MODUL
PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA
2018

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2018

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Air merupakan kebutuhan pokok semua makhluk hidup yang berada di bumi ini, bahkan menjadi barang yang mutlak dikonsumsi oleh manusia. Begitu strategisnya air memberikan kontribusinya bagi eksistensi manusia, maka manusia berlomba-lomba mengadakan berbagai upaya untuk mendapatkan, melindungi, dan melestarikan keberadaan air. Fungsi air bagi kehidupan terutama untuk kehidupan manusia sangat banyak dan luas cakupannya. Sumber air adalah salah satu komponen utama pada suatu sistem penyediaan air bersih. Di bumi 70% bagiannya terdiri atas air.

Banyak teknologi yang dibuat atau dibangun dalam rangka melancarkan manusia untuk mendapatkan air. Bendungan, saluran irigasi, saluran pipa bawah tanah, dan bermacam-macam peralatan hidrolika yang lain merupakan contoh-contoh penerapan teknologi. Untuk memahami berbagai hal di atas, diperlukan pengetahuan yang luas dengan disiplin keilmuan tersendiri. Disiplin ilmu tersebut mempelajari tentang perilaku fluida dan implikasinya bagi manusia. (Bambang Triatmodjo, 1993).

Dengan latar belakang itulah, maka kami mahasiswa teknik sipil semester II diberi tugas praktikum mata kuliah Hidrolika I yang dilaksanakan di Laboratorium Hidrolika Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta dibawah bimbingan dosen dan team asisten dosen.

Praktikum Mekanika fluida bagi mahasiswa Program Studi Teknik Sipil memiliki tujuan agar mahasiswa mendapatkan gambaran yang lebih jelas tentang Hidrolika secara langsung dan dapat melihat serta

mengambil perilaku fluida dan membandingkannya dengan teori-teori yang telah diajarkan dalam kegiatan perkuliahan.

Dasar teori ini dapat dikembangkan dalam pengamatan dengan menggunakan model. Dalam hal ini, diharapkan dapat mengambil manfaat dalam melakukan praktikum, yaitu dengan memperhitungkan metode-metode praktikum serta gejala-gejala dan perilaku fluida yang terjadi. Penyelidikan hidrolika dapat digunakan untuk mengadakan pendekatan antara hasil perhitungan dengan kemungkinan yang terjadi. Di samping itu juga digunakan untuk memberikan visualisasi semua analisa yang telah dikembangkan peralatan untuk penyelidikan perilaku fluida yang didapat dari teori-teori yang telah ada. Perilaku fluida tersebut digunakan untuk menentukan gaya pancaran air, kekentalan fluida, energi pada fluida, aliran dalam pipa, aliran pada saluran terbuka dan aliran melalui bendung.

1.2 Tujuan Praktikum

Secara garis besar, tujuan dilaksanakan Praktikum Mekanika Fluida ini adalah sebagai berikut.

1. Mahasiswa dapat menganalisis debit serta gaya pancaran dan statis momen berdasarkan hasil percobaan pada masing-masing beban.
2. Mahasiswa dapat memahami mengenai kekentalan serta rapat massa pada fluida.
3. Mahasiswa dapat memahami persamaan *Bernoulli* dengan menyelidiki validitas pada aliran permanen.
4. Mahasiswa dapat memahami ciri-ciri, sifat, serta parameter-parameter penting yang didapat pada pengaliran melalui saluran terbuka dan saluran dalam pipa.

1.3 Kegiatan Praktikum

Kegiatan praktikum yang dilakukan di Laboratorium Hidrolika Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta adalah sebagai berikut.

1. *Jet Impact.*

2. Kekentalan Fluida (*Viscositas*)

3. Energi pada Fluida (Demonstrasi Persamaan Bernoulli)

4. Aliran dalam Pipa.

BAB 2

JET IMPACT

2.1 Tujuan

Tujuan dari praktikum *Jet Impact* adalah sebagai berikut :

1. Mencari waktu dari setiap beban 5 gram, 10 gram, 15 gram berdasarkan volume yang ditentukan.
2. Menghitung besarnya debit dari masing-masing beban (5 gram, 10 gram, 15 gram) berdasarkan volume yang ditentukan.
3. Menghitung besarnya gaya pancaran berdasarkan hasil percobaan dan statis momen pada masing-masing beban (5 gram, 10 gram, 15 gram).
4. Menghitung faktor korelasi dari masing-masing beban (5 gram, 10 gram, 15 gram).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 *Jet Impact*

Perubahan aliran partikel fluida dapat menyebabkan terjadinya gaya yang sebanding dengan laju perubahan momentum.

Menurut Bambang Triatmojo (1993) rumus yang berlaku untuk praktikum *Jet Impact* adalah sebagai berikut:

1. Momentum $= \rho \times Q \times v$ ..... (2.1)

2. Gaya (F) $= \rho \times Q \times dv$ ..... (2.2)

Dengan:

ρ = rapat massa (kg/m^3)

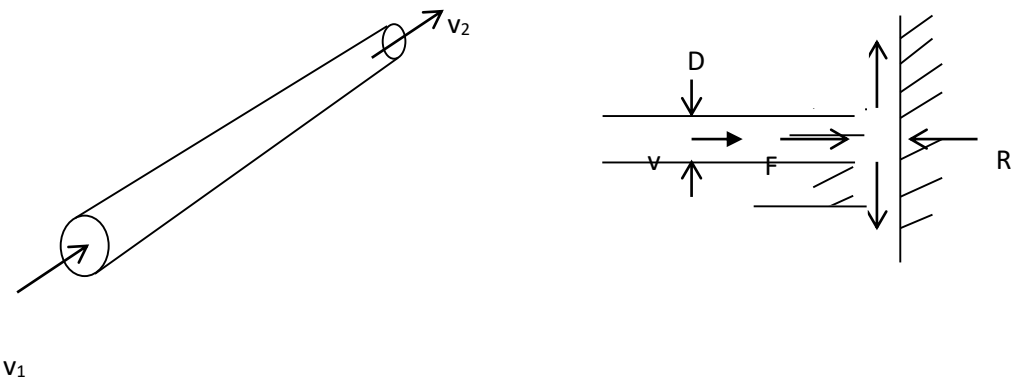
Q = debit (m^3/s)

v = kecepatan (m/s)

dv = percepatan (m/s^2)

Apabila ditinjau tabung pipa yang terdiri dari sejumlah tabung aliran yang dibatasi oleh tampang 1 dan 2, maka gaya yang terjadi pada fluida di dalam tabung yaitu:

$F = \rho \times Q \times (v_2 - v_1)$ .....(2.3)



Gambar 2.1 Arah Aliran

Keterangan:

F = gaya pancaran (kg m/s)

ρ = rapat massa fluida (kg/m^3)

Q = debit aliran fluida (m^3/s)

v = kecepatan aliran (m/s)

v_2 = kecepatan aliran di pipa 1 (m/s)

v_1 = kecepatan aliran di pipa 2 (m/s)

R = gaya reaksi plat terhadap *impact* pancaran fluida (kg m/s)

A = luas penampang pipa (m^2)

Menurut Bambang Triatmojo (1993), gaya reaksi yang diberikan oleh plat terhadap *impact* pancaran fluida adalah sebagai berikut:

$R = - F = - \rho \times Q \times (v_2 - v_1)$ .....(2.4)

Apabila persamaan kontinuitas aliran fluida adalah sebagai berikut:

$Q = A \times v$ .....(2.5)

dan jika $v_2 = 0$, maka gaya reaksi yang diberikan oleh plat adalah sebagai berikut:

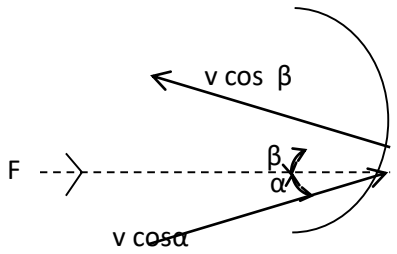
$R = - F = - \rho \times Q \times (v_2 - v_1)$

$= - \rho \times A \times v \times (-v_1)$

$= \rho \times A \times v_1^2$ .....(2.6)

Rumus di atas berlaku untuk plat datar tetap.

Rumus gaya reaksi untuk plat lengkung tetap dipengaruhi oleh sudut kelengkungan, yaitu sudut masuk dan sudut keluar dari plat lengkung, yaitu *α* dan *β* terhadap garis sejajar arah aliran atau sumbu *x*.



Gambar 2.2 Sudut Pancaran pada Plat Lengkung

Dimana: α = sudut masuk

β = sudut keluar

Menurut Bambang Triatmojo (1993), komponen kecepatan pancaran masuk terhadap sumbu x adalah sebagai berikut:

$v_1 = v \cos \alpha$ ..... (2.7)

Komponen kecepatan pancaran keluar terhadap sumbu x adalah sebagai berikut:

$v_1 = v \cos \beta$ ..... (2.8)

Maka, gaya yang ditimbulkan oleh zat cair pada plat lengkung adalah sebagai berikut:

$R = - F \quad = - \rho \times A \times v \times (-v \cos \alpha - v \cos \beta)$

$= \rho \times A \times v \times (v \cos \alpha + v \cos \beta)$ ..... (2.9)

Apabila $\alpha = \beta = 0$, maka:

$R \quad = \rho \times A \times v \, (v \cos 0° + v \cos 0°)$

$= \rho \times A \times v \times (v + v)$

$= \rho \times A \times v \times 2v$

$R \quad = 2 \times \rho \times A \times v^2$ ..... (2.10)

Dimana:

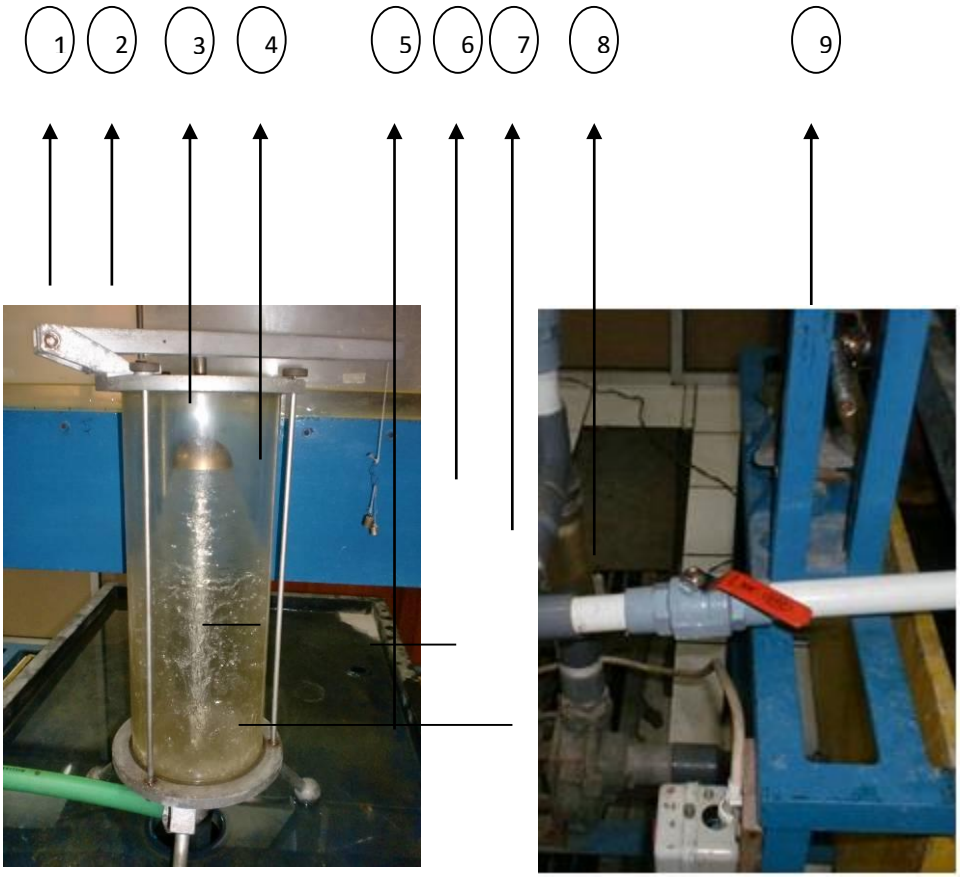
R = gaya pancaran (N)

A = luas tampang pancaran (m^2)

v = kecepatan air (m/s)

ρ = massa jenis (kg/m^3)

Hal ini menunjukkan bahwa gaya yeng terjadi pada plat lengkung dimana pancaran membentuk sudut 180º adalah dua kali besar gaya yang terjadi pada plat datar. Dengan kata lain, plat lengkung mempunyai efektivitas yang lebih tinggi dalam menangkap tenaga pancaran dibandingkan dengan plat datar.



Gambar 2.3 Piranti *Jet Impact*

Keterangan :

1. Engsel
2. Beban Merata Lengan (1,053 kg/m)
3. Plat Lengkung (P = 153,05 gr)
4. Curat (D = 0,01 m^2)
5. Kaki Penyangga
6. Beban (W = 5 gr, 10 gr, 15 gr)
7. Tabung Kaca
8. *Inlet*
9. Pipa

Menurut Timoshenko & Gere (1997), gaya pancaran air berdasarkan statis momen adalah sebagai berikut:

$$FL_2 = W(L_1 + L_2) + \frac{1}{2}q(L_1 + L_2)^2 + PL_2 \quad \text{.....(2.11)}$$

$$F = \frac{W(L_1 + L_2) + \frac{1}{2}q(L_1 + L_2)^2 + PL_2}{L_2} \quad \text{.....(2.12)}$$

Keterangan:

F = gaya pancaran air (N)

W = beban (kg)

P = plat lengkung (kg)

q = beban merata lengan (kg)

L_1 = panjang lengan 1 (m)

L_2 = panjang lengan 2 (m)

2.2.2 Aplikasi Praktikum pada Teknik Sipil

Jet Impact atau gaya pancar air sering diaplikasikan dalam pembuatan turbin air. Turbin air sering digunakan dalam PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air). Energi potensial yang dimiliki air menimbulkan gaya pancar yang digunakan untuk memutar turbin. Gerak putar turbin akan menghasilkan energi yang dapat diubah menjadi energi listrik yang kemudian didistribusikan untuk pemanfaatan dalam kehidupan sehari-hari.

Gambar 2.4 Turbin Air

Sumber: Hidayat, Claudia. *Laporan Praktikum Hidrolika*. 2015. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret: Surakarta

2.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam praktikum *Jet Impact* adalah sebagai berikut:

2.3.1 Alat

a. Piranti *Jet Impact*

b. *Hydraulic Bench*

c. Anak timbangan dengan beban 5 gram, 10 gram, dan 15 gram

d. *Stopwatch*

e. Ember

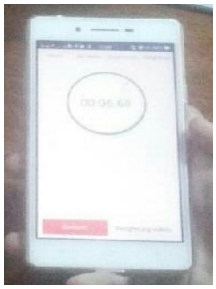
2.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah air.

2.3.3 Gambar Alat

Berikut adalah gambar alat yang digunakan dalam praktikum *Jet Impact*:

Gambar 2.5 *Jet Impact* dan *Hydraulic Bench*



Gambar 2.6 *Stopwatch*

Gambar 2.7 Anak Timbangan dengan Beban

Gambar 2.8 Ember

2.3.4 Gambar Bahan

Berikut adalah gambar bahan yang digunakan dalam praktikum *Jet Impact*:

Gambar 2.9 Air yang Digunakan

2.4 Prosedur Kerja

Langkah-langkah melakukan praktikum *Jet Impact* adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan piranti *Jet Impact* pada *Hydraulic Bench* sedemikian sehingga tidak goyah.

Gambar 2.10 Mempersiapkan Piranti *Jet Impact* pada *Hydraulic Bench*

2. Meletakkan beban/anak timbangan pada ujung lengan.

Gambar 2.11 Meletakkan Beban pada Ujung Lengan

3. Menghidupkan pompa air.

Gambar 2.12 Menghidupkan Pompa Air

5. Mengatur pancaran air yang menghantam plat lengkung dengan memutar keran pengatur secara perlahan-pelan sampai lengan/batang logam pada piranti *Jet Impact* benar-benar dalam keadaan sejajar.

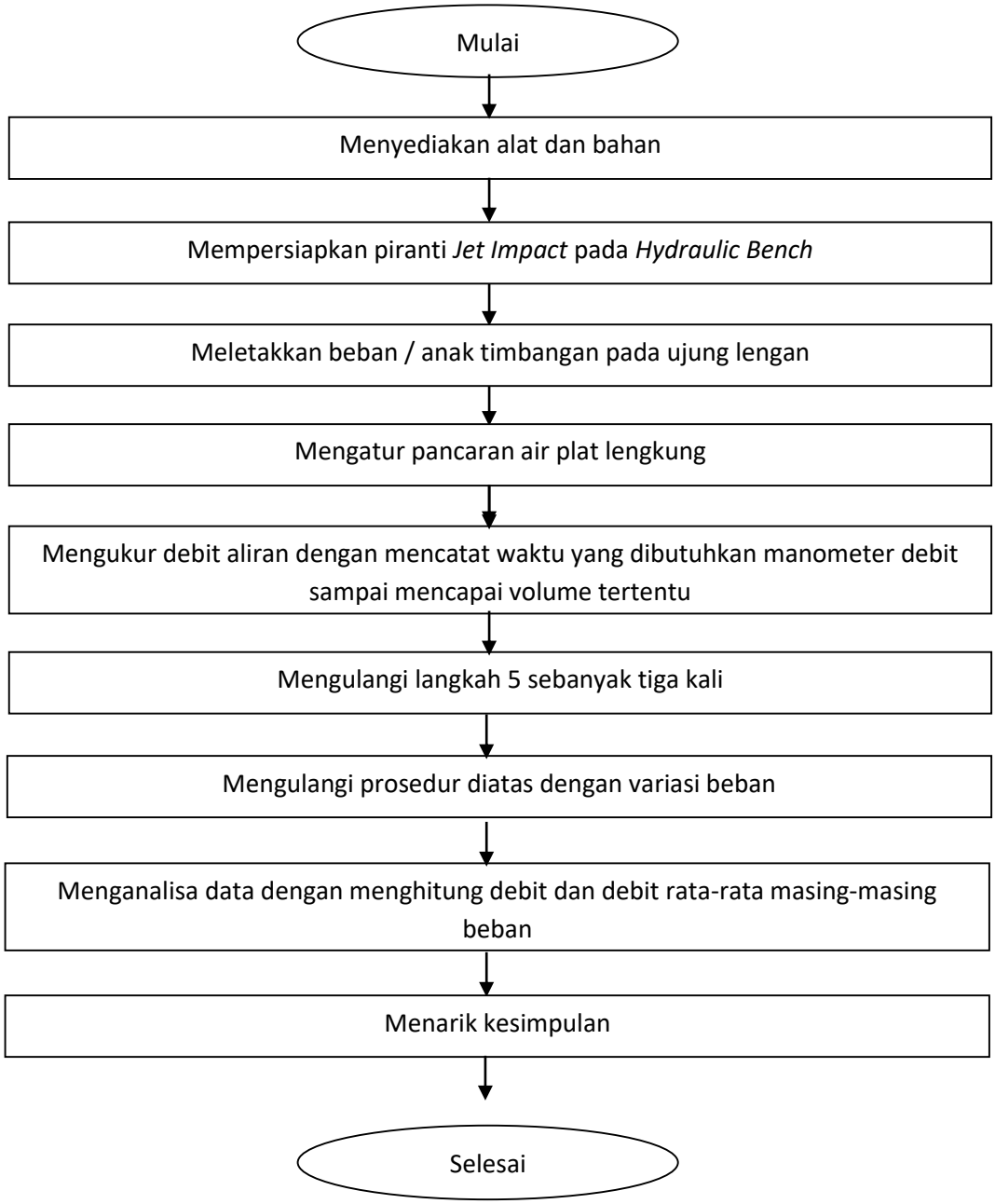
Gambar 2.13 Mengatur Pancaran Air sehingga Lengan Menjadi Sejajar

6. Mengukur debit aliran dengan mencatat waktu yang dibutuhkan manometer debit sampai mencapai volume tertentu. Penghitungan waktu dilakukan tiga kali, kemudian menghitung rata-rata masing-masing debit.

Gambar 2.14 Mengukur Debit Aliran

7. Melakukan prosedur di atas dengan menggunakan beban yang bervariasi.

2.5 Diagram Alir



Gambar 2.15 Diagram Alir Praktikum *Jet Impact*

BAB 3

KEKENTALAN FLUIDA (VISKOSITAS)

3.1 Tujuan

Tujuan dari praktikum Kekentalan Fluida (Viskositas) adalah :

a. Menunjukkan rapat massa berbagai fluida.
b. Menentukan viskositas atau kekentalan berbagai fluida.

3.2 Dasar Teori

3.2.1 Rapat Massa Fluida

Rapat massa fluida didefinisikan sebagai berikut (Bambang Triatmojo, 1993) :

$$\rho = \frac{\text{Massa Fluida}}{\text{Volume Fluida}} = \frac{M}{L^3}\text{(kg/m3)} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.1)$$

Massa jenis fluida didefinisikan sebagai perbandingan antara rapat massa fluida tersebut dengan rapat massa air (Bambang Triatmojo, 1993) :

$$\mathrm{S} = \frac{\text{massa fluida tertentu}}{\text{massa air}} = \frac{\rho_f}{\rho_w} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.2)$$

dimana:

ρ = rapat massa fluida (kg/m^3)

v = kecepatan aliran (m/s)

ρ_f = rapat massa fluida (kg/m^3)

ρ_w = rapat massa air (kg/m^3)

Hydrometer adalah tabung dengan s < 1, sehingga tabung *hydrometer* tersebut akan mengapung di air, bahkan di fluida lain dengan rapat massa yang lebih rendah. Tabung diberi skala, sehingga panjang tabung yang masuk ke fluida dapat terukur dan secara langsung dapat menunjukkan rapat massa fluida tersebut. Apabila tidak diberi skala, maka pengukuran rapat massa dapat dilakukan dengan mencatat bagian *hydrometer* yang terendam, misal L_1. Hitung volume yang tenggelam, dan rapat massa dapat dihitung memakai rumus rapat massa fluida.

3.2.2 Viskositas Fluida

Menurut Bambang Triatmojo (1993), setiap fluida mempunyai viskositas atau kekentalan. Hal ini terbukti dengan diperlukannya tenaga untuk bergerak didalam fluida. Untuk menggerakkan sebatang pipa didalam air misalnya. Setiap fluida mempunyai kekentalan yang berbeda-beda. Kekentalan air berbeda dengan kekentalan minyak dan fluida lainnya. Temperatur juga berpengaruh terhadap kekentalan sebuah benda yang dijatuhkan kedalam fluida akan memperoleh kecepatan karena percepatan gravitasi bumi. Bila gaya yang disebabkan oleh gravitasi bumi dan gaya ditambah akibat viskositas sama, maka benda akan tetap bergerak (jatuh ke bawah) dengan kecepatan konstan. Gaya gravitasi pada benda, jika benda berupa bola bekel maka persamaannya yaitu:

$$\rho_S = \frac{m}{V} \quad \text{(3.3)}$$

dengan :

ρ_S = massa jenis bola bekel (kg/m^3)

m = massa bola bekel (kg)

V = volume bola bekel (m^3)

Sedangkan gaya apung ditetapkan sebesar(Bambang Triatmojo, 1993) :

$$\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3 \quad \text{(3.4)}$$

dimana :

ρ_w = rapat massa air (kg/m^3)

Gaya viskositas menurut *Stokes* adalah (Bambang Triatmojo, 1993) :

Fv $= 6.\pi.\mu.r.$v . . . . . (3.5)

dengan :

μ = kekentalan dinamik atau kekentalan absolut (kg/m dt)

v = kecepatan jatuh (m/dt)

jadi :

$$\rho_s \; g \; \tfrac{4}{3}\pi r^3 \; - \; \rho_w \; g \; \tfrac{4}{3}\pi r^3 - 6\,\pi\mu v = 0$$

atau

$$\mu = \frac{2}{9}.r^2.g.\frac{\rho_s - \rho_w}{v} \quad \text{(kg/m dt)} \quad \text{.....(3.6)}$$

Dengan demikian, dengan mengukur v, ρ_s, ρ_w, dan r, maka μ dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.6).

Rumus kekentalan kinematik adalah sebagai berikut :

$$\upsilon = \frac{\mu}{\rho f} \; (m^2/dt) \text{.....(3.7)}$$

Dengan :

υ = kekentalan dinamik (kg/m.dt)

μ = kekentalan kinematik (m^2/dt)

F = rapat massa fluida (1000kg/m^3).

3.3 Alat dan Bahan

Adapun alat bahan yang diperlukan dalam praktikum ini adalah sebagai berikut:

3.3.1 Alat

1. *Hydrometer*
2. Tabung panjang transparan
3. *Stopwatch*
4. *Falling Sphere Viscometer*, yang terdiri atas bola bekel dengan jari-jari 14,4mm dengan berat 15 gram.

3.3.2 Bahan

1. SAE 140
2. SAE 90
3. SAE 40
4. SAE 20

3.3.3 Gambar Alat

Berikut adalah gambar alat dari percobaan Viscositas (Kekentalan fluida):

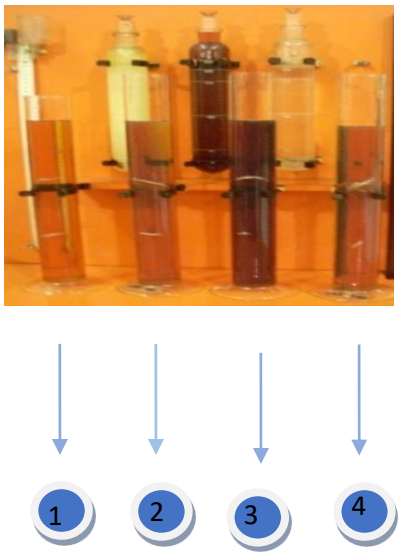
Gambar 3.2*Stopwatch*

Gambar 3.3 *Falling sphere Viscometer* yang Telah Diisi Bola Bekel

Gambar 3.4*Hidrometer* **Gambar 3.5** Tabung Panjang Transparan

3.3.4 Gambar Alat dan Bahan

Berikut ini adalah gambar bahan dari percobaan viscositas (kekentalan fluida) :



Gambar 3.6 Alat Uji Sifat-sifat Fluida

Keterangan :

1. SAE 140
2. SAE 90
3. SAE 40
4. SAE 20

3.4 Prosedur Percobaan

Adapun prosedur percobaan percobaan kekentalan fluida adalah sebagai berikut:

3.5.1 Percobaan Rapat Massa Fluida

1. Menyiapkan 4 buah tabung panjang transparan

Gambar 3.7 Menyiapkan 4 Buah Tabung Panjang Transparan

2. Memasukkan 4 contoh cairan yaitu SAE 140, SAE 90, oli samping eceran dan SAE 20.

Gambar 3.8 Mengisi Tabung dengan SAE 140, SAE 90, SAE 40, dan SAE 20

3. Mengukur rapat massa keempat fluida dengan *Hydrometer.*

Gambar 3.9 Mengukur Rapat massa Masing-masing Fluida

4. Mencatat hasil pengamatan ke dalam tabel dan menghitungnya dengan rumus.

3.4.2 Percobaan Viskositas Fluida

1. Mengisi 4 tabung panjang transparan dengan SAE 140, SAE 90, SAE 40, dan SAE 20.

Gambar 3.10 Mengisi Tabung dengan SAE 140, SAE 90, Oli Samping Eceran, dan SAE 20

2. Mengukur rapat massa keempat fluida dengan *Hydrometer.*

Gambar 3.11 Mengukur Rapat massa Masing-masing Fluida

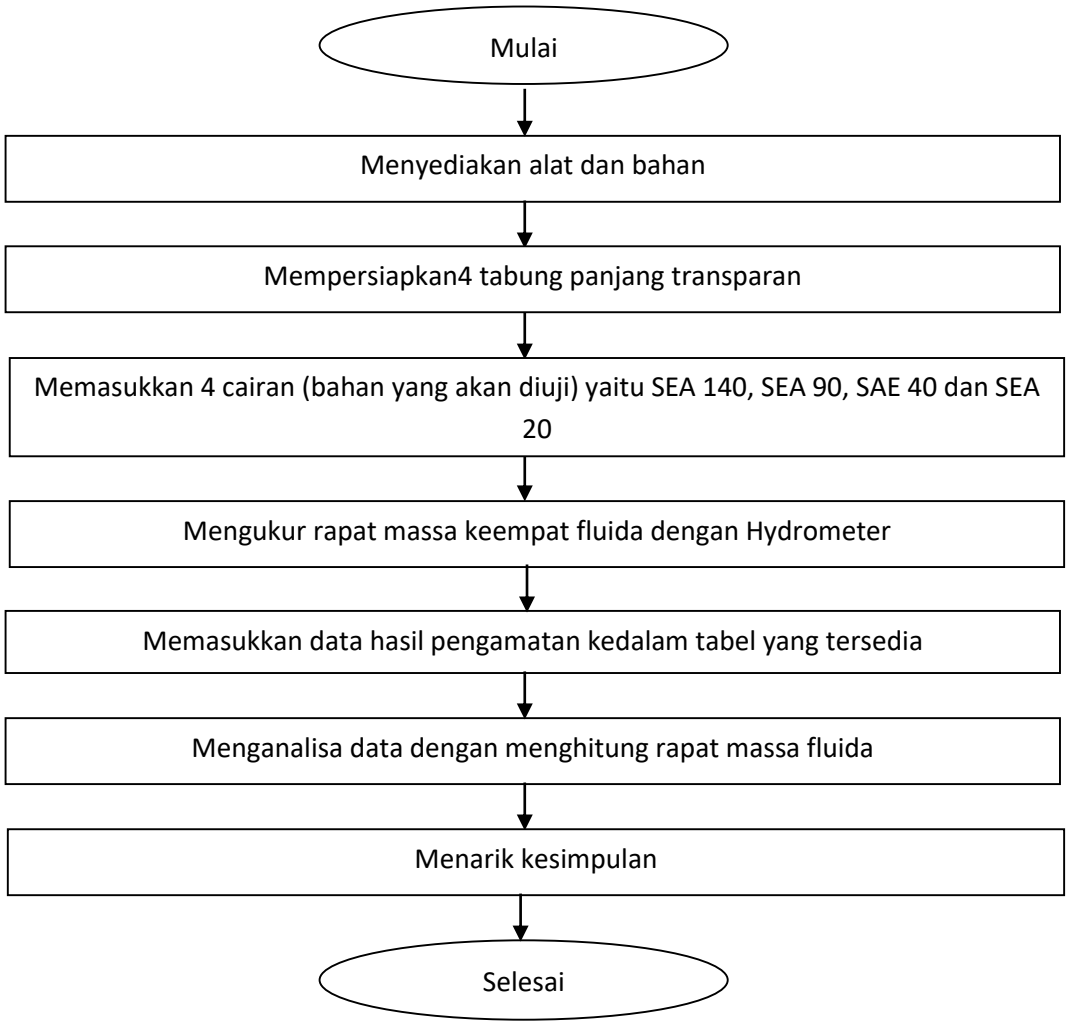
3. Memasukkan bola dengan jari-jari 0,0144 m pada salah satu cairan secara bergantin. Ukur kecepatan bola dalam cairan dari atas sampai menyentuh dasar tabung dengan bantuan *stopwatch*.

Gambar 3.12 Memasukkan Bola Bekel pada Salah Satu Cairan

4. Menghitung harga kekentalan pada masing-masing fluida dengan persamaan rumus (3.6).
5. Memasukkan hasil pengamatan dalam tabel.

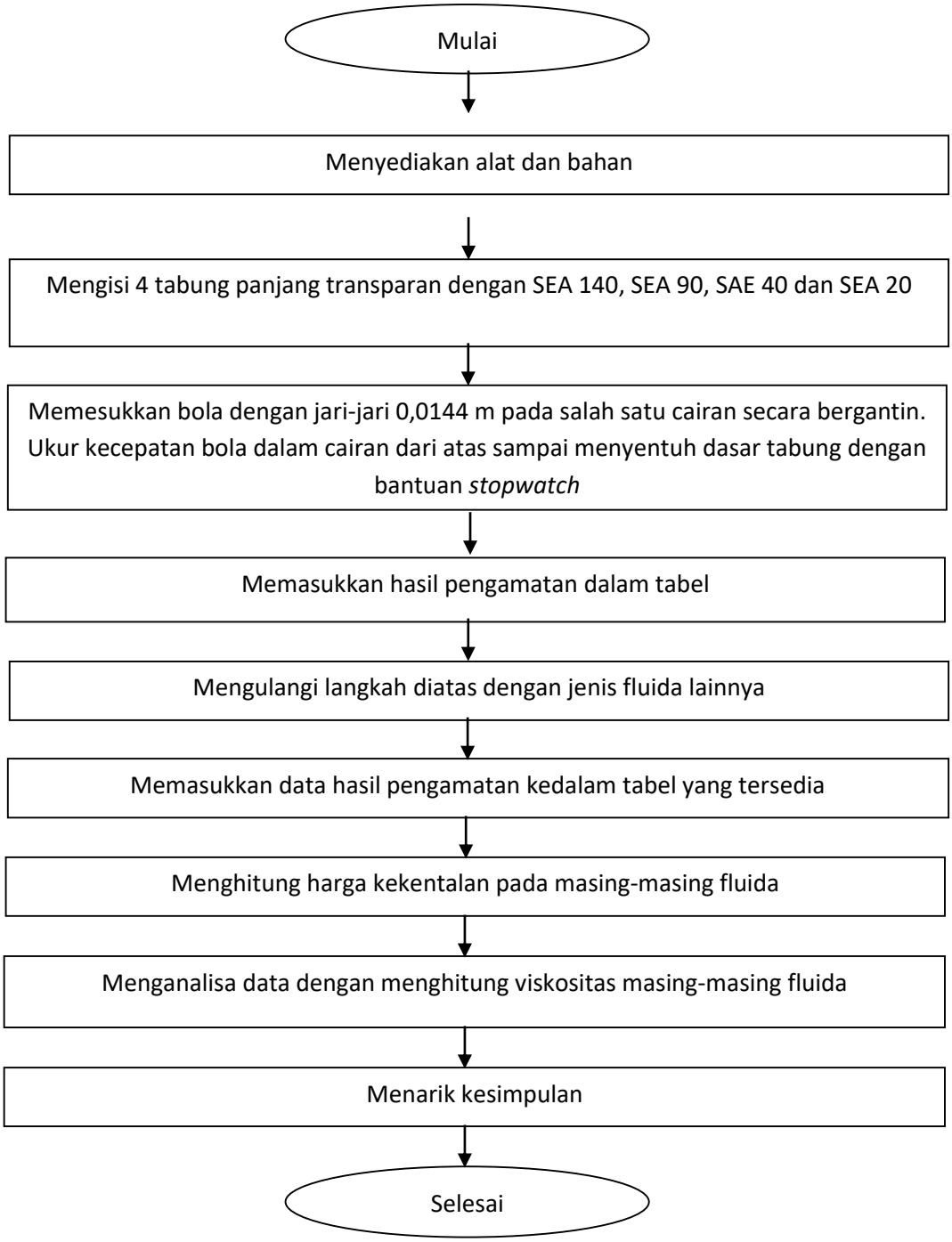
3.5 Diagram Alir

3.5.1 Rapat Massa Fluida



Gambar 3.13 Diagram Alir Praktikum Rapat Massa Fluida

3.5.2 Viskositas Fluida



Gambar 3.14 Diagram Alir Praktikum *Viscositas*

BAB 4

ENERGI PADA FLUIDA

(Demonstrasi Persamaan *Bernoulli*)

4.1 Tujuan

Tujuan dari praktikum Energi pada Fluida adalah menyelidiki validitas persamaan *Bernoulli* yang diaplikasikan pada aliran permanen melalui pipa konvergen-divergen (pipa venturi).

4.2 Dasar Teori

4.2.1 Energi pada fluida

Menurut Bambang Triatmojo (1993), persamaan *Bernoulli* merupakan salah satu persamaan penting dalam hidrodinamika. Persamaan tersebut adalah :

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^{\,2}}{2g} + Z_1 = \frac{P_2^{\,2}}{\gamma} + \frac{v_2^{\,2}}{2g} + Z_2 \quad \text{.....} \quad (4.1)$$

dengan :

P = tekanan hidrostatis (Pa)

v = kecepatan aliran (m/dt)

γ = berat jenis zat cair (harganya konstan untuk zat cair tertentu) (N/m^3)

g = percepatan gravitasi bumi (m/dt^2)

Z = elevasi dari titik referensi tertentu (m)

C = konstanta (menunjukkan jumlah tinggi tekanan)

Dari persamaan (4.1) dapat ditarik kesimpulan:

1. Jika kecepatan turun, maka tekanan naik.

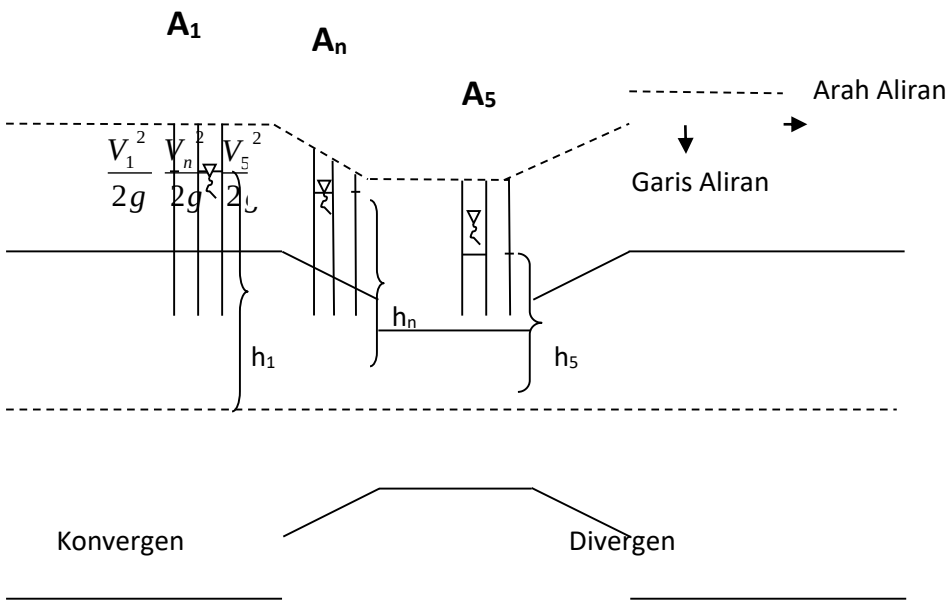
2. Tekanan merupakan fungsi tekanan, sehingga jumlah tinggi tekanan selalu konstan.

3. Jika tekanan (P) diketahui, maka percepatan dapat dihitung, atau dengan menerapkan persamaan *Bernoulli* seseorang dapat menghitung kecepatan dengan mengukur tekanan.

Luas tampang lintang dibagian hulu *A*, dibagian tengah A_5, dan pada tampang lintang ke-n adalah A_n .Tinggi tekanan $\left(P/\gamma\right)$ yang terjadi pada tabung-tabung *piezometer* untuk masing-masing tampang venturi tersebut didefinisikan sebagai h_1, h_5, dan h_n. Dengan menganggap tidak terjadi kehilangan energi sepanjang pipa, jumlah tinggi kecepatan, dan tinggi tekanan adalah konstan untuk masing-masing tampang lintang tersebut, maka persamaaan *Bernoulli* pada keadaan tersebut menjadi:

$$\frac{v_1^{\,2}}{2g} + h_1 = \frac{v_n^{\,2}}{2g} + h \quad \text{.....(4.2)}$$

dengan v_1, v_5, dan v_n adalah kecepatan aliran melalui tampang 1, 5,dan n.



Gambar 4.1 Keadaan Ideal pada Venturimeter

Menurut Bambang Triatmojo (1993), persamaan kontinuitas yang terjadi :

V_1 x A_1 = V_n x A_n = Q ..... (4.3)

dengan Q adalah debit aliran.

Dengan mensubstitusikan persamaan tersebut untuk v_5 di dapat:

$$v_5 = \sqrt{\frac{2g(h_1 - h_5)}{1 - \left[\frac{A_5}{A_1}\right]^2}} \quad \text{.....} \quad (4.4)$$

Sehingga harga Q teoritis didapat:

$$Q_5 = A_5 \sqrt{\frac{2g(h_1 - h_5)}{1 - \left[\frac{A_5}{A_1}\right]^2}} \quad \text{.....} \quad (4.5)$$

Dalam praktik akan terjadi kehilangan energi diantara tampang 1 dan 5, juga aliran pipa tidak benar-benar seragam pada tampang-tampang tersebut. Dengan demikian, debit yang terjadi akan sedikit lebih kecil dibandingkan dengan hasil hitungan berdasarkan formula diatas. Oleh karena itu, formula diatas perlu diberi koefisien C yang besarnya berkisar 0,92 sampai 0,99 sehingga menjadi:

$$Q_5 = C\,A_5 \sqrt{\frac{2g(h_1 - h_5)}{1 - \left(\frac{A_5}{A_1}\right)^2}} \quad \text{.....} \quad (4.6)$$

Distribusi tekanan ideal sepanjang pipa venturi dapat dihitung dari persamaan *Bernoulli* sebagai berikut:

$$h_n - h_1 = \frac{\left(v_1^2 - v_n^2\right)}{2g}$$ .... (4.7)

Menurut Bambang Triatmojo (1993), untuk keperluan perbandingan hasil percobaan dengan hitungan, maka $\left(h_n - h_1\right)$ dapat dinyatakan sebagai bagian dari tinggi kecepatan pada penyempitan sebagai berikut :

$$\frac{\left(h_n - h_1\right)}{\frac{v_s^{\,2}}{2g}} = \left[\frac{A_5}{A_1}\right]^2 - \left[\frac{A_5}{A_n}\right]^2$$ ..... (4.8)

4.3 Alat dan Bahan

4.3.1 Alat

a. *Hydraulic Bench*

Hydraulic Bench mencakup berbagai alat yang sangat lengkap untuk menunjukkan sifat-sifat fluida aliran atau bergerak.

b. *Venturimeter* dan *Piezometer*

Untuk pengujian persamaan *Bernoulli*akan digunakan pipa konvergen-divergen akrilik yang tembus pandang. Bila debit aliran konstan, maka kecepatan dibeberapa lokasi sepanjang tabung tersebut tidak sama, tetapi bergantung pada luas tampangnya. Mengingat Q = A x *v*, maka jika A berkurang, *v* (kecepatan aliran) akan naik apabila Q (debit) dibuat konstan.

Pada venturi tersebut dipasang 6 buah pipa plastik (*piezometer*) yang kemudian diatur tegak berjajar. Sebagian air dari venturi mula-mula mengisi pipa plastik hingga pada ketinggian tertentu dan bertambah lagi, yaitu pada saat tekanan di dalam venturi di lokasi hidrostatis akibat air dalam pipa.

Dengan demikian, tinggi muka air dalam pipa diukur dari tempat terpasangnya pipa pada venturi merupakan tekanan hidrostatis aliran air di lokasi tersebut.

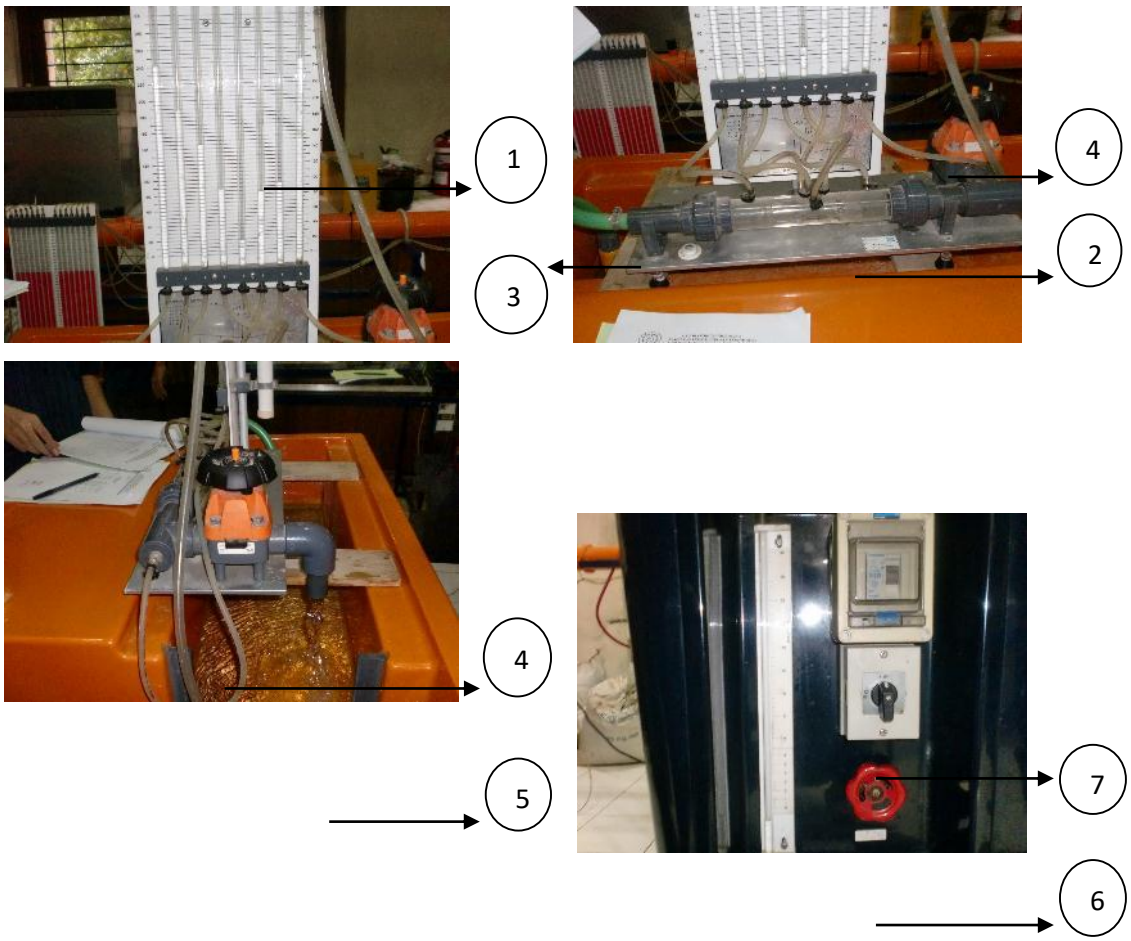
c. Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan dalam melakukan kegiatan praktikum dengan ketelitian sampai tingkat detik.

4.3.2 Bahan

Bahan yang digunakanadalah air.

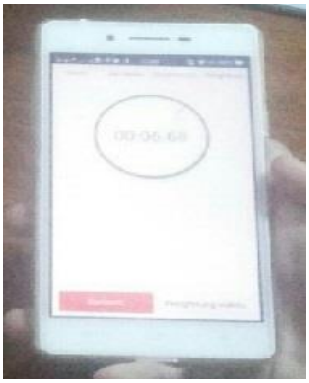
4.3.3 Gambar Alat dan Bahan



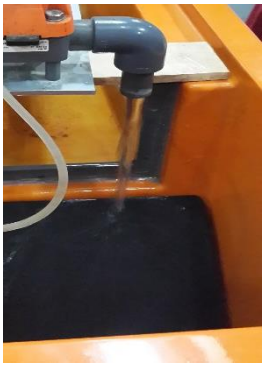
Gambar 4.4 Rangkaian *Venturimeter* dan *Piezometer*

Keterangan :

1. Pipa *piezometer*
2. *Venturimeter*
3. *Outlet*
4. Kran pengatur debit
5. *Inlet*
6. Kran *bench*
7. Saklar pompa air



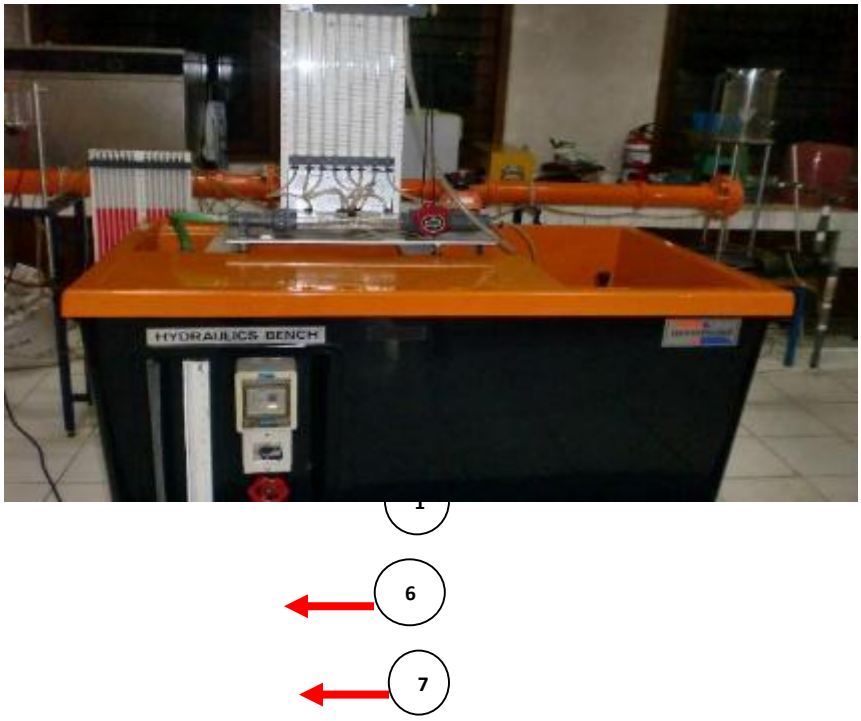
Gambar 4.5*Stopwatch*



Gambar 4.6 Air yang Digunakan

4.4 Cara Kerja

4.4.1 ProsedurPemasanganAlat



Gambar 4.7 Prosedur Pelaksanaan Praktikum*Bernoulli*

Prosedur pemasangan alat untuk demonstrasi persamaan *Bernoulli* adalah sebagai berikut:

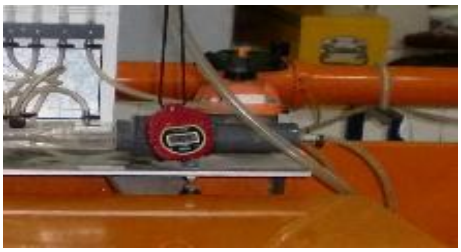
1. Memasang piranti *venturimeter* dan *piezometer* pada *hydraulich bench* dengan dasar horizontal.

Gambar 4.8 Memasang Piranti *Venturimeter* dan *Piezometer*

2. Memasang pipa venturi dengan bagian pipa konvergen yang bersudut 14º searah aliran.

Gambar 4.9 Memasang Pipa Venturi dengan Bagian Pipa Konvergen

3. Memastikan bahwa pipa *outflow* berada diatas tangki pengumpul agar debit aliran dapat diukur.



Gambar 4.10 Memastikan bahwa Pipa *Outflow* Berada di Atas Tangki Pengumpul

4. Menghubungkan bagian *inlet* dengan penyuplai air pada *bench*.

Gambar 4.11 Menghubungkan Bagian *Inlet* dengan Penyuplai Air pada *Bench*

5. Menutup katup *bench* dan katup pengatur aliran pada piranti dan menghidupkan pompa.

Gambar 4.12 Menutup Katup*Bench* dan Katup Pengatur Aliran

6. Membuka tabung *bench* untuk mengisi tabung pengamatan (venturi) dengan air.

Gambar 4.13 Membuka Tabung *Bench*

7. Membuka sekrup pengatur udara untuk mengalirkan udara dari manometer.

Gambar 4.14 Membuka Sekrup Pengatur Udara

8. Menghubungkan selang dari katup udara ke tangki pengumpul. Membuka katup *bench* dan membiarkan aliran melalui manometer untuk menekan semua udara keluar. Kemudian mengencangkan sekrup pengatur udara dan membuka sebagian katup *bench* dan katup pengatur aliran.

Gambar 4.15 Menghubungkan Selang dari Katup Udara ke Tangki Pengumpul

9. Membuka sekrup pengatur udara sedikit demi sedikit untuk membiarkan udara masuk kebagian atas manometer. Mengencangkan sekrup pada saat muka air pada manometer mencapai tinggi yang dikehendaki. Debit aliran maksimum ditentukan berdasarkan pembacaan manometer maksimum (h_1) dan minimum (h_2).

Gambar 4.16 Membuka Sekrup Pengatur Udara

10. Jika diperlukan muka air pada manometer dapat diatur dengan menggunakan sekrup pengatur udara dan pompa tangan. Pada saat melakukan pemompaan sekrup pengatur udara harus dibuka dan setelah pemompaan udara dilakukan ditutup kembali.

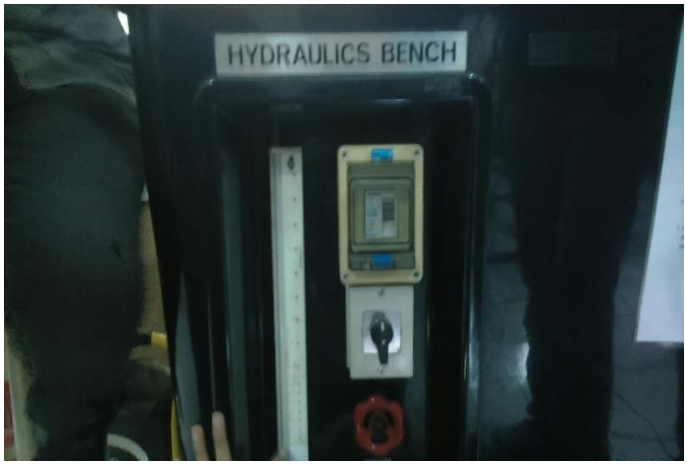
11. Menghitung harga (h_1–h_n) dengan persamaan (4.8) dan membandingkan dengan hasil pembacaan (h_1–h_n) pada *piezometer* dengan menggunakan grafik.

4.4.2 Prosedur Percobaan

1. Mengalirkan air dengan membuka katup pengatur debit dan katup *Hydraulich Bench* selama beberapa saat untuk menghilangkan gelembung-gelembung udara dalam *venturimeter*.

Gambar 4.17 Mengalirkan Air dengan Membuka Katup Pengatur Debit

2. Setelah gelembung benar-benar hilang dan aliran sudah cukup stabil dilakukan pengukuran debit dan mencatat pembacaan tinggi muka air pada masing-masing *piezometer*.



Gambar 4.18 Pengukuran Debit dan Pembacaan Tinggi Muka Air pada *Piezometer*

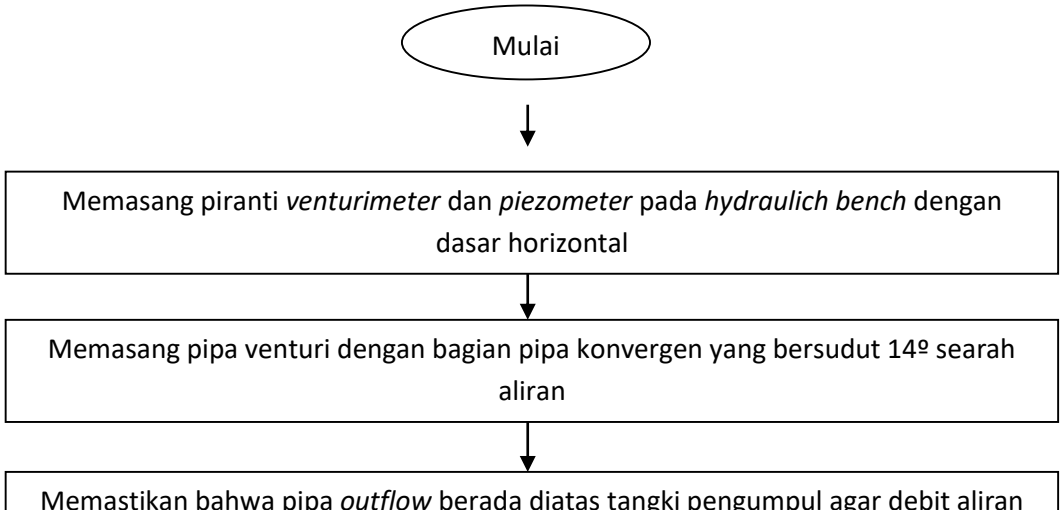
3. Memperhatikan bacaan (h_1) dan (h_5) pada *piezometer*, menghitung selisihnya, yaitu (h_1–h_5).

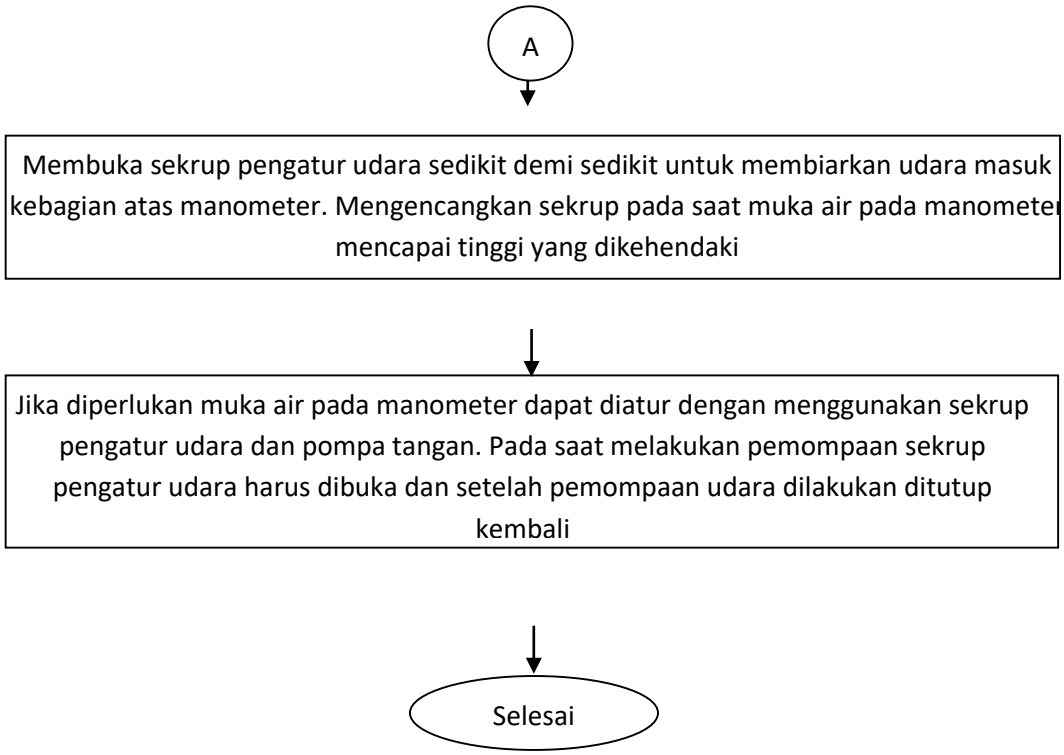
Gambar 4.19 Membaca (h_1–h_5) dan Menghitung Selisihnya

4. Melakukan hal yang sama untuk berbagai variasi debit.
5. Menghitung harga debit teoritik untuk masing-masing pengaliran.
6. Menggambarkan hubungan antara debit aktual (Q_{act}) dengan debit teoritis (Q_{th}).
7. Menghitung harga (h_1–h_n) dengan persamaan (4.8) dan membandingkan dengan hasil pembacaan (h_1–h_n) pada *piezometer* dengan menggunakan grafik.

4.5 Diagram Alir

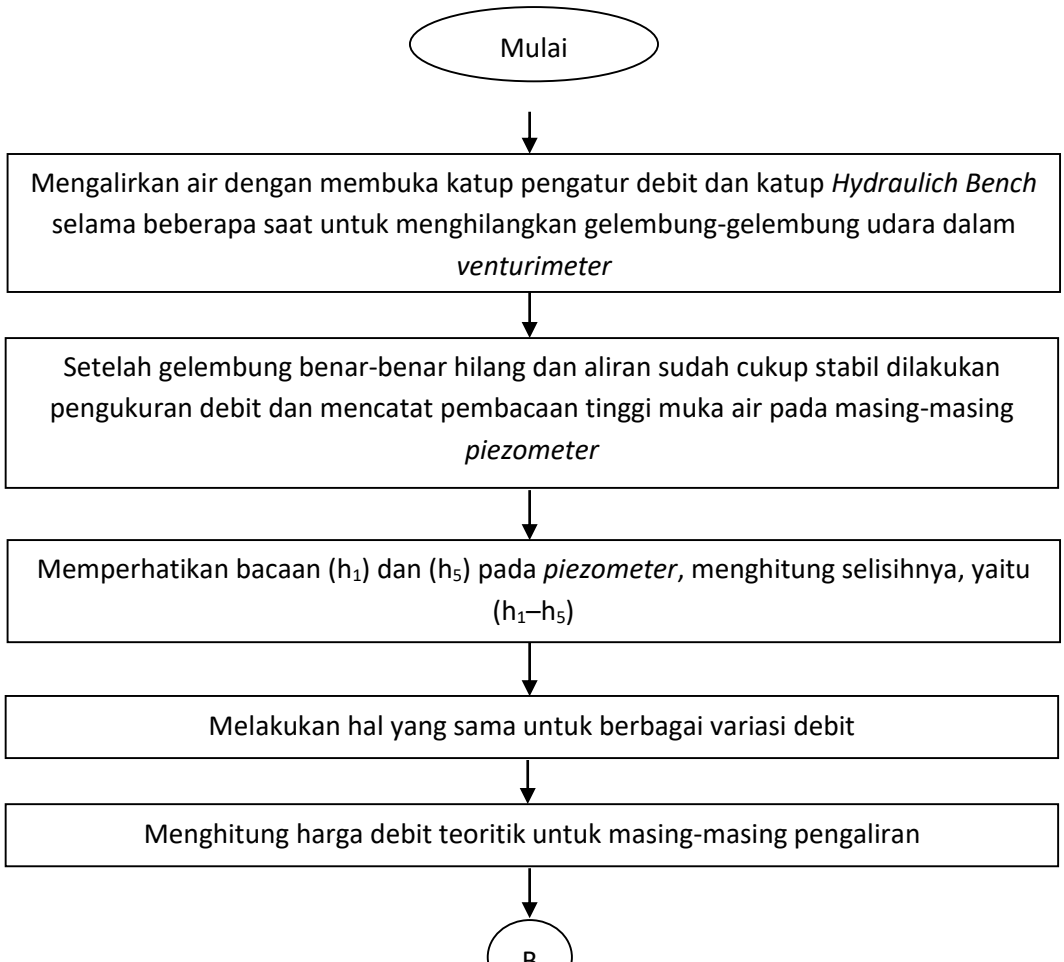
4.5.1 Diagram AlirPemasanganAlat

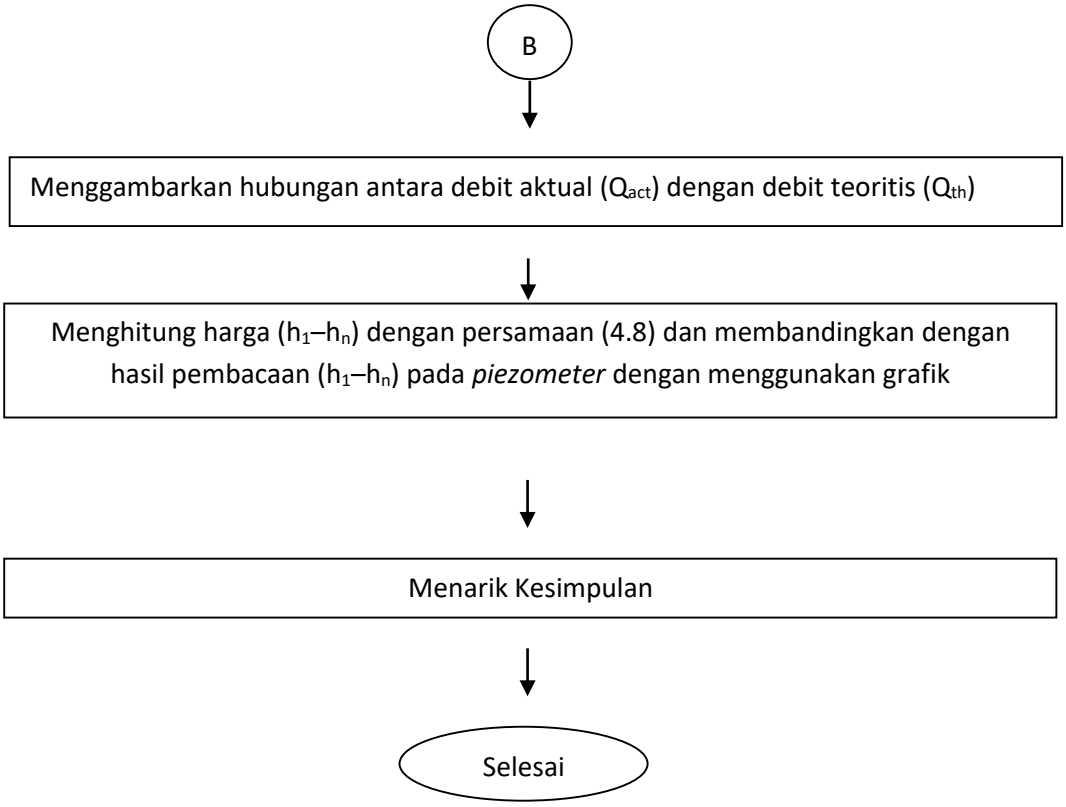




Gambar 4.20 Diagram Alir Pemasangan Alat

4.5.2 Diagram Alir Prosedur Percobaan





Gambar 4.21 Diagram Alir Percobaan Energi pada Fluida

BAB 5

ALIRAN DALAM PIPA

5.1 Tujuan

Tujuan dari praktikum aliran dalam pipa adalah :

1. Menentukan koefisien gesekan pipa dan faktor sambungan/percabangan.
2. Menunjukkan hubungan antara kehilangan energi akibat gesekan dengan kecepatan aliran melalui pipa berdinding halus dan pipa kasar.
3. Menunjukkan hubungan antara kehilangan energi akibat perubahan penampang pipa, sambungan/percabangan, dan belokan dengan kecepatan aliran.

5.2 Dasar Teori

5.2.1 Dasar Teori

Pada aliran fluida riil akan terjadi kehilangan energi yang harus diperhitungkan dalam aplikasi persamaan *Bernoulli*. Kehilangan energi tersebut dinyatakan dalam tinggi fluida. Dengan memperhitungkan kehilangan enregi akibat gesekan, maka persamaan *Bernoulli* antara dua tampang menurut Bambang Triatmojo (1993), adalah:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum hf \quad \text{.....(5.1)}$$

Kehilangan energi akibat gesekan dinyatakan dalam bentuk persamaan *Darcy- Weisbach* menurut Bambang Triatmojo (1993) adalah sebagai berikut :

$$hf = f\frac{L\,v}{D\,2g}$$ .....(5.2)

dengan,

hf = kehilangan energi (m)

f = koefisien gesekan pipa

L = panjang ruas pipa (m)

D = diameter dalam pipa (m)

v = kecepatan aliran pipa (m/s)

g = percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

Bilangan *Reynolds* dihitung dengan rumus menurut Bambang Triatmojo (1993) adalah :

$$\mathrm{Re} = \frac{v\,D}{\upsilon}$$ .....(5.3)

$$\upsilon = \frac{\mu}{\rho}$$ .....(5.4)

Kategori aliran :

Re < 2000 → aliran laminer

Re > 4000 → aliran turbulen

Re = 2000 – 4000 → aliran transisi

Hubungan antar koefisien gesek pipa dengan angka *Reynolds* untuk pipa halus dapat dinyatakan dengan rumus empiris menurut Bambang Triatmojo (1993) adalah sebagai berikut :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2\log\frac{\mathrm{Re}\sqrt{f}}{2{,}51}$$ ..... (5.5)

dengan,

Re = Bilangan *Reynolds*

f = koefisien gesek pipa

Hubungan antara koefisien gesek pipa dengan angka *Reynolds* untuk pipa kasar dapat dinyatakan dengan rumus empiris menurut Bambang Triatmojo (2003)adalah sebagai berikut :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2\log\frac{3{,}7D}{k} \quad \text{.....(5.6)}$$

dengan,

D = diameter pipa

f = koefisien gesek pipa

k = kekasaran pipa

Kehilangan energi yang terjadi akibat aliran melalui sambungan dan percabangan standar adalah sebanding dengan kuadrat dari kecepatan aliran menurut Bambang Triatmojo (2003)adalah sebagaimana berikut :

$$h_e = \alpha\frac{v^2}{2g} \quad \text{.....} \qquad (5.7)$$

dengan,

h_e = kehilangan energi (m)

α = faktor sambungan/percabangan

v = kecepatan aliran (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

Untuk mencari harga α pada kasus pelebaran luas penampang pipa, digunakan rumus menurut *Bambang Triatmojo* (1993) adalah :

$$\alpha = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \quad \text{.....} \quad (5.8)$$

dengan,

α = faktor sambungan/percabangan

A = luas penampang (m^2)

Tabel 5.1 Nilai α pada Pengecilan Mendadak

D_1/D_2	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
α	0,08	0,17	0,26	0,34	0,37	0,41	0,43	0,45	0,46

Sumber : (Bambang Triatmojo, 1993)

Tabel 5.2 Koefisien α Sebagai Fungsi Sudut Belokan

Sudut	20º	40º	60º	80º	90º
α	0,05	0,14	0,36	0,74	0,98

Sumber : (Bambang Triatmojo, 1993)

Tabel 5.3 Nilai α Sebagai Fungsi R/D untuk Sudut Belokan 90º

R/D	1	2	4	6	10	16	20
α	0,35	0,19	0,17	0,22	0,32	0,38	0,42

Sumber : (Bambang Triatmojo, 1993)

Tabel 5.4 Harga α pada Sambungan

Jenis Kasus	α
Katub Globe	10
Katub Sudut	5
Katub *Swag Check*	2,5
Katub Gerbang	0,19
Belokan Balik	2,2
T Standar	1,8
Siku Standar	0,9
Siku Lekuk Menengah	0,75
Siku Lekuk Panjang	0,6

Sumber : (Victor, 1988)

5.3 Alat dan Bahan

5.3.1 Alat

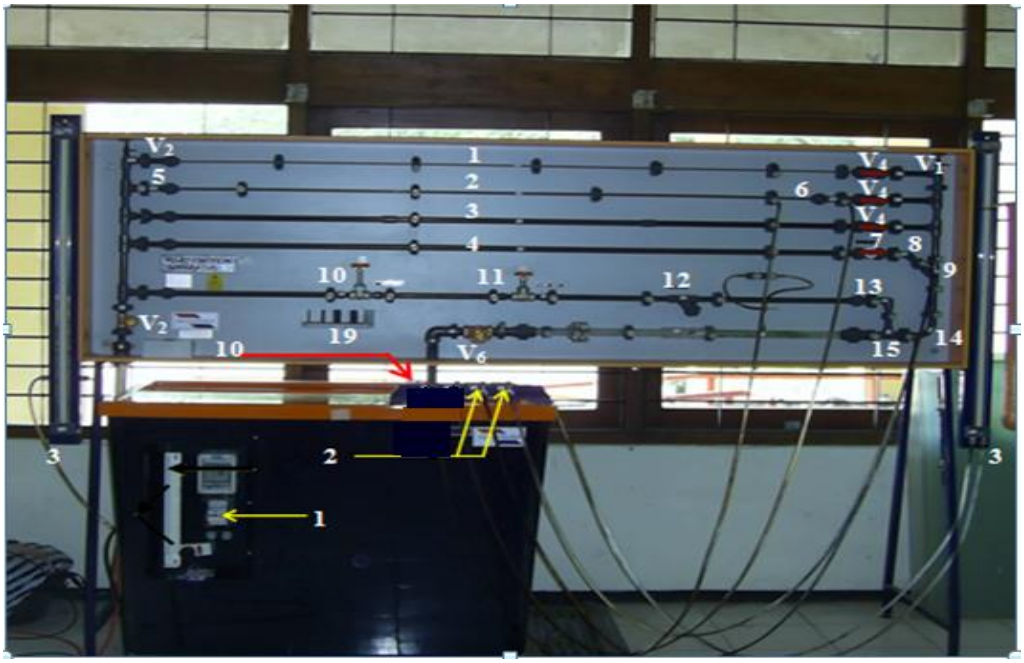
Alat yang digunakan dalam Praktikum Aliran dalam Pipa adalah :

1. Satu set piranti *Fluid Friction Measurement*
2. *Stopwatch*
3. Kaliper/jangka sorong

5.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah air

5.3.3 Gambar Alat dan Bahan



Gambar 5.1 *Fluid Friction Measurement*

Keterangan :

V_1 : *Slump Tank Drain Valve*

V_2 : *Inlet Flow Control Valve*

V_3 : *Air Bleed Valves*

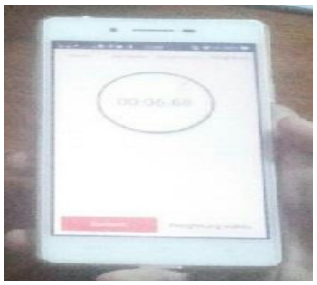
V_4 : *Isolating Valves*

V_5 : *Outlet Flov Control Valve (Fine)*

V_6 : *Outlet Flow Control Valve(Coarse)*

V_7 : *Manometer Valve*

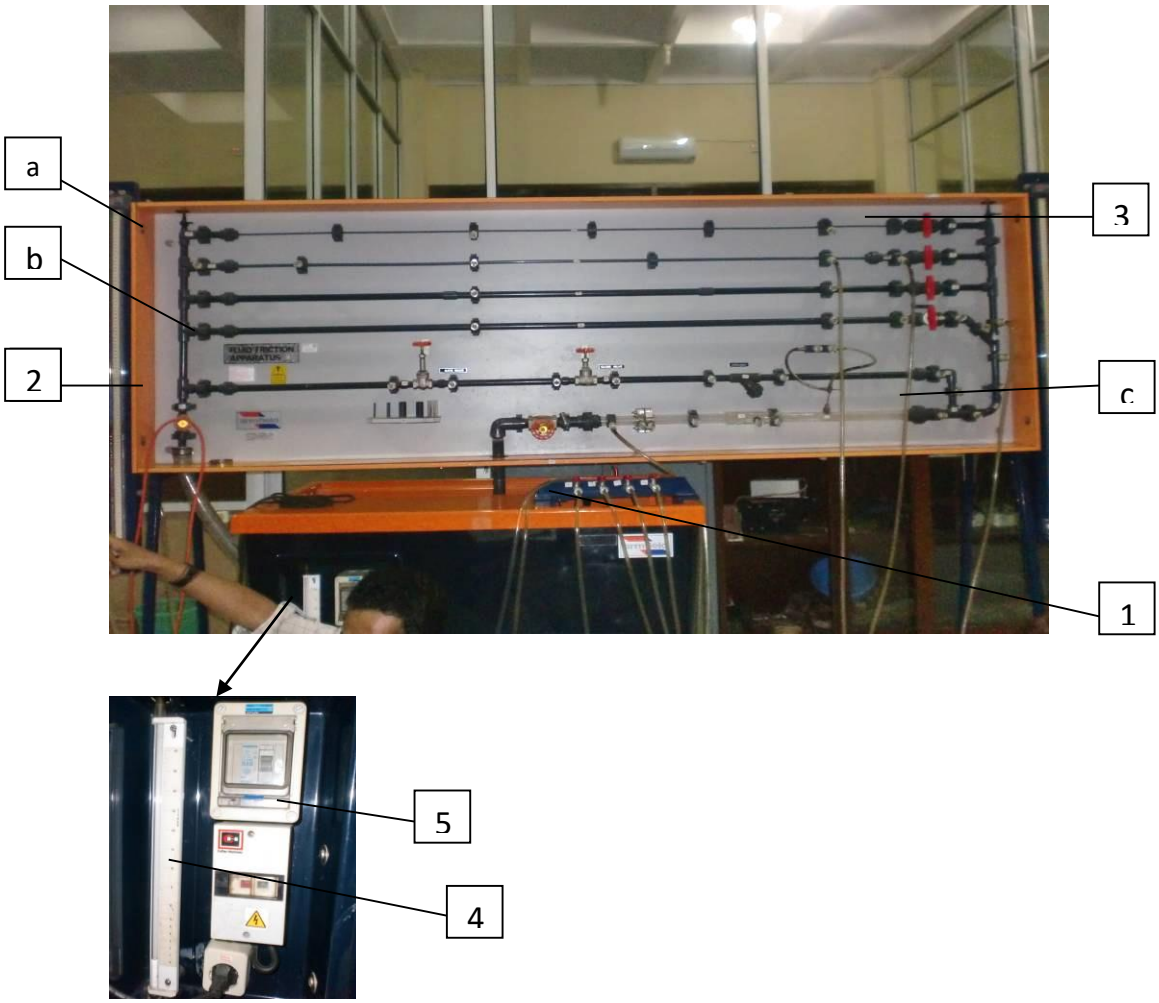
1 : 6 mm *Smooth Bore Test Pipe*
2 : 10 mm *Smooth Bore Test Pipe*
3 : *Artificially Roughened Test Pipe*
4 : 17,5 mm *Smooth Bore Test Pipe*
5 : *Sudden Contraction*
6 : *Sudden Enlargement*
7 : *Ball Valve*
8 : 45° *Elbow*
9 : 45° "Y" *Junction*



Gambar 5.2 *Stopwatch*

Gambar 5.3 Air sebagai Bahan Uj

5.4 Cara Kerja



Gambar 5.4 Pelaksanaan Praktikum Aliran dalam Pipa

Prosedur percobaan aliran melalui pipa adalah sebagai berikut :

1. Mengalirkan air ke dalam jaringan pipa pada rangkaian alat tersebut dengan menyalakan pompa (nomor 1).

Gambar 5.5 Pengaliran Air ke Jaringan Pipa

2. Membiarkan hingga aliran stabil dan gelembung-gelembung udara hilang.

Gambar 5.6 Penghilangan Gelembung pada Saluran

3. Mengatur posisi manometer Hg hingga bacaan manometer kiri dan kanan adalah sama dengan mengatur sekrup pengatur di atas manometer (nomor 2).

Gambar 5.7 Mengatur Posisi Manometer

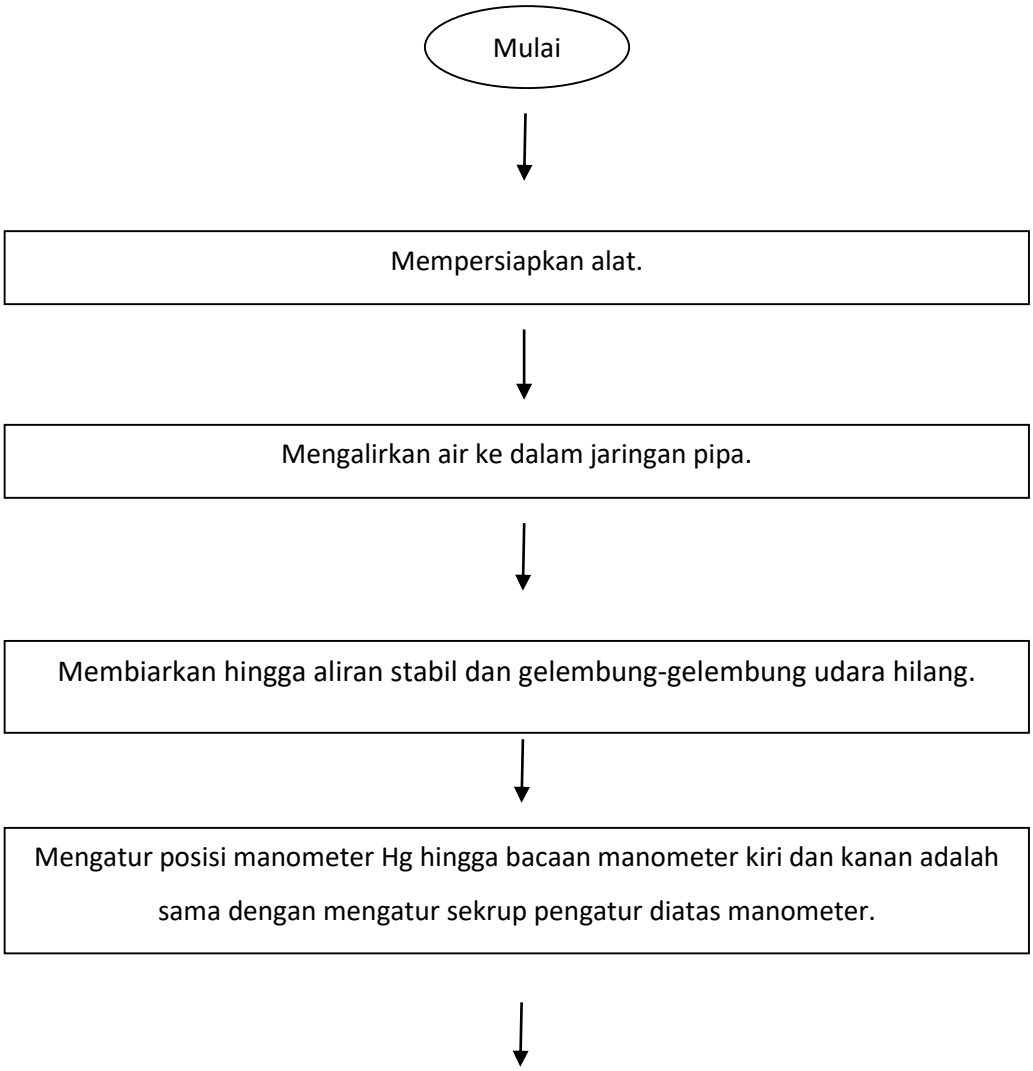
4. Mengatur katup nomor 3 pengatur sesuai dengan jenis pengukuran yang akan dilakukan, yaitu :

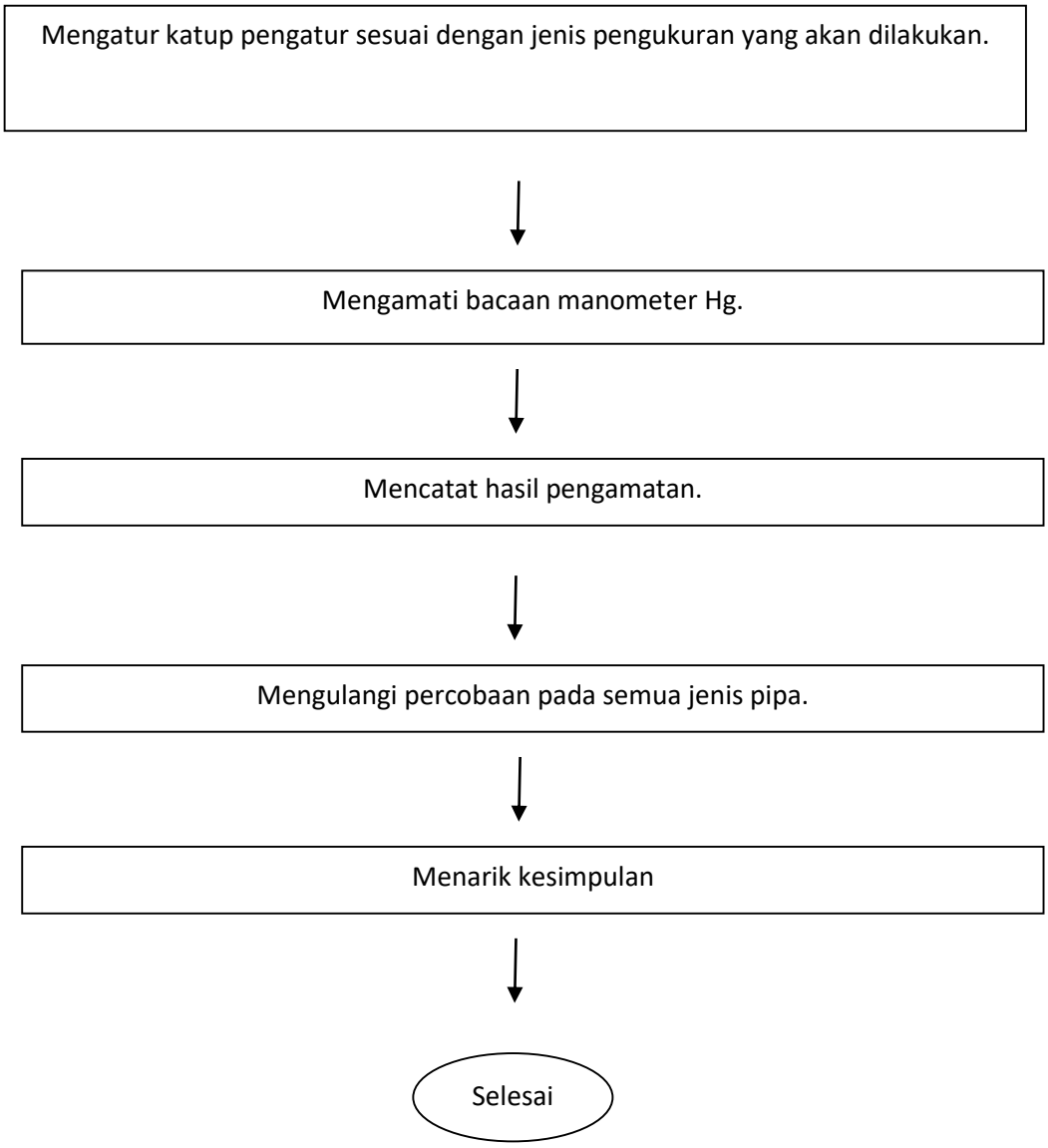
Gambar 5.8 Pengaturan Katup

a. Pipa halus
   1) Menutup V_1, 10, V_4 pada pengamatan 3
   2) Membuka V_2
   3) Membuka V_4 pada pengamatan 1, V_4 pada pipa pengamatan 2 dan 7 pada pipa pengamatan 4
b. Pipa kasar
   1) Menutup V_1, 10, V_4 pada pipa pengamatan 1, V_4 pada pipa pengamatan 1, V_4 pada pipa pengamatan 2 dan 7 pada pipa pengamatan 4
   2) Membuka V_2
   3) Membuka V_4 pada pipa pengamatan 3 (pipa dengan dinding kasar)
c. Sambungan/Percabangan
   1) Menutup/membuka katub yang sesuai untuk mendapatkan aliran melalui sambungan atau percabangan.
   2) Mengatur debit aliran dengan menggunakan katub pengontrol aliran V_6 (debit besar) atau V_5 (debit kecil)
   3) Menghubungkan pipa yang akan diukur kehilangan energinya dengan manometer, dan membuka A dan B atau C dan D.
   4) Melakukan pengukuran kehilangan energi dengan mengamati beda tinggi manometer air raksa pada pipa 2 (untuk pipa halus) dan padapipa 3 (untuk pipa kasar) serta pada sambungan atau percabangan yang dikehendaki (untuk sambungan/percabangan).
   5) Mengukur besar debit aliran yang terjadi.

6) Mengukur diameter masing-masing pipa dengan kaliper.
7) Menghitung besarnya koefisien gesek dengan menggunakan diagram *moody*, lalu menghitung besarnya kehilangan energi akibat gesekan dengan rumus yang ada.
8) Membandingkan hasil hitungan di atas dengan hasil pembacaan manometer.
9) Membandingkan hasil antara keadaan pengaliran pada pipa berdinding halus dengan pipa berdinding kasar.
10) Menghitung besarnya koefisien/faktor sambungan/percabangan.

5.5 Diagram Alir





Gambar 5.9 Diagram Alir Percobaan Aliran dalam Pipa

LABORATORIUM HIDROLIKA
KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SEBELAS MARET FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta 57125 Telp. 0271634524 email :sipil@ft.uns.ac.id

BAB 6

BENDUNG

(OVER FLOW WEIR)

6.1 Tujuan

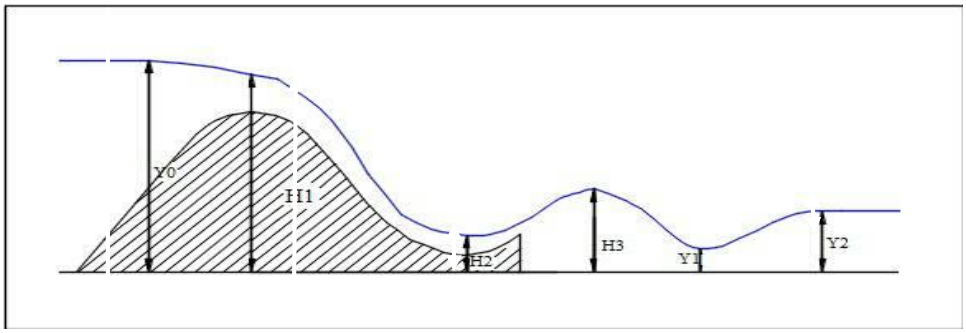
Tujuan dari praktikum bendung adalah

1. Menghitung parameter aliran pada bendung.
   a. Menghitung nilai debit.
   b. Menghitung koefisien pelimpah bendung.
   c. Menghitung garis energi aliran pada bendung.
   d. Menghitung angka *froud*.
   e. Menghitung panjang loncatan hidraulik.
   f. Menghitung kehilangan energi pada loncatan hidraulik.
2. Menggambarkan grafik hubungan antara H-Q.
3. Menggambarkan bentuk muka air dan garis energi aliran pada bendung.

6.2 Dasar Teori

6.2.1 Debit Melalui Bendung

Bendung merupakan konstruksi untuk menaikkan elevasi muka air disungai sekaligus berfungsi sebagai sarana pengukur debit aliran. Disamping itu, bendung juga merupakan bentuk bangunan pelimpah yang paling sederhana.Sifat-sifat aliran melalui bendung pada awalnya dikenal sebagai dasar perencanaan pelimpah dengan mercu bulat, yakni profil pelimpah yang ditentukan sesuai dengan bentuk permukaan tirai luapan bawah di atas bendung mercu tajam.



Gambar 6.1 Aliran Melalui Bendung

Debit yang mengalir diatas mercu dapat dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$Q = \frac{2}{3} Cd \times B \sqrt{\frac{2}{3} g (Yo - P)^3} \quad \text{.....(6.1)}$$

Dimana :

(Yo-P) =jarak vertikal antara muka air di hulu bendung dengan puncak bendung

B = lebar bendung

Cd = koefisien debit

6.2.2 Loncatan Hidraulik pada Bendung

Aliran yang melewati bendung akan mengalami loncatan hidraulik akibat terjadinya pelepasan energi karena berubahnya kondisi aliran dari super kritik menjadi aliran sub kritik. Pada umumnya loncatan hidraulik dipakai sebagai peredam energi pada hilir bendung, saluran irigasi atau struktur hidraulik yang lain untuk mencegah pengikisan struktur di bagian hilir.

Suatu loncatan hidraulik dapat terbentuk pada saluran apabila memenuhi persamaan sebagai berikut:

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2}\left(-1 + \sqrt{1 + 8{Fr_1}^2}\right) \quad \text{.....(6.2)}$$

Sumber: (Bambang Triatmodjo, Hidraulika I, 1996, hal.137)

dengan :

y_2 = tinggi muka air di hilir loncatan hidraulik
y_1 = tinggi muka air di hulu loncatan hidraulik
Fr_1 = bilangan *Froud* = $V_1/(gy_1)^{\frac{1}{2}}$
Sumber: (Bambang Triatmojo, Hidraulika II, 1996,hal.137)

Adapun panjang loncat air *L* dapat dihitung dengan rumus empiris sebagai berikut:

$L = 5\ s.d.7\ (y_2 + y_1)$ .....(6.3)

dengan,

y_2 = tinggi muka air di hilir loncatan hidraulik
y_1 = tinggi muka air di hulu loncatan hidraulik
Sumber: (Bambang Triatmojo, Hidraulika II, 1996,hal.138)

Perhitungan angka *froud* pada loncatan hidraulik dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$Fr_1 = \frac{V_1}{(gy_1)^{\frac{1}{2}}}$$ .....(6.4)

dengan:

Fr = Bilangan *Froud*
V = kecepatan aliran
g = percepatan gravitasi
y = kedalaman muka air di hulu loncat air
Sumber: (Bambang Triatmodjo, Hidraulika II, 1996, hal.138)

Perhitungan panjang loncat air hidraulik dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$L = 5\ s.d\ 7\ (y_2 - y_1)$.....(6.5)

dengan,

L = panjang loncat air
y_2 = tinggi muka air di hilir loncatan hidraulik
y_1 = tinggi muka air di hulu loncatan hidraulik
Sumber: (Bambang Triatmodjo, Hidraulika II, 1996, hal.138)

Perhitungan kehilangan energi pada loncat air hidrualik dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$\Delta E = \frac{(y_2 - y_1)^3}{4y_2y_1}$$ .....(6.6)

dengan,

ΔE = kehilangan energi
y_2 = tinggi muka air di hilir loncatan hidraulik
y_1 = tinggi muka air di hulu loncatan hidraulik
Sumber: (Bambang Triatmodjo, Hidraulika II, 1996, hal.138)

6.3Alat dan Bahan

6.3.1 Alat

a. *Multi purpose teaching flume*
b. Model bendung
c. *Sloping appron*
d. *Point gauge*
e. Mistar

6.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam praktikum bendung adalah air.

6.3.3 Gambar Alat

Gambar 6.3 Alat percobaan aliran melalui bendung

Gambar 6.4 *Point gauge*

Gambar 6.5 Mistar

6.4 Cara Kerja

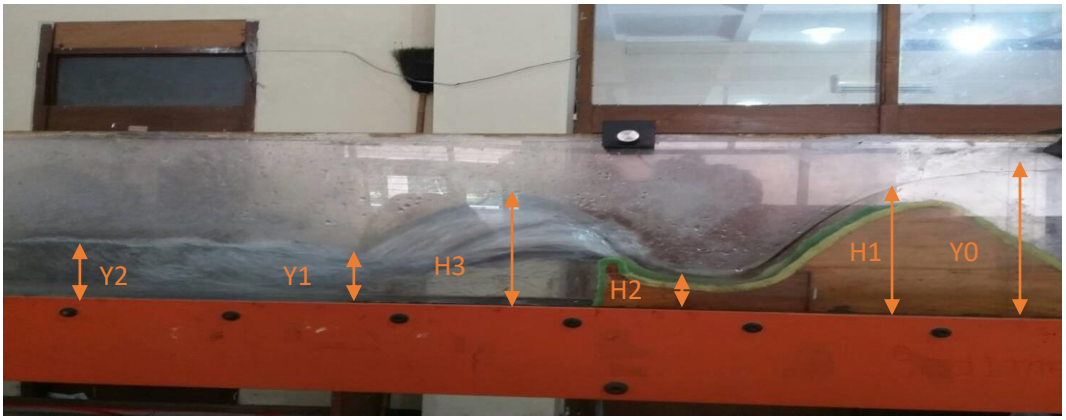
1. Menyiapkan model bendung pada saluran terbuka.

Gambar 6.6 Model Bendung Saluran Terbuka

2. Mengalirkan air pada saluran terbuka.

Gambar 6.7 Air Mengalir pada Saluran Terbuka

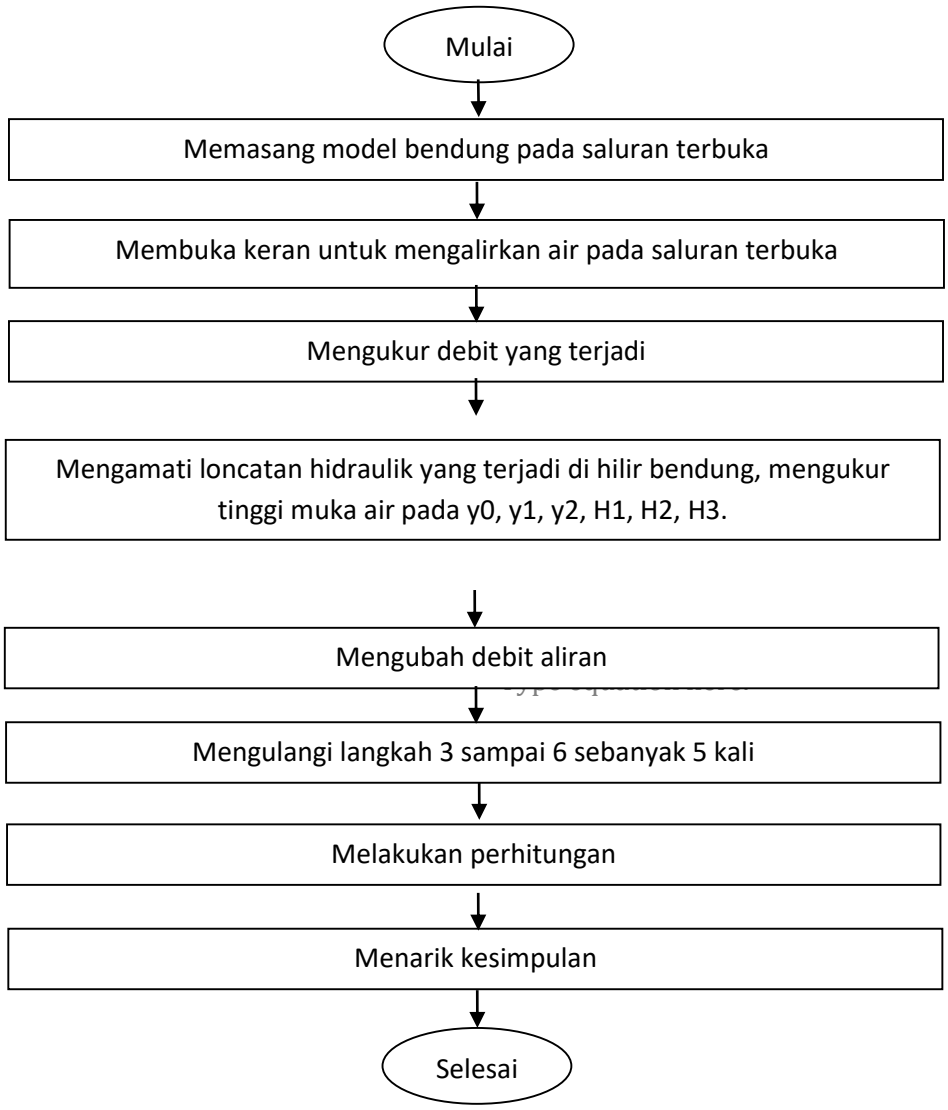
3. Mengamati loncatan hidraulik yang terjadi di hilir bendung, mengukur tinggi muka air pada y_0, y_1, y_2, h_1, h_2, $h_3$menggunakan point gauge dan mistar.



Gambar 6.8 Melakukan Pengukuran Tinggi Muka Air

4. Mengukur debit yang terjadi.
5. Mengulangi langkah 3-6 sebanyak 5 kali.
6. Melakukan perhitungan.

6.5 Diagram Alir



Gambar 6.9 Diagram Alir Percobaan Bendung

LABORATORIUM HIDROLIKA
KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SEBELAS MARET FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta 57125 Telp. 0271634524 email :sipil@ft.uns.ac.id

BAB 7

ALIRAN PADA SALURAN TERBUKA

7.1 Tujuan

Tujuan dari praktikum aliran pada saluran terbuka adalah:

1. Menghitung luas penampang basah di ruas yang telah ditentukan asisten.
2. Menghitung kecepatan di ruas yang telah ditentukan asisten.
3. Menganalisis debit rata-rata aliran pada saluran dan debit yang diperoleh dari AUD (Alat Ukur Debit).
4. Menentukan jenis aliran yang terjadi pada segmen saluran.

7.2 Dasar Teori

7.2.1 Dasar Teori

Menurut Bambang Triatmojo (1993), besarnya aliran air di saluran bersifat *uniform steady flow* dirumuskan dengan persamaan :

Q = A x v ..... (7.1)

dimana :

Q = debit aliran (m^3/detik)
v = kecepatan aliran (m/detik)
A = luaspenampangbasah (m^2)

Currentmeter yang digunakan saat praktikum adalah *Propeller* jenis 6 – 123296 dengan diameter 30 mm. Menurut spesifikasi alat *Currentmeter* yang digunakan saat praktikum di Laboratorium Hidrolika FT UNS, persamaan kecepatan berdasarkan nilai putaran yang didapat adalah sebagai berikut.

$n \leq 1{,}77 \quad \rightarrow \quad v = 0{,}0978.n + 0{,}039$

1,77≤ n ≤6,84 → v = 0,1040.n + 0,028

6,84 ≤n≤ 19,19 → v = 0,1021.n + 0,041

dimana :

n = jumlah rerata putaran baling-baling per detik
v = kecepatan aliran (m/detik)

Besarnya aliran dipengaruhi oleh kekasaran dinding media/saluran yang disebut manning (n) atau strikler (k=$\frac{1}{n}$). Penentuan besarnya koefisien kekasaran manning biasanya dilakukan dengan mengasumsi sesuai hasil penyelidikan secara empiris.

Tabel 7.1 Harga Koefisien Manning

Bahan	Koefisien Manning (n)
Besi tulangan dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada batu padas	0,040

Perbandingan antara gaya inersia dan gaya kekentalan disebut angka Reynold.

(Sumber : Prindip Dasar Hidrolika, TEP 201 – Mekanika Fluida):

$$\boldsymbol{Re} = \frac{\boldsymbol{4\,V\,x\,R}}{\boldsymbol{v}} \quad \text{.....(7.2)}$$

Dimana :

Re = Angka Reynold
V = Kecepatan rata-rata (m/s)
R = Jari – jari hidraulik (m)
υ = Viskositas kinematis (m/s)

Tabel 7.2 Nilai Viskositas Air

Temperatur (T) (C°)	Kinematic Viscosity (v) (10^{-6} m^2/s)
0	1,785
5	1,519
10	1,306
15	1,139
20	1,003
25	0,893
30	0,8
40	0,658
50	0,553
60	0,474
70	0,413
80	0,364
90	0,326
100	0,294

Menurut Bambang Triatmojo (1993) jenis aliran ditentukan oleh angka Reynold.

Kategori jenis aliran :

Re < 2000 adalah aliran laminer

Re > 4000 adalah aliran Turbulen

Re = 2000 – 4000 adalah aliran Transisi

7.3 Alat dan Bahan

7.3.1 Alat

Alat yang digunakan pada praktikum aliran pada saluran terbuka adalah sebagai berikut :

a. Ruas Saluran Terbuka

b. Pengukur Kecepatan Aliran (*Currentmeter*)

c. Pengukur Waktu (*Stopwatch*)

d. Alat Ukur Debit (AUD)

7.3.2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah air

7.3.3 Gambar Alat dan Bahan

Gambar 7.1 *Currentmeter*

Gambar 7.2 *Stopwatch*

7.4Cara Kerja

Cara melakukan praktikum adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan ruas saluran pada suatu segmen dengan panjang sekitar 50-100 m untuk dioperasikan.
2. Menyiapkan alat ukur untuk mengiventarisasi ruas saluran (panjang dan *trase* saluran)

Gambar 7.3 Menyiapkan Alat Ukur

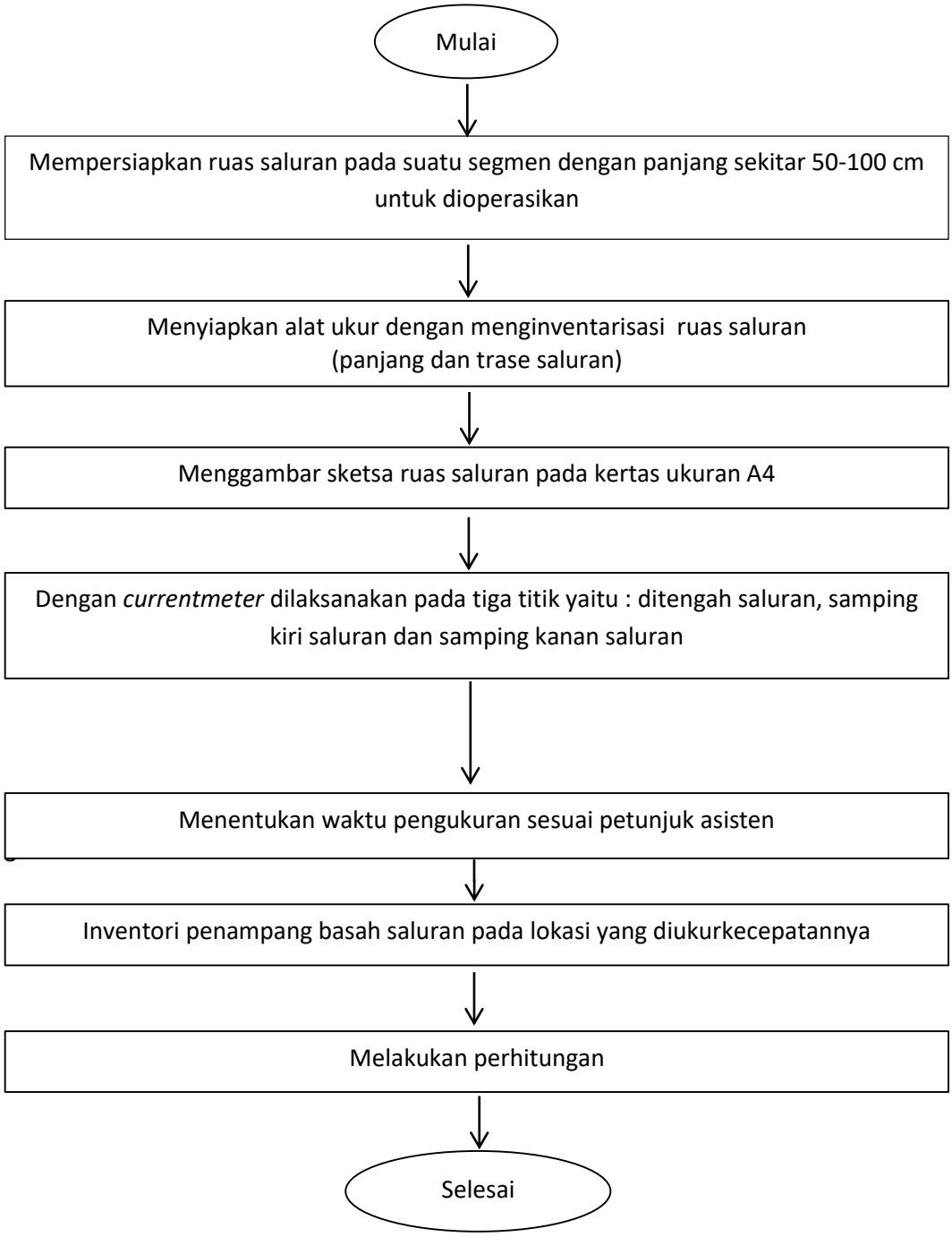
3. Membuat sket ruas saluran dan menggambar pada kertas ukuran A4.
4. Dengan *currentmeter* dilaksanakan pada tiga titik yaitu : di tengah saluran, samping kiri, dan samping kanan saluran. Masing-masing titik diukur dengan dua kedalaman yang berbeda yaitu di bagian atas dan bagian bawah aliran untuk memperoleh data n_1 dan n_3

Gambar 7.4 Menggunakan *Currentmeter*

5. Menentukan waktu pengukuran sesuai petunjuk asisten.
6. Inventori penampang basah saluran pada lokasi yang diukur kecepatannya.
7. Jika memungkinkan ulangi prosedur diatas untuk variasi debit yang lain dengan mengatur pintu aliran air.

7.5 Diagram Alir

Untuk lebih jelas mengenai alur percobaan dapat dilihat pada diagram alir berikut ini:



Gambar 7.5 Diagram Alir Percobaan Aliran pada Saluran Terbuka

7.6

1. i agar tidak menyulitkan praktikan ketika dalam praktikum.