktikan Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil - ITERA

Kelompok _____

Lembar - 1/1

No.	Nama	NIM	Paraf	Tanggal Praktikum
				Asisten
				()
Tanggal terakhir pemasukan laporan				:

Data hasil pengamatan bejana terendam sebagian dan bejana tenggelam seluruhnya

$F \text{ (gaya)} = m \times a \text{ (N)}$

$m \text{ (massa)} = \text{gram}$

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

$M \text{ (Momen)} = F \times h \text{ (Nm)}$

$h \text{ (tinggi air)} = \text{millimeter}$

No	Massa $m \text{ (gr)}$	Gaya $F \text{ (N)}$	Tinggi Air $h \text{ (mm)}$	Momen $M \text{ (Nm)}$
1	20	19,62	184	3,61
2	40	39,24	166	6,51
3	60	58,86	160	9,41
4	80	78,48	156	12,24
5	100	98,1	150	14,71
6	120	117,72	144	16,95
7	140	137,34	140	19,22
8	160	156,96	138	21,46
9	180	176,58	130	23,31
10	200	196,2	126	25,51
11	220	215,82	120	27,19
12	240	235,44	116	
13	260	255,06	110	

No	Massa $m \text{ (gr)}$	Gaya $F \text{ (N)}$	Tinggi Air $h \text{ (mm)}$	Momen $M \text{ (Nm)}$
14	280	274,68	106	
15	300	294,3	108	
16	320	313,92	102	
17	340	333,54	98	
18	360	353,16	94	
19	380	372,78	90	
20	400	392,4	86	
21	420	412,02	82	
22	440	431,64	80	
23	460	451,26	76	
24	480	470,88	72	
25	500	490,5	68	

terendam penuh : $M = 1,7165 - 11,03625 \cdot h$

sebagian : $M = 1,962 - 14,715 h + 122,625 h^3$

- Tambahkan gantungan berat kedua dengan berat 10 g, ben bobot total 20 g (gantungan berat 10 g).
- Tuangkan air ke dalam tangki kuadran sampai kembali ke 0 derajat
- Berat dan pembacaan ketinggian air h sehubungan dengan 0mm (diperkirakan sekitar 170 hingga 180 mm).
- Lanjutkan menambah berat dalam peningkatan 20 g, sambil menambahkan air sampai tangki menjadi rata. Berhenti ketika ketinggian air h mencapai 0 mm atau ketika semua berat telah digunakan. Catat berat dan level pada setiap kenaikan.

6. Kesimpulan

Buatlah kesimpulan yang mengacu pada tujuan praktikum dan saran untuk perbaikan di masa mendatang

7. Daftar Pustaka

Streeter, Victor L., and Wylie, Benjamin E. 1975. *Fluid Mechanics*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.
 Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. 2009. *Pedoman Praktikum Mekanika Fluida dan Hidrolika*. Depok: Laboratorium Hidrolika, Hidrologi, dan Sungai DTS FT UI.

momen

tinggi air

$R_1 = 100 \text{ mm}$

R_3 jarak dr beban ke titik nol = 200 mm

$M_{\text{gravitasi}} = F \cdot R_3$

$M_{\text{teroris}} = F \cdot R_1$

terendam penuh $h < R_1 \cos \alpha \quad \alpha = 0$

sebagian $h > R_1 \cos \alpha$

ALIRAN DI ATAS PELIMPAH AMBANG LEBAR DAN TAJAM

6.1 Pendahuluan

6.1.1 Latar Belakang

Ambang adalah salah satu jenis bangunan air yang dapat digunakan untuk menaikkan tinggi muka air serta menentukan debit aliran air. Dalam merancang bangunan air, perlu diketahui sifat-sifat atau karakteristik aliran air yang melewatinya. Pengetahuan ini diperlukan dalam perencanaan bangunan air untuk pendistribusian air maupun pengaturan sungai.

Dalam percobaan ini akan ditinjau aliran pada ambang yang merupakan aliran berubah tiba-tiba. Selain itu, dengan memperhatikan aliran pada ambang dapat dipelajari karakteristik dan sifat aliran secara garis besar. Ambang yang akan digunakan adalah ambang lebar dan ambang tajam.

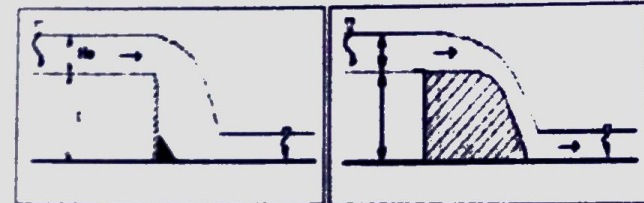
Fungsi penggunaan ambang lebar dan ambang tajam adalah

1. Ambang tersebut menjadi model untuk diaplikasikan dalam perancangan bangunan pelimpah pada waduk dan sebagainya.
2. Bentuk ambang ini adalah bentuk yang sederhana untuk meninggikan muka air. Sebagai contoh aplikasi, air yang melewati ambang lebar akan memiliki energi potensial yang lebih besar sehingga dapat dialirkan ke tempat yang lebih jauh dan dapat mengairi daerah yang lebih luas.



Gambar 6.1 Saluran Terbuka 5 meter

Terdapat perbedaan bentuk fisik antara ambang lebar dan ambang tajam, sehingga mempengaruhi jatuhnya aliran. Pada ambang lebar air akan jatuh lebih lunak dari ambang tajam, meskipun tinggi dan lebar ambang sama. Perbedaan bentuk fisik antara ambang lebar dan ambang tajam dapat dilihat pada di bawah ini.



(a)

(b)

Gambar 6.2 (a) Aliran Ambang Tajam; (b) Aliran Ambang Lebar

Dalam percobaan ini akan diamati karakteristik aliran yang melalui ambang dengan tipe karakteristik sebagai berikut:

1. Keadaan loncat
Keadaan loncat adalah keadaan ketika tinggi muka air di hulu saluran tidak dipengaruhi oleh tinggi muka air di hilir saluran.
2. Keadaan peralihan
Keadaan peralihan adalah keadaan ketika tinggi muka air di hulu saluran mulai dipengaruhi oleh tinggi muka air di hilir saluran.
3. Keadaan tenggelam
Keadaan tenggelam adalah keadaan ketika tinggi muka air di hulu saluran dipengaruhi oleh tinggi muka air di hilir saluran.

Dan percobaan ini dapat diperoleh gambaran mengenai sifat aliran, berupa bentuk atau profil aliran melalui analisis model fisik dari sifat aliran yang diamati. Dalam kondisi nyata di lapangan, ambang ini berguna untuk meninggikan muka air di sungai atau pada saluran irigasi sehingga dapat mengairi area persawahan yang luas. Selain itu, ambang juga dapat digunakan untuk menentukan debit air yang mengalir pada saluran terbuka.

6.1.2 Tujuan

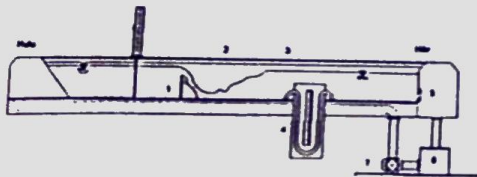
Tujuan percobaan ini adalah:

1. Mempelajari karakteristik aliran yang melalui ambang lebar dan ambang tajam.
2. Menentukan pengaruh perubahan keadaan tinggi muka air di hilir terhadap muka air di hulu saluran.
3. Menentukan hubungan tinggi muka air di atas ambang terhadap debit air yang melimpah di atas ambang

6.2 Alat-Alat Praktikum

Peralatan praktikum yang digunakan yaitu:

1. Ambang tajam dan lebar
2. Alat pengukur kedalaman
3. Alat pengukur panjang
4. Venturimeter dan pipa manometer
5. Sekat pengatur hilir
6. Bak penampung air
7. Pompa air



Gambar 6.3 Model penampang aliran pada ambang tajam

6.3 Landasan Teori

Aliran pada ambang atau pelimpah (spillway) adalah salah satu jenis aliran pada saluran terbuka. Profil pelimpah akan menentukan bentuk tirai luapan (flow nappe) yang akan terjadi di atas ambang tersebut. Tirai luapan ini dianggap mengalami pengudaraan, yaitu keadaan saat permukaan atas dan bawah tirai luapan tersebut memiliki tekanan udara luar sepenuhnya. Namun, pengudaraan di bawah tirai luapan kurang sempurna. Hal ini berarti terjadi

pengurangan tekanan di bawah tirai luapan akibat udara yang tergantikan oleh pancaran air. Pengurangan tekanan ini menimbulkan hal-hal sebagai berikut

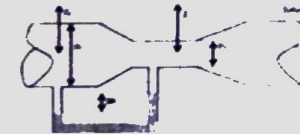
1. Perbedaan tekanan meningkat di ambang
2. Perubahan bentuk tirai luapan sesuai dengan ambang yang digunakan
3. Peningkatan debit, disertai fluktuasi
4. Bentuk hidrolik yang tidak stabil.

Hal ini menyebabkan timbulnya koefisien pengaliran (C) yang berbeda-beda pada setiap ambang, yang akan dijelaskan lebih lanjut pada poin selanjutnya

6.3.1 Debit Aliran

4. Debit Berdasarkan Venturimeter

Dalam percobaan, digunakan venturimeter untuk mengetahui debit yang sebenarnya mengalir dari pompa. Debit yang melalui ambang dapat dihitung dengan prinsip kekekalan energi, impuls - momentum, dan kontinuitas (kekakalan massa), sehingga dapat diterapkan persamaan Bernoulli untuk menghitung besar debit berdasarkan tinggi muka air sebelum dan pada saat kontraksi pada venturimeter



Gambar 6.4 Venturimeter

Besar debit dapat diketahui melalui rumus

$$Q = \frac{(\rho_1 - \rho_2) \left(\frac{1}{4} \pi d_1^2 \right)^2 2g\Delta h}{\left[\left(\frac{d_1}{d_2} \right)^4 - 1 \right] \rho_a} \quad (6.1)$$

dimana:

- d_1 = 3,15 cm
- d_2 = 2,00 cm
- g = 9,81 m/s²
- ρ_w = 1,00 gr/cm³ pada suhu 0°C
- ρ_{Hg} = 13,60 gr/cm³

5. Debit Pelimpah

Debit aliran yang melalui ambang dengan tipe WES dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Q = C \cdot L \cdot H_e^{3/2} \quad (6.2)$$

dimana:

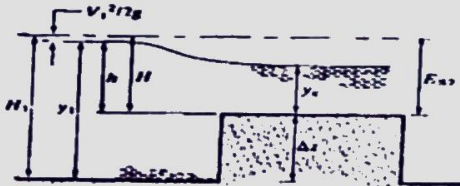
- C = Koefisien pengaliran
L = Lebar satuan
He = Tinggi aliran di atas ambang

6.3.2 Aliran di Atas Ambang Lebar

Sasaran yang dilakukan dalam penelitian aliran di atas ambang lebar, yaitu:

1. Menghitung debit aliran dengan menggunakan ambang lebar untuk alat ukur.
2. Menghitung nilai koefisien discharge (CD), Energi spesifik (Es), kedalaman kritis (Yc), dan bilangan Froude dari aliran yang melewati ambang lebar.
3. Mempelajari hubungan tinggi muka air di atas ambang lebar terhadap debit air yang melimpah di atas ambang.
4. Mengetahui pengaruh bentuk ambang terhadap efektivitas penyaluran debit.
5. Mengetahui karakteristik aliran yang melalui ambang lebar.

Bangunan ukur ambang lebar merupakan salah satu alat ukur debit yang banyak digunakan karena kokoh dan mudah dibuat. Bangunan ini mudah disesuaikan dengan tipe saluran apa saja. Hubungan tunggal antara muka air hulu dan debit mempermudah pembacaan debit secara langsung tanpa memerlukan tabel debit.



Gambar 6.5 Ilustrasi aliran di atas ambang lebar

Debit aliran yang melalui ambang lebar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{2g}{3}} \cdot b \cdot h^{3/2} \quad (6.3)$$

$$Q = 1,705 \cdot b \cdot h^{3/2} \quad (6.4)$$

Apabila velocity correction dan discharge coefficient diperhatikan, maka persamaannya menjadi:

$$Q = C_d \cdot C_v \cdot 1,705 \cdot b \cdot h^{3/2} \quad (6.5)$$

Apabila velocity correction dan discharge coefficient diperhatikan, maka persamaannya menjadi:

$$Q = C_d \cdot b \cdot h^{3/2} \quad (6.6)$$

dengan

$$h_u = \left[\frac{y_1 + y_2}{2} \right] = \text{tinggi ambang} \quad (6.7)$$

Tingkat kekristisan aliran dapat ditentukan dengan menggunakan rumus untuk mencari bilangan Froude, yaitu:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot y}} \quad (6.8)$$

Dengan rumus untuk mencari kecepatan, yaitu:

$$v = \frac{Q}{A} ; A = b \cdot y \quad (6.9)$$

Serta persamaan yang digunakan untuk menghitung energi spesifik aliran adalah:

$$Es = y + \frac{v^2}{2g} \quad (6.10)$$

dimana:

- Q = Debit aliran (m³/s)
h_u = Tinggi muka air di atas ambang (m)
b = Lebar ambang (m)
Es = Energi spesifik aliran (m)

- v = Kecepatan aliran (m/s)
 y = Tinggi muka air (m)

6.3.3 Aliran di Atas Ambang Tajam

Sasaran yang dilakukan dalam penelitian aliran di atas ambang tajam, yaitu

1. Menghitung debit aliran dengan menggunakan ambang tajam sebagai alat ukur
2. Menghitung nilai koefisien discharge (CD), Energi spesifik (Es), kedalaman kritis (Yc), dan bilangan Froude dari aliran yang melewati ambang tajam
3. Mempelajari hubungan tinggi muka air di atas ambang tajam terhadap debit air yang melimpah di atas ambang
4. Mengetahui pengaruh bentuk ambang terhadap efektivitas penyaluran debit
5. Mengetahui karakteristik aliran yang melalui ambang tajam

Ambang tajam juga merupakan alat ukur debit aliran pada saluran terbuka. Debit aliran yang melalui ambang tajam dapat dihitung dengan persamaan berikut.

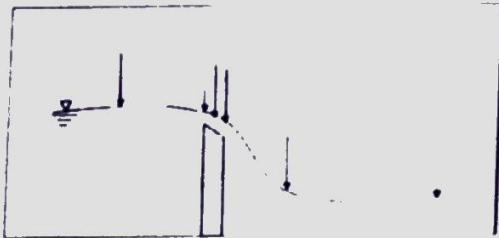
$$Q = \frac{2}{3} \cdot C_d \cdot b \cdot \sqrt{2gh^3} \quad (6.11)$$

dengan

$$h = y_1 - t \quad (6.12)$$

dimana:

- Q = Debit aliran (m³/d)
 h = Tinggi air di atas ambang (m)
 t = Tinggi ambang (m)



Gambar 6.6 Ilustrasi aliran yang mengalir di atas ambang taja

6.4 Prosedur Kerja

6.4.1 Aliran Ambang Lebar

1. Ambang lebar dipasang pada posisi tertentu dalam model saluran terbuka
2. Alat pengukur kedalaman dikalibrasikan. Dimensi ambang dicatat.
3. Hydraulic bench dinyalakan dengan debit air tertentu sesuai dengan yang diinginkan tetapi tidak meluap
4. Lakukan pula pengukuran debit aktual
5. Sekat dihilir diatur sedemikian rupa sehingga loncatan hidrolis dapat diamati. Untuk masing-masing keadaan diperiksa apakah aliran sudah stabil. Jika sudah pengambilan data kedalaman dapat dilakukan.
6. Untuk masing-masing keadaan data tinggi muka air pada beberapa titik pengamatan dicatat untuk menggambar profil aliran.
7. Langkah 5 dan 6 diulang untuk dua debit yang berbeda.

6.4.2 Aliran Ambang Tajam

1. Ambang tajam dipasang pada posisi tertentu dalam model saluran terbuka.
2. Alat pengukur kedalaman dikalibrasikan.
3. Hydraulic bench dinyalakan dengan debit air tertentu sesuai dengan yang diinginkan tetapi tidak meluap.
4. Lakukan pula pengukuran debit aktual.
5. Ukur tinggi ambang tajam yang digunakan serta lebar saluran
6. Ukur kedalaman ketinggian muka air di 6 titik yang telah ditentukan (lihat ilustrasi), yaitu sebelum ambang, di atas ambang, dan setelah ambang dengan 3 variasi debit.
7. Langkah 6 dan 7 diulang untuk dua debit yang berbeda.

6.5 Kesimpulan

Buatlah kesimpulan yang mengacu pada tujuan praktikum dan saran untuk perbaikan di masa mendatang

6.6 Daftar Pustaka

Streeter, Victor L., and Wylie, Benjamin E. 1975. *Fluid Mechanics*. Tokyo. McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.



FORMULIR PENGAMATAN

Modul 6 : ALIRAN DI ATAS AMBANG LEBAR

Praktikan : Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil - ITERA

Kelompok :

Lembar - 1/1

No.	Nama	NIM	Paraf	Tanggal Praktikum
				Asisten : (.....)
Tanggal terakhir pemasukan laporan :				

Data Alat Percobaan Ambang Lebar		
No	Keterangan	Data Percobaan
1	Tinggi Ambang	Cm
2	Lebar Ambang	Cm
3	Panjang Ambang	Cm
4	Suhu Awal	°C
5	Suhu Akhir	°C

Titik	Jarak	Kedalaman (cm)
1		
2		
3		
4		
...		
dst		

*Tabel ini dibuat sebanyak jumlah variasi debit

No	Q (m³/s)	Y _s (m)	A (m²)	V (m/s)	Fr	Es : (m)
1						
2						
3						

*Tabel ini dibuat sebanyak jumlah variasi debit

Variasi	Qaktual (m³/s)	Cd	Qteoritis (m³/s)
1			
2			
3			

$$Cd = \frac{Q_{aktual}}{1,705} \cdot B \cdot h^{1,5}$$

$$Es = \frac{Q}{A} = \frac{Q_{aktual}}{A}$$

$$y = 0,81 \text{ m/s}^2$$

$$h' = h_a - \text{hambang}$$

$$Q_{teor} = B \cdot h' \cdot v$$

FORMULIR PENGAMATAN

Modul 6 : ALIRAN DI ATAS AMBANG TAJAM

Praktikan : Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil - ITERA

Kelompok :

Lembar - 1/2

No.	Nama	NIM	Paraf	Tanggal Praktikum
				Asisten : (.....)
Tanggal terakhir pemasukan laporan :				

Data Alat Percobaan Ambang Lebar		
No	Keterangan	Data Percobaan
1	Tinggi Ambang	Cm
2	Lebar Ambang	Cm
3	Panjang Ambang	Cm
4	Suhu Awal	°C
5	Suhu Akhir	°C

Variasi	Waktu (detik)			Waktu Rerata (detik)	Ketinggian Muka Air (cm)				
	1	2	3		y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	y ₅
1									
2									
3									

No	Q (m³/s)	Y (m)	A (m²)	V (m/s)	Fr	Es (m)
1						
2						
3						

*Tabel ini dibuat sebanyak jumlah variasi debit

Variasi	h (m)	Qaktual (m³/s)	Cd	Qteoritis (m³/s)
1				
2				
3				

Ambang tajam

$$Cd = \frac{Q_{aktual}}{2/3 \cdot 2g \cdot B \cdot h^{3/2}}$$

Qteor sama

MODUL 7. PINTU SORONG DAN AIR LONCAT

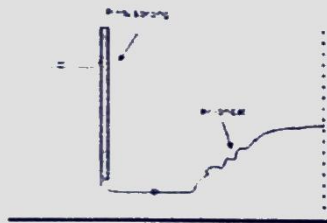
7.1 Pendahuluan

7.1.1 Latar Belakang

Pintu sorong adalah sekat yang dapat diatur bukaannya. Pada bangunan air, aplikasi pintu sorong adalah pintu pembilas. Fungsinya yaitu mencegah sedimen layang masuk ke dalam pintu pengambilan (*intake*) dan membilas sedimen yang menghalangi aliran.

Aliran setelah pintu sorong mengalami perubahan kondisi dari subkritis ke superkritis. Di lokasi yang lebih hilir terjadi peristiwa yang disebut air loncat/lompatan hidraulik (*hydraulic jump*). Air loncat memiliki sifat aliran yang menggerus. Adanya pintu sorong mengakibatkan kemungkinan terjadinya gerusan pada saluran di hilir pintu sorong. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan untuk desain saluran pada hilir saluran agar tahan terhadap gerusan air akibat adanya pintu sorong.

Secara fisik profil aliran pada pintu sorong dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 7.1 Profil Aliran pada Pintu Sorong dan Air Loncat

7.1.2 Tujuan

Tujuan percobaan ini adalah

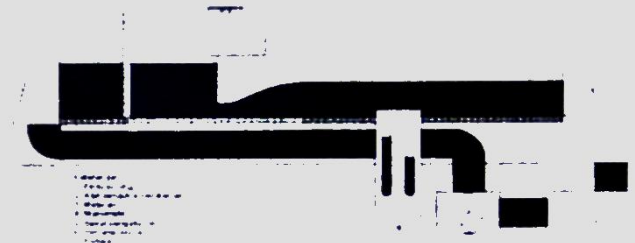
1. Mempelajari sifat aliran yang melalui pintu sorong

2. Menentukan koefisien kecepatan dan koefisien kontraksi
3. Menentukan gaya-gaya yang bekerja pada pintu sorong F_g dan F_b
4. Mengamati profil aliran air loncat
5. Menghitung besarnya kehilangan energi akibat air loncat
6. Menghitung kedalaman kritis dan energi minimum

7.2 Alat-Alat Praktikum

Alat-alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah sebagai berikut

1. Pintu sorong
2. Pompa
3. Alat pengukur kedalaman
4. Meteran
5. Manometer
6. Sekat pengatur hilir
7. Penampung air



Gambar 7.2 Saluran Terbuka untuk Percobaan Pintu Sorong

7.3 Landasan Teori

Pintu sorong yang akan digunakan dalam percobaan ini adalah pintu air gesek tegak dengan tipe aliran bawah. Pada rancangan pintu sorong jenis ini, hal yang menjadi perhatian utama adalah hubungan antara debit dengan distribusi tekanan pada pintu dan bentuk pinggiran pintu. Namun karena rancangan pinggiran pintu air sangat bervariasi, maka fokus dari modul ini lebih kepada

hubungan debit dan distribusi tekanan (seperti disebutkan dalam tujuan praktikum).

7.3.1 Debit Aliran (Q) Berdasarkan Venturimeter

Dalam praktikum, pengukuran debit digunakan dengan venturimeter. Dengan menerapkan prinsip kekekalan energi, impuls-momentum, dan kontinuitas (kekekalan massa), serta dengan asumsi terjadi kehilangan energi, dapat diterapkan Persamaan Bernoulli untuk menghitung besar debit berdasarkan tinggi muka air sebelum dan pada kontraksi.

Besarnya debit (Q) dapat diperoleh dengan rumus:

$$Q = \frac{(p_1 - p_2) \cdot (1/4\pi d_2^2)^2 \cdot 2g\Delta h}{\left[\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^4 - 1\right] \rho a} \quad (7.1)$$

dimana:

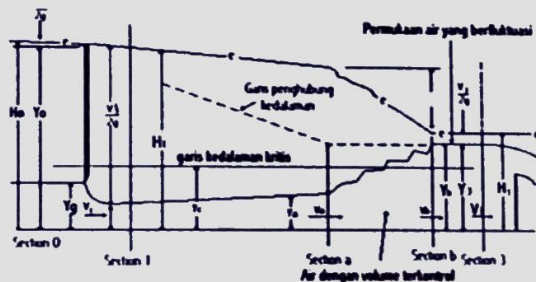
$$d_1 = 3,15 \text{ cm}$$

$$d_2 = 2,00 \text{ cm}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\rho_{\text{air}} = 1,00 \text{ gr/cm}^3 \text{ pada suhu } 0^\circ\text{C}$$

$$\rho_{\text{Hg}} = 13,60 \text{ gr/cm}^3$$



Gambar 7.3 Profil Aliran pada Pintu Sorong

Besarnya debit teoretis adalah

$$Q_r = bY_1 \sqrt{\frac{2gY_0}{\left(1 + \frac{Y_1}{Y_0}\right)}} \quad (7.2)$$

Dengan memasukkan harga koefisien kecepatan (C_v) dan koefisien kontraksi (C_c) ke dalam persamaan (7.2) maka dapat diperoleh Debit Aktual (Q_A)

$$C_c = \frac{Y_1}{Y_g} \text{ dan } C_v = \frac{Q_A}{Q_r}$$

$$Q_A = bC_c \cdot C_v \cdot Y_g \sqrt{\frac{2gY_0}{\left(\frac{C_c Y_g}{Y_0} + 1\right)}} \quad (7.3)$$

dimana:

$$g = \text{percepatan gravitasi} = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

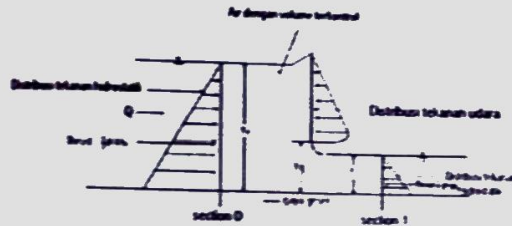
$$b = \text{lebar saluran} = 8 \text{ cm}$$

$$Y_0, Y_1, \text{ dan } Y_g \text{ (lihat gambar 7.5)}$$

7.3.2 Gaya Yang Bekerja Pada Pintu Sorong

Faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam desain pintu air adalah gaya yang bekerja, alat pengangkat (mesin atau manusia), sekat kedap air, dan bahan bangunan. Gaya yang berpengaruh adalah gaya akibat tekanan air horizontal bekerja pada plat pintu dan diteruskan ke sponning.

Tekanan yang bekerja pada permukaan pintu dapat dianalisis dengan pengukuran langsung pada model. Tekanan normal pada permukaan pintu dapat dinyatakan oleh komponen horisontal FH. Letak dan besarnya gaya-gaya pada pintu dapat ditentukan secara grafis, dengan menggunakan diagram distribusi. Cara yang lebih sederhana dalam menentukan besarnya tekanan adalah dengan menganggap bahwa tekanan horisontal pada permukaan pintu terdistribusi secara hidrostatik.



Gambar 7.4 Distribusi Gaya yang Bekerja pada Pintu

Gaya dorong yang bekerja pada pintu sorong akibat tekanan hidrostatik dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$F_h = 0.5 \rho g (Y_o - Y_a)^2 \quad (7.4)$$

$$h = Y_o - Y_a$$

Sedangkan gaya dorong lainnya yang bekerja pada pintu sorong dapat dihitung dengan rumus:

$$F_g = \left[0.5 \rho g Y_1^2 \left(\frac{Y_2^2}{Y_1^2} - 1 \right) \right] + \left[\frac{\rho Q^2}{b Y_1} \left(1 - \frac{Y_1}{Y_o} \right) \right] \quad (7.5)$$

dimana:

g = Percepatan gravitasi = 9.81 m/s^2

b = Lebar saluran = 8 cm

Y_o , Y_1 , dan Y_2 (lihat gambar 7.6)

7.3.3 Air Loncat

Aliran pada pintu sorong adalah aliran tak tunak yang berubah tiba-tiba sehingga muncul perubahan tinggi muka air dan subkritis menjadi superkritis. Aliran yang keluar dari pintu biasanya mempunyai semburan kecepatan tinggi yang dapat mengikis dasar saluran ke arah hilir. Peristiwa ini disebut air loncat dan sering terjadi pada saluran di hilir kolam pembilas atau di kaki pelimpah.

Bilangan Froude adalah bilangan tak berdimensi yang merupakan indeks rasio antara massa terhadap gaya akibat gravitasi.

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g y}} \quad (7.6)$$

Kedalaman di hulu (Y_a) dan kedalaman di hilir (Y_b) air loncat mempunyai hubungan sebagai berikut:

$$\frac{Y_b}{Y_a} = \frac{1}{2} \left[\sqrt{(1 + 8 \cdot Fr_a^2)} - 1 \right] \quad (7.7)$$

Energi yang hilang akibat air loncatan dapat menggunakan rumus:

$$\Delta h = \frac{(Y_b - Y_a)^3}{4 \cdot Y_a \cdot Y_b} \quad (7.8)$$

Energi spesifik dalam suatu penampang saluran dinyatakan sebagai energi air per satuan berat pada setiap penampang saluran, diperhitungkan terhadap dasar saluran. Untuk saluran dengan kemiringan kecil dan tidak ada kemiringan dalam aliran airnya ($a=1$), maka energi spesifik dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = y + \frac{v^2}{2g} \quad (7.9)$$

dimana:

E = Energi spesifik pada titik tinjauan (m)

y = Kedalaman air di titik yang ditinjau (m)

V = Kecepatan air di titik yang ditinjau (m/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

Untuk energi spesifik tertentu terdapat dua kemungkinan kedalaman, misalnya Y_a dan Y_b . Kedalaman hilir disebut alternate depth dan kedalaman hulu dan begitu juga sebaliknya. Pada keadaan kritis kedua kedalaman tersebut seolah menyatu dan dikenal sebagai kedalaman kritis (Y_c). Rumus untuk menghitung kedalaman kritis (Y_c) dan energi minimum (E_{minimum}) adalah sebagai berikut:

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{2 g b^2}} \quad (7.10)$$

$$E_{\text{minimum}} = \frac{3}{2} Y_c \quad (7.11)$$

7.4 Prosedur Kerja

Percobaan pada modul ini dibagi dalam 2 tahapan, yaitu percobaan dengan debit tetap dan percobaan dengan bukaan pintu yang tetap. Prosedurnya adalah sebagai berikut.

7.4.1 Percobaan dengan Debit Tetap

1. Pintu sorong dan flume dikalibrasikan dahulu pada titik nol terhadap dasar saluran.
 2. Jika menggunakan alat pengukur kedalaman selain penggaris (mistar), alat tersebut perlu dikalibrasikan terlebih dahulu. Jika menggunakan penggaris, gunakan penggaris yang sama untuk setiap percobaan.
 3. Periksa keadaan awal pipa manometer pada venturimeter. Jika terdapat selisih ketinggian pada kedua pipa, catat selisihnya, dan gunakan sebagai kalibrasi dalam perhitungan debit menggunakan venturimeter.
 4. Alirkan air dengan debit tertentu yang memungkinkan terjadinya jenis aliran yang diinginkan.
 5. Atur kedudukan pintu sorong. Tentukan kira-kira pada interval berapa profil air loncat masih cukup baik.
 6. Setelah aliran stabil, ukur dan catat Y_o , Y_g , Y_1 , Y_a , X_a , Y_b dan X_b dimana:
 - a. Y_o = tinggi muka air di hulu pintu sorong
 - b. Y_g = tinggi bukaan pintu sorong terhadap dasar saluran
 - c. Y_1 = tinggi muka air terendah di hilir pintu sorong
 - d. Y_2 = tinggi muka air tertinggi di hilir pintu sorong
 - e. Y_a = tinggi muka air tepat sebelum air loncat
 - f. Y_b = tinggi muka air tepat setelah air loncat
 - g. X_a = kedudukan horizontal titik Y_a dan titik nol saluran
 - h. X_b = kedudukan horizontal titik Y_b dan titik nol saluran
- Parameter di atas dicatat pada formulir pengamatan Percobaan A Debit Tetap, Y_g Berubah
7. Percobaan dilakukan 3 kali dengan mengubah tinggi bukaan pintu sorong.

7.4.2 Percobaan dengan Debit Berubah

1. Tentukan dan catat kedudukan pintu sorong terhadap dasar saluran (Y_g tetap).
2. Periksa keadaan awal pipa manometer pada venturimeter. Jika terdapat selisih ketinggian pada kedua pipa, catat selisihnya, dan gunakan sebagai kalibrasi dalam setiap perhitungan debit menggunakan venturimeter.

3. Alirkan air dengan debit minimum yang memungkinkan terjadinya aliran yang diinginkan.
4. Setelah aliran stabil, ukur dan catat Y_o , Y_g , Y_b , Y_a , X_a , Y_b dan X_b pada formulir pengamatan Percobaan B: Debit Berubah, Y_g Tetap.
5. Percobaan dilakukan 3 kali dengan mengubah debit aliran.

7.5 Prosedur Perhitungan

7.5.1 Pintu Sorong

Perhitungan yang dilakukan dalam menganalisis pintu sorong yang harus dilakukan praktikan, yaitu:

1. Hitung besarnya debit yang mengalir (Q) dengan menggunakan rumus debit dari hasil pengukuran pada meja hidraulik.
2. Hitung koefisien kontraksi (C_c).
3. Hitung koefisien kecepatan (C_v).
4. Hitung F_g dan F_h .

Grafik pintu sorong yang dibuat yaitu:

1. C_c vs Y_g/Y_o
2. C_v vs Y_g/Y_o
3. C_v vs F_h
4. F_g/F_h vs Y_g/Y_o

7.5.2 Air Loncat

Perhitungan yang dilakukan dalam menganalisis air loncat yang harus dilakukan praktikan, yaitu:

1. Hitung besarnya debit yang mengalir (Q) dengan menggunakan rumus debit dan hasil pengukuran meja hidraulik.
2. Hitung Bilangan Froude sebelum air loncat (Fr_a).
3. Hitung bilangan Y_b/Y_a menurut teori.
4. Hitung kehilangan energi (Δh).
5. Hitung kedalaman kritis dan energi khas ($E_{minimum}$).

Grafik air loncat yang dibuat yaitu:

1. $(y_b/y_a)_{teori}$ vs $(y_b/y_a)_{percobaan}$
2. (y_b/y_a) vs Fr_a
3. Δh vs Fr_a

4. Y_c vs E_{min}

(keterangan: sumbu y vs sumbu x)

7.6 Kesimpulan

Buatlah kesimpulan yang mengacu pada tujuan praktikum dan saran untuk perbaikan di masa mendatang

7.7 Daftar Pustaka

Streeter, Victor L., and Wylie, Benjamin E. 1975 *Fluid Mechanics*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.

FORMULIR PENGAMATAN

Modul 7 : PINTU SORONG DAN AIR LONCAT

Praktikan : Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil - ITERA

Kelompok :

Lembar - 1/1

No.	Nama	NIM	Paraf	Tanggal Praktikum
				Asisten
				(.....)
Tanggal terakhir pemasukan laporan				:

Data Alat:

Lebar Saluran = (..... cm)

Data Pengamatan:

Percobaan A. Debit Tetap, Y_g berubah

Bacaan Manometer

H_1 = (..... cm)

A_h = (..... cm)

Percobaan B. Debit Berubah, Y_g Tetap

Y_g = (..... cm)

Percobaan A: Debit Tetap, Y_g berubah

No	Praktikum Pintu Sorong (cm)			Praktikum Air Loncat (cm)			
	Y_g	Y_0	Y_1	X_a	Y_a	X_b	Y_b
1							
2							
3							

Percobaan B: Debit Berubah, Y_g Tetap

No	Bacaan Manometer			Praktikum Pintu Sorong (cm)			Praktikum Air Loncat (cm)			
	H_1 (cm)	H_2 (cm)	A_h (cm)	Y_2	Y_0	Y_1	X_a	Y_a	X_b	Y_b
1										
2										
3										

MODUL 8. *Kan Tuoi*

ALIRAN MELALUI VENTURIFLUME

8.1 Pendahuluan

8.1.1 Latar Belakang

Debit dan kecepatan aliran penting untuk diketahui besarnya dalam melakukan penelitian fluida. Untuk itu, digunakan alat untuk mengukur debit cairan, salah satunya adalah menggunakan prinsip-prinsip Bernoulli dan kontinuitas pada pipa tertutup yang diaplikasikan melalui alat bernama venturimeter. Dengan demikian, venturimeter adalah alat untuk mengukur debit cairan yang melalui pipa tertutup. Melalui pengamatan pada venturimeter, dapat dibuktikan pula persamaan Bernoulli dan kontinuitas.



Gambar 8.1 Alat Venturimeter

8.1.2 Tujuan

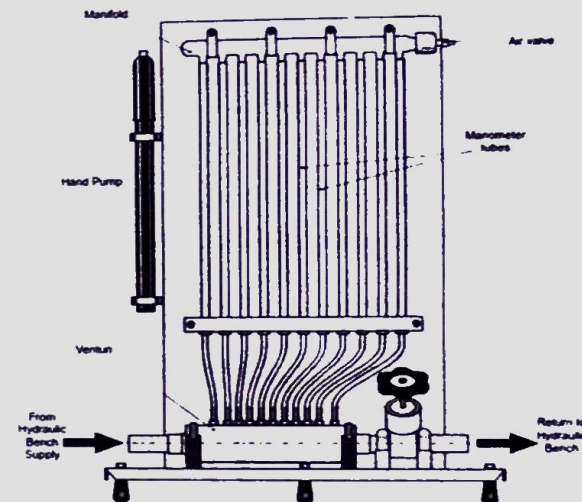
Tujuan percobaan ini adalah:

1. Menunjukkan pengaruh perubahan penampang terhadap tinggi garis hidrolik pada masing-masing manometer.
2. Menentukan koefisien pengaliran pada alat venturimeter yang digunakan.

8.2 Alat-Alat Percobaan

Alat-alat yang digunakan untuk mengerjakan percobaan adalah sebagai berikut.

1. Alat venturimeter
2. Stopwatch
3. Bangku Hidraulik
4. Beban *counterweight* pada bangku hidrolik



Gambar 8.2 Venturimeter

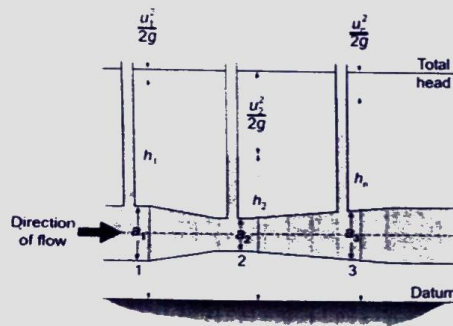
8.3 Landasan Teori

Venturiflume adalah sebuah alat yang memberikan penyempitan secara tiba-tiba pada suatu saluran sehingga menyebabkan terjadinya aliran kritis pada saluran terbuka dan menciptakan kedalaman kritis (Y_c). Venturiflume merupakan salah satu alat yang berfungsi sebagai pengukur debit pada saluran terbuka. Prinsip dasar pengukuran debit oleh venturiflume adalah venturiflume memberikan efek gabungan kontraksi dan kecepatan terminal sekaligus.

dengan kehilangan tekanan yang lebih kecil tersebut dapat diukur dan dapat mewakili debit yang melaluinya.

Venturimeter menggunakan prinsip Bernoulli dan kontinuitas dengan mengandalkan perbedaan luas penampang yang dapat mengakibatkan perbedaan kecepatan. Perbedaan luas penampang dari diameter yang lebih besar menjadi lebih kecil kemudian membesar lagi dilakukan seperlahan atau seideal mungkin untuk menghindari terjadinya kehilangan tinggi tekan akibat ekspansi atau kontraksi tiba-tiba. Jika dipasang *piezometer* pada bagian-bagian penampang yang berbeda-beda, akan terlihat perbedaan ketinggian sebagai wujud dari perbedaan tekanan air yang melewati penampang. Penerapan teori dalam percobaan ini adalah sebagai berikut:

Untuk meninjau penampang a_1 dan a_2 :



Gambar 8.3 Kondisi Ideal Venturimeter

Penampang pada bagian upstream akan dinamakan a_1 , pada leher disebut a_2 , dan pada bagian selanjutnya (bagian ke- n) disebut a_n . Ketinggian atau *head* pada pembuluh *piezometer* akan disebut h_1 , h_2 , h_n . Dalam kasus ini diasumsikan tidak terjadi kehilangan energi sepanjang pipa, dan kecepatan serta *head* piezometrik (h) konstan sepanjang bidang tertentu. Berdasarkan Hukum Bernoulli (persamaan 3.1) dan hukum kontinuitas (persamaan 3.2), akan didapat persamaan untuk menghitung debit Q (pers 8.3) dengan koefisien pengaliran pada alat venturimeter adalah c . Nilai c berbeda-beda pada setiap alat venturimeter.

Persamaan Bernoulli:

$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} = Z_n + \frac{p_n}{\gamma} + \frac{V_n^2}{2g} \quad (8.1)$$

Persamaan Kontinuitas:

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \quad (8.2)$$

Hasil dari gabungan persamaan Bernoulli dan kontinuitas akan menghasilkan persamaan perhitungan debit pada venturimeter, sebagai berikut:

$$Q = C \cdot A_2 \sqrt{\frac{2g(h_1 - h_2)}{1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}} \quad (8.3)$$

8.4 Prosedur Kerja

Adapun prosedur kerja praktikum venturimeter, yaitu:

1. Pastikan bangku hidrolik dalam keadaan mati dan air pada bak kecil sudah dibuang.
2. Kalibrasikan tinggi *piezometer* sesuai dengan skalanya dengan cara menekan katup udara di atas *piezometer* perlahan-lahan sampai ketinggian setiap *piezometer* sama dan berada dalam skala pengamatan. Jika tinggi air di *piezometer* sudah lebih rendah dari skala pengamatan, nyalakan bangku hidrolik sebentar dan bukalah kran suplai air perlahan-lahan sampai air naik. Setelah air berada pada ketinggian yang tepat, matikan lagi bangku hidrolik.
3. Mulailah menyalakan bangku hidrolik, bukalah kran suplai air perlahan-lahan dan sedikit demi sedikit serta kran kontrol aliran seluruhnya sampai didapat debit yang dialirkan menghasilkan selisih ketinggian maksimum dari masing-masing *piezometer*nya tetapi di dalam skala pengamatan
4. Amatilah perbedaan ketinggian yang terjadi dan catatlah ketinggian air pada tiap *piezometer*. Kemudian, hitunglah perbedaan ketinggian *piezometer* h_1 dan h_2 , di mana h_1 = tinggi skala *piezometer* di titik A dan h_2 = tinggi skala *piezometer* di titik D seperti pada gambar.
5. Catat pembacaan tekanan dan alirannya. Ingatkan untuk mengubah aliran Anda menjadi aliran volume m^3 / s .

