



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,  
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH  
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS  
2020



Modul Pembelajaran SMA

# FISIKA



KELAS  
**XI**



**FLUIDA DINAMIS  
FISIKA KELAS XI**

**PENYUSUN  
Kusrini, S.Pd, M.Pd  
SMA NEGERI 9 BEKASI**

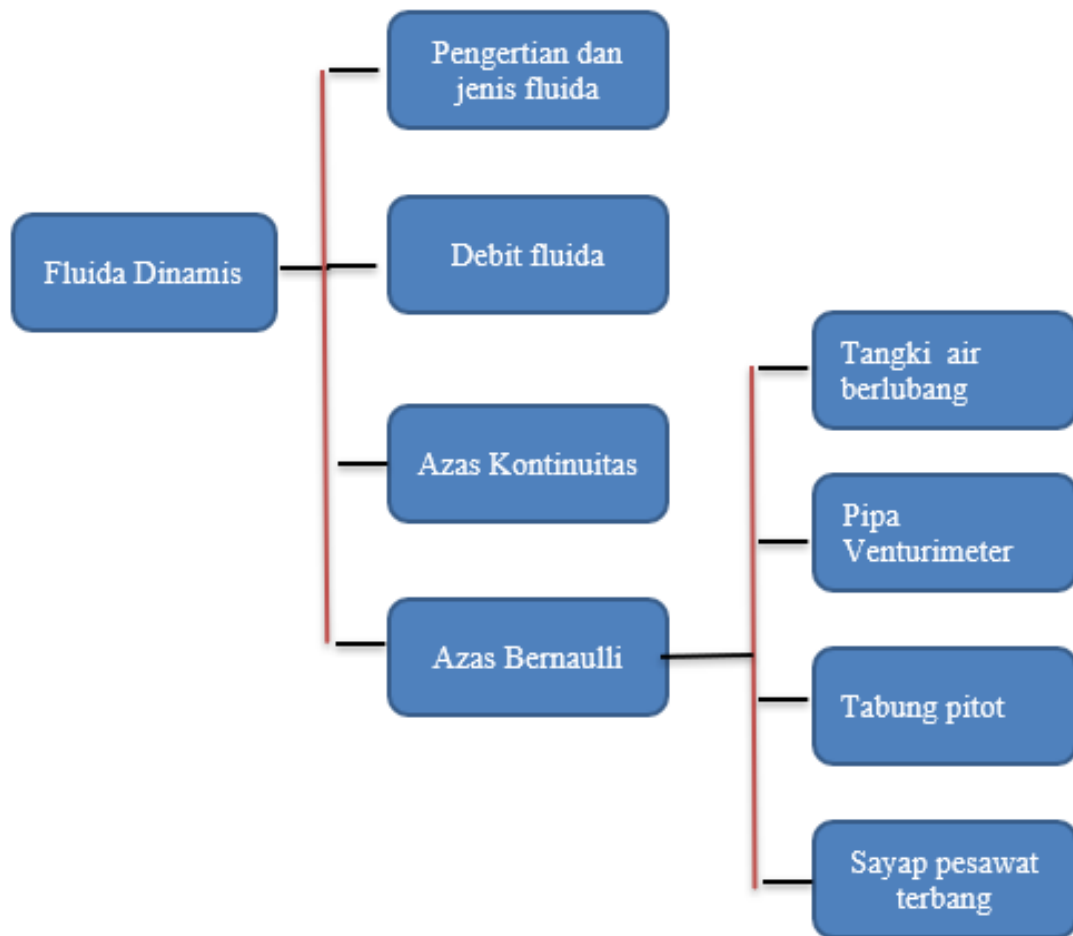
## DAFTAR ISI

PENYUSUN .....	2
DAFTAR ISI .....	3
GLOSARIUM .....	4
PETA KONSEP .....	5
PENDAHULUAN .....	6
A. Identitas Modul .....	6
B. Kompetensi Dasar .....	6
C. Deskripsi Singkat Materi .....	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul .....	6
E. Materi Pembelajaran .....	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 .....	8
DEBIT ALIRAN DAN AZAS KONTINUITAS .....	8
A. Tujuan Pembelajaran .....	8
B. Uraian Materi .....	8
C. Rangkuman .....	14
D. Latihan Soal .....	15
E. Penilaian Diri .....	17
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 .....	18
PENERAPAN AZAS BERNOULLI .....	18
A. Tujuan Pembelajaran .....	18
B. Uraian Materi .....	18
C. Rangkuman .....	23
D. Penugasan Mandiri .....	24
E. Latihan Soal .....	25
F. Penilaian Diri .....	28
EVALUASI .....	29
DAFTAR PUSTAKA .....	33

## GLOSARIUM

- Fluida** : Suatu zat yang bisa mengalami perubahan bentuknya secara kontinu/terus menerus bila terkena tekanan/ gaya geser walaupun relatif kecil atau biasa disebut zat mengalir
- Fluida ideal** : Fluida yang memiliki ciri ciri seperti tidak termampatkan (tidak kompresibel), tidak mengalami perubahan volume/ massa jenis ketika memperoleh tekanan
- Aliran laminar** : Aliran fluida yang kecepatan aliran pada setiap titik pada fluida berubah terhadap waktu
- Aliran turbulen** : Aliran berputar atau aliran yang partikel partikelnya berbeda bahkan berlawanan dengan arah secara keseluruhan
- Fluida Dinamis** : fluida (bisa berupa zat cair, gas) yang bergerak.
- Debit fluida** : Besaran yang menunjukkan volume fluida yang melalui suatu penampang setiap waktu.
- Azas Kontinuitas** : Ketentuan yang menyatakan bahwa untuk fluida yang tak termampatkan dan mengalir dalam keadaan tunak, maka laju aliran volume di setiap waktu sama besar
- Azas Bernaulli** : Jumlah tekanan, energi kinetik per satuan volume, dan energi potensial per satuan volume memiliki nilai yang sama di setiap titik sepanjang aliran fluida ideal

## PETA KONSEP



## PENDAHULUAN

### A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: FISIKA
Kelas	: XI
Alokasi Waktu	: 8 JP (2 x kegiatan pembelajaran @4JP )
Judul Modul	: FLUIDA DINAMIS

### B. Kompetensi Dasar

- 3.4 Menerapkan prinsip fluida dinamik dalam teknologi
- 4.4 Membuat dan menguji proyek sederhana yang menerapkan prinsip dinamika fluida

### C. Deskripsi Singkat Materi

Salam semangat belajar...!!!!

Semoga kita semua dalam keadaan sehat agar dapat terus belajar dan belajar.

Dalam modul ini, kalian akan mempelajari tentang Fluida Dinamis yang meliputi Pengertian dan jenis fluida, Debit aliran, Azas Kontinuitas, Azas Bernoulli dan aplikasinya (Tangki air berlubang, pipa venturimeter, tabung pitot dan sayap pesawat terbang)

Setelah mempelajari materi dalam modul ini diharapkan kalian dapat mengaplikasikan konsep konsep dan hukum dalam fluida dinamis dalam memecahkan permasalahan dalam kehidupan sehari hari khususnya yang ada hubungannya dengan teknologi.

Sebagai prasyarat pengetahuan sebelum mempelajari materi ini, kalian diharapkan sudah mempelajari materi tentang tekanan, energi potensial, energi kinetik dan energi mekanik

### D. Petunjuk Penggunaan Modul

Mulailah sebelum mempelajari isi modul ini dengan berdoa, agar ilmu yang kita dapat membawa manfaat dan keberkahan dalam hidup kita.

Berikut petunjuk penggunaan modul ini :

1. Pahami setiap konsep yang disajikan pada uraian materi yang disajikan dan contoh soal pada tiap kegiatan belajar dengan baik dan cermat
2. Jawablah soal tes formatif yang disediakan pada tiap kegiatan belajar terlebih dahulu
3. Jika terdapat tugas untuk melakukan kegiatan praktek, maka bacalah terlebih dahulu petunjuknya, dan bila terdapat kesulitan tanyakan pada guru

## E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi **2** kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Pengertian Fluida Dinamis, Debit fluida, Azas kontinuitas, Azas Bernoulli

Kedua : Penerapan Azas Kontinuitas dan Bernouli dalam Kehidupan sehari hari  
(Tangki air berlubang, pipa venturimeter, tabung pitot dan sayap pesawat terbang)

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

### DEBIT ALIRAN DAN AZAS KONTINUITAS

#### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan peserta didik dapat

1. Mengaplikasikan konsep debit aliran fluida dalam memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari
2. Mengaplikasikan Azas kontinuitas dalam menyelesaikan masalah aliran air dalam pipa
3. Memahami prinsip-prinsip dasar dari Azas Bernoulli

#### B. Uraian Materi

##### 1. Pengertian dan jenis Fluida

Fluida sangat dekat dan ada dalam kehidupan kita sehari-hari, Fluida didefinisikan sebagai suatu zat yang bisa mengalami perubahan bentuk secara kontinu/terus menerus bila terkena tekanan atau gaya geser walaupun relatif kecil atau biasa disebut zat mengalir

Fluida dibedakan menjadi 2 jenis:

- a. Fluida Statis : Fluida yang tidak bergerak
- b. Fluida Dinamis : Fluida yang bergerak

Fluida Dinamis adalah fluida yang bergerak, dengan ciri-ciri sebagai berikut :

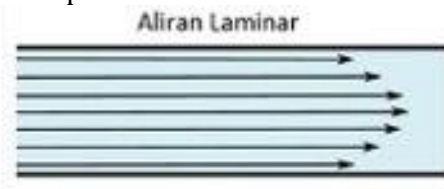
1. Fluida dianggap tidak kompresibel
2. Fluida dianggap bergerak tanpa gesekan walaupun ada gerakan materi (tidak mempunyai kekentalan)
3. Aliran fluida adalah aliran stasioner, yaitu kecepatan dan arah gerak partikel fluida melalui suatu titik tertentu selalu tetap
4. Tak tergantung waktu (tunak) artinya kecepatannya konstan pada titik tertentu dan membentuk aliran laminar

##### Jenis Aliran Fluida

Jenis aliran fluida dibedakan menjadi 2 jenis

###### a. Aliran laminar

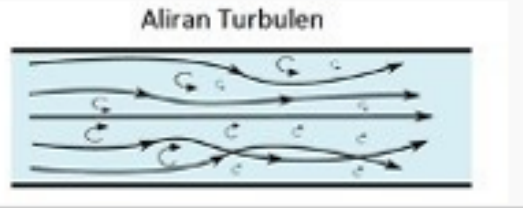
yaitu aliran fluida dalam pipa sejajar dengan dinding pipa tanpa adanya komponen radial.





## b. Aliran turbulen

yaitu aliran fluida dalam pipa tidak beraturan/tidak sejajar dengan pipa.



## 2. Debit Fluida

Pada fluida yang bergerak memiliki besaran yang dinamakan debit. Debit adalah laju aliran air. Besarnya debit menyatakan banyaknya volume air yang mengalir setiap detik.

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

keterangan

Q = Debit ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

V = volume ( $\text{m}^3$ )

t = waktu (s)

### Contoh Soal

Sebuah bak mandi akan diisi dengan sebuah air mulai pukul 07.20 Wib.s/d pukul 07.50 Wib. Jika debit air 10 liter/ menit, maka berapa literkah volume air yang ada dalam bak mandi tersebut ?

Pembahasan

Diketahui :

t = 30 menit  $\longrightarrow$  diperoleh dari 07.50 WIB – 07.20 WIB

Q = 10 liter/menit

Ditanyakan , V = ..?

Jawab

Rumus Debit

$Q = \frac{V}{t}$   $\longrightarrow$  pindah ruas kiri untuk V karena

Ditanyakan

V = Q . t = 10 liter/menit . 30 menit  
= 300 liter

### 3. Azas Kontinuitas

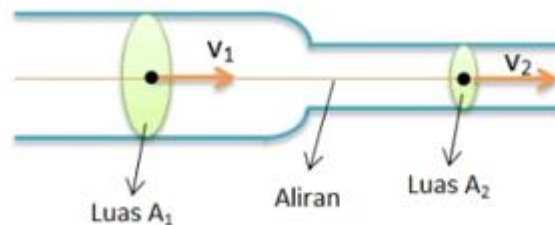
Amati gambar berikut !



Pada saat kita menyiram tanaman dengan menggunakan selang dan jarak tanaman jauh dari ujung selang maka yang kita lakukan adalah memencet ujung selang supaya luas permukaan ujung selang menjadi semakin kecil. Akibatnya kecepatan air yang memancar semakin besar. disebabkan debit air yang masuk harus sama dengan debit air yang keluar.

Azas Kontinuitas

fluida yang tak termampatkan dan mengalir dalam keadaan tunak, maka laju aliran volume di setiap waktu sama besar



Bila aliran fluida melewati pipa yang berbeda penampangnya maka fluida akan mengalami desakan perubahan luas penampangnya yang dilewatinya. Asumsikan bahwa fluida tidak kompresibel, maka dalam selang waktu yang sama jumlah fluida yang mengalir melalui penampang harus sama dengan jumlah fluida yang mengalir melalui penampang.

Volume fluida pada penampang  $A_1$  sama dengan volume fluida penampang  $A_2$ , maka debit fluida di penampang  $A_1$  sama dengan debit fluida di penampang  $A_2$ .

$$Q_1 = Q_2$$

$$\frac{V_1}{t_1} = \frac{V_2}{t_2}$$

$$\frac{A_1 l_1}{t_1} = \frac{A_2 l_2}{t_2}$$

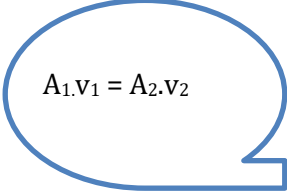
$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

Jika

$l_1$  = panjang pipa yang dilewati fluida saat penampangnya  $A_1$

- $l_2$  = panjang pipa yang dilewati fluida saat penampangnya  $A_2$   
 $v_1$  = kecepatan aliran fluida di penampang 1 (m/s)  
 $v_2$  = kecepatan aliran fluida di penampang 2 (m/s).  
 $A_1$  = luas penampang 1  
 $A_2$  = luas penampang 2

Persamaan diatas dikenal dengan **Persamaan Kontinuitas**.



$$A_1.v_1 = A_2.v_2$$

Contoh Soal

Sebuah pipa dengan luas penampang  $616 \text{ cm}^2$  di pasang keran pada ujungnya dengan jari jari keran  $3,5 \text{ cm}$  Jika besar kecepatan aliran air dalam pipa  $0,5 \text{ m/s}$ , maka dalam waktu  $5 \text{ menit}$ , berapakah voume air yang keluar dari keran ?

Pembahasan

Diketahui

$$A_1 = 616 \text{ cm}^2 = 616 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$v_1 = 0,5 \text{ m/s}$$

$$R_2 = 3,5 \text{ cm} = 0,035 \text{ m}$$

$$t = 5 \text{ menit} = 300 \text{ detik}$$

Ditanya

$$V_2 = \dots ?$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1.v_1 = \frac{V_2}{t_2}$$

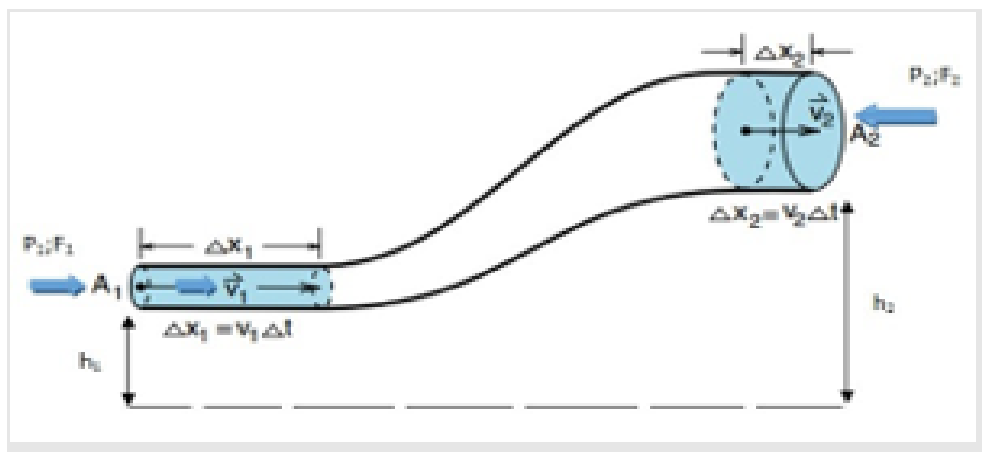
$$\begin{aligned}
 V_2 &= A_1.v_1.t_2 \\
 &= 616 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5 \cdot 300 \\
 &= 924 \cdot 10^{-2} \\
 &= 9,24 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

#### 4. Azas Bernauli

Perhatikan Gambar berikut!



Terlihat dalam gambar, seorang petugas pemadam kebakaran sedang berusaha memadamkan api yang membakar lahan dengan menggunakan selang yang sangat panjang serta berusaha menempatkan posisi selang sedemikian rupa sehingga dapat menjangkau titik api yang ingin dia padamkan



Kita ketahui bahwa kelajuan fluida paling besar terjadi pada pipa yang sempit, sesuai dengan azas kontinuitas yang telah kita pelajari sebelumnya. bagaimanakah dengan tekanannya?

$$W_{\text{total}} = \Delta E_k$$

$$W_1 - W_2 + W_3 = E_{k2} - E_{k1}$$

dimana  $W_3$  adalah kerja yang dilakukan oleh gravitasi.

$$P_1 \cdot A_1 \cdot l_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot l_2 + mg(h_1 - h_2) = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

nilai  $W_2$  negatif, disebabkan gaya yang dialami fluida oleh  $P_2$  berlawanan arah terhadap laju fluida.

$$P_1 \cdot A_2 \cdot l_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot l_2 + mhg_1 - mgh_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$P_1 \cdot A_1 \cdot l_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot l_2 + \rho \cdot A_1 \cdot l_1 g h_1 - \rho \cdot A_1 \cdot l_2 g h_2 = \frac{1}{2} \rho \cdot v_2 \cdot l_2 v_2^2 - \frac{1}{2} \rho \cdot A_1 \cdot l_1 v_1^2$$

dengan asumsi bahwa volume fluida yang dipindahkan oleh  $W_1$  dan  $W_2$  adalah sama, maka  $A_1 \cdot l_2 = A_1 \cdot l_1$ . Persamaan di atas selanjutnya dibagi oleh  $A_2 \cdot l_2$  sehingga didapatkan persamaan

$$P_1 - P_2 + \rho g h_1 - \rho g h_2 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 - \frac{1}{2} \rho v_1^2$$

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Persamaan di atas dikenal dengan persamaan Bernoulli. Persamaan Bernoulli dapat dinyatakan juga dengan

$$P + \rho g h + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{konstan}$$

$P$  adalah tekanan (Pascal)

$\rho$  adalah massa jenis fluida ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

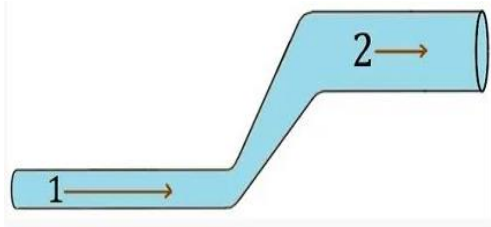
$v$  adalah kecepatan fluida ( $\text{m}/\text{s}$ )

$g$  adalah percepatan gravitasi ( $g = 9,8 \text{ m}/\text{s}^2$ )

$h$  adalah ketinggian (m)

Penerapan Azas Bernoulli diantaranya terjadi pada, tangki air yang berlubang, gaya angkat pada sayap pesawat terbang, pipa venturi, tabung pitot dan lain sebagainya. Hal ini akan dibahas pada pertemuan selanjutnya

#### Contoh Soal



Air dialirkan melalui pipa seperti pada gambar di atas. Besar kecepatan air pada titik 1, 3 m/s dan tekanannya  $P_1 = 12300 \text{ Pa}$ . Pada titik 2, pipa memiliki ketinggian 1,2 meter lebih tinggi dari titik 1 dan besar kecepatan air 0,75 m/s. Dengan menggunakan hukum Bernoulli tentukan besar tekanan pada titik 2 !

Pembahasan

Diketahui :

$$V_1 = 3 \text{ m/s}$$

$$V_2 = 0,75 \text{ m/s}$$

$$h_2 = 1,2 \text{ m}$$

$$P_1 = 12.300 \text{ Pa}$$

Ditanyakan,  $P_2 = \dots ?$

$$\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$g = 10 \text{ m}/\text{s}^2$$

Jawab

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \longrightarrow h_1 = 0, \text{ sehingga } \rho g h_1 = 0$$

$$\begin{aligned} P_2 &= P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 - \frac{1}{2} \rho v_2^2 - \rho g h_2 \\ &= 12.300 + \frac{1}{2} 1000 \cdot 3^2 - \frac{1}{2} 1000 \cdot 0,75^2 - 1000 \cdot 9,8 \cdot 1,2 \\ &= 4.080 \text{ Pa} \end{aligned}$$

### C. Rangkuman

1. Fluida Dinamis adalah fluida yang bergerak, dengan ciri ciri sebagai berikut :
  - a. Fluida dianggap tidak kompresibel
  - b. Fluida dianggap bergerak tanpa gesekan walaupun ada gerakan materi (tidak mempunyai kekentalan)
  - c. Aliran fluida adalah liran stasioner, yaitu kecepatan dan arah gerak partikel fluida melalui suatu titik tertentu selalu tetap
  - d. Tak tergantung waktu (tunak) artinya kecepatannya konstan pada titik tertentu dan membentuk aliran laminar
2. Debit adalah laju aliran air. Besarnya debit menyatakan banyaknya volume air yang mengalir setiap detik.

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

Dengan,

$$Q = \text{debit fluida (m}^3/\text{s)}$$

$$V = \text{Volume (m}^3\text{)}$$

$$t = \text{waktu (s)}$$

#### 3. Azas Kontinuitas

*fluida yang tak termampatkan dan mengalir dalam keadaan tunak, maka laju aliran volume di setiap waktu sama besar*

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

Dengan

$$A_1 : \text{Luas penampang di titik 1 (m}^2\text{)}$$

$$A_2 : \text{Luas penampang di titik 2 (m}^2\text{)}$$

$$v_1 : \text{kecepatan pada titik 1 (m/s)}$$

$$v_2 : \text{kecepatan pada titik 2 (m/s)}$$

#### 4. Azas Bernaulli

Jumlah tekanan, energi kinetik per satuan volume, dan energi potensial per satuan volume memiliki nilai yang sama di setiap titik sepanjang aliran fluida ideal

Secara matematis dapat dinyatakan dengan

$$P + \rho g h + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{konstan}$$

P adalah tekanan (Pascal)

$\rho$  adalah massa jenis fluida ( $\text{kg/m}^3$ )

v adalah kecepatan fluida (m/s)

g adalah percepatan gravitasi ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ )

h adalah ketinggian (m)

## D. Latihan Soal

Soal

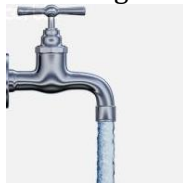
1. Air terjun setinggi 8 m dengan debit 10 m<sup>3</sup>/s dimanfaatkan untuk memutar generator listrik mikro. Jika 10% air berubah menjadi energi listrik. Jika  $g = 10 \text{ m/s}^2$  dan massa jenis air 1000 kg/m<sup>3</sup>, berapakah daya keluaran generator ?

Pada sebuah penampung air yang berbentuk tabung dengan jari-jari 4 dm, dan tinggi 21 dm diisi air sampai penuh selama 10 menit dengan menggunakan selang. Berapakah debit air dari selang tersebut?  
Perhatikan gambar berikut!



Fluida mengalir pada pipa seperti gambar di atas. Jika kecepatan aliran fluida pada penampang besar 5 m/s. Berapakah kecepatan aliran fluida pada penampang kecil jika diameter penampang besar dua kali diameter penampang kecil

2. Perhatikan gambar berikut!



Air mengalir dari pipa yang berjari jari 3 cm dan keluar melalui sebuah keran yang berjari jari 1 cm. Jika kecepatan air keluar keran 3 m/s. berapakah kecepatan air dalam pipa?

Pembahasan

Pembahasan soal nomor 1

Diketahui :

$$\eta = 10 \%$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$h = 8 \text{ m}$$

$$Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ditanyakan

P=..?

Jawab

$$\begin{aligned} P &= \eta W/t \\ &= \eta mgh/t \\ &= \eta \rho V gh/t \quad \text{karena} \quad Q = \frac{V}{t}, \text{ maka} \\ &= \eta \rho Qg h \\ &= 10\%.1000.10.10. 8 \\ &= 0,1.800.000 \\ &= 80.000 \text{ Watt} \\ &= 80 \text{ KW} \end{aligned}$$

Pembahasan soal no 2

Diket :

$$r = 4 \text{ dm} = 0,4 \text{ m}$$

$$h = 21 \text{ dm} = 21 \cdot 10^{-1} \text{ m}$$

$$t = 10 \text{ menit} = 600 \text{ detik}$$

Rumus Volume sebuah tabung

$$V = \pi r^2 \times h$$

$$\text{Volume air} = \text{Volume tabung}$$

$$\text{Debit} \times \text{waktu} = 22/7 \cdot (0,4)^2 \cdot 21$$

$$Q \cdot t = 22 \cdot 0,163$$

$$Q \cdot 600 = 10,56$$

$$Q = 10,56/600$$

$$= 0,0176 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 17,6 \text{ dm}^3/\text{s}$$

$$= 17,6 \text{ liter/ s}$$

Pembahasan soal no 3

Diketahui :

$$V_1 = 5 \text{ m/s}$$

$$D_1 = 2D_2$$

Ditanyakan

$$V_2 = \dots ?$$

Jawab

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

$$V_2 = \frac{A_1}{A_2} V_1, \text{ karena } A = \frac{1}{4} \pi D^2, \text{ maka}$$

$$= \frac{D_1^2}{D_2^2} V_1$$

$$= \frac{2D_1^2}{D_2^2} 5$$

$$= 10 \text{ m/s}$$

Pembahasan nomor 4

Diketahui

$$R_1 = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$$

$$R_2 = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$$

$$V_2 = 3 \text{ m/s}$$

Ditanyakan

$$V_1 = \dots ?$$

Jawab

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

$$V_1 = \frac{A_2}{A_1} V_2 \text{ karena } A = \pi r^2, \text{ maka}$$

$$V_1 = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 V_2$$

$$= \left(\frac{0,01}{0,03}\right)^2 \cdot 3$$

$$= 0,33 \text{ m/s}$$



**E. Penilaian Diri**

NO	PERNYATAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya sudah mampu mengaplikasikan konsep Debit dalam menyelesaikan masalah pengisian air dalam bak		
2	Saya sudah mampu menentukan energi listrik yang dihasilkan pada generator dengan konsep debit fluida		
3	Saya sudah mampu menggunakan azas kontinuitas dalam menentukan kecepatan aliran air dalam pipa		
4	Saya sudah dapat mengaplikasikan Hukum Bernaulli dalam menentukan tekanan dalam pipa		

Jika jawaban kalian sudah “ya” minimal 3 maka lanjutkan pada pembelajaran berikutnya, jika jawaban “ya “ kalian kurang dari 3, pelajari lagi materi yang masih dijawab ‘ tidak’ dan kerjakan latihan soalnya kembali.

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

### PENERAPAN AZAS BERNOULLI

#### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan peserta didik mampu :

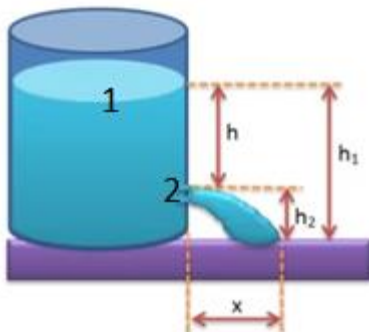
1. Mengaplikasikan Azas Bernaulli dalam menyelesaikan permasalahan tangki air yang berlubang
2. Menggunakan Azas Bernaulli dalam menyelesaikan permasalahan pada Venturimeter
3. Menerapkan Azas Bernaulli dalam menyelesaikan permasalahan pada tabung pitot
4. Mengaplikasikan Azas Bernaulli dalam menyelesaikan permasalahan pada gaya angkat pesawat terbang

#### B. Uraian Materi

Aplikasi Azas Bernaulli banyak ditemui dalam kehidupan sehari-hari diantaranya tangki air berlubang, Venturimeter, tabung pitot dan aliran udara pada sayap pesawat terbang.

##### 1. Tangki air berlubang

Sebuah tabung berisikan fluida dengan ketinggian permukaan fluida dari dasar adalah  $h$ . Memiliki lubang kebocoran pada ketinggian  $h_2$  dari dasar tabung.



Jika permukaan fluida dianggap sebagai permukaan 1 dan lubang kebocoran sebagai permukaan 2, maka berdasarkan Azas Bernaulli:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Karen  $P_1 = P_2$  dan  $v_1 = 0$ , maka ( $v_1 \ll \ll \ll v_2$ )

$$\rho g h_1 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$g h_1 = \frac{1}{2} v_2^2 + g h_2$$

$$\frac{1}{2} v_2^2 = g h_1 - g h_2$$

$$v_2^2 = 2g(h_1 - h_2)$$

$$v_2 = \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

dimana

$v_2$  = besar kecepatan aliran fluida keluar dari tabung (m/s)

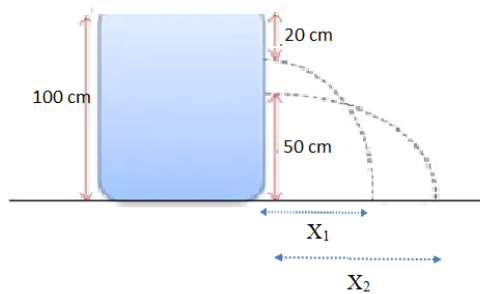
$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$h_1$  = ketinggian fluida dari dasar tabung (m)

$h_2$  = ketinggian lubang kebocoran dari dasar tabung (m)

**Contoh Soal**

Sebuah tabung berisi zat cair sampai penuh. Pada dinding tabung terdapat dua lubang kecil pada ketinggian seperti terlihat pada gambar sehingga zat cair memancar keluar dari lubang dengan jarak horisontal  $X_1$  dan  $X_2$ . Berapakah perbandingan  $X_1$  dan  $X_2$ ?



**Pembahasan**

Diketahui :

$h = 100 \text{ cm}$

Lubang 1,  $h_1 = 20 \text{ m}$

Lubang 2,  $h_1 = 50 \text{ cm}$

Ditanyakan

$X_1 : X_2 = \dots ?$

Jawab

$$\begin{aligned} X_1 : X_2 &= 2 \sqrt{h_1(h-h_1)} : 2 \sqrt{h_1(h-h_1)} \\ &= \sqrt{20(100-20)} : \sqrt{50(100-50)} \\ &= \sqrt{1600} : \sqrt{2500} \\ &= 40 : 50 \\ &= 4 : 5 \end{aligned}$$

**2. Pipa Venturimeter**

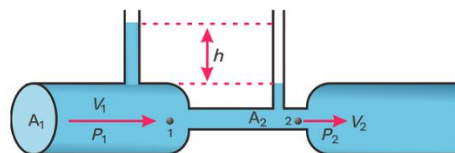
Alat ini digunakan untuk mengukur laju aliran suatu cairan dalam sebuah pipa.

Pada dasarnya, alat ini menggunakan pipa yang mempunyai bagian yang menyempit.

Ada 2 macam venturimeter yaitu

1. Venturimeter tanpa manometer
2. Venturimeter dengan manometer

a. Venturimeter tanpa manometer



Menggunakan Azas Bernauli ,maka

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho gh_2$$

Karena  $h_1 = h_2$ , maka

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$

Karena  $P_1 - P_2 = \rho gh$  dan  $v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1$  maka

$$v_1 = \sqrt{\frac{2gh}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2gh}{\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 - 1}}$$

dengan :

$v_1$  = besar kecepatan fluida melalui pipa dengan luas penampang  $A_1$  (m/s)

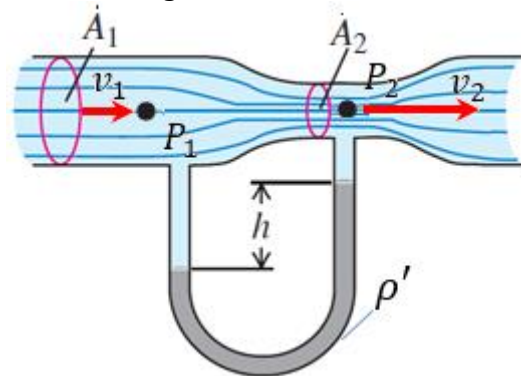
$v_2$  = besar kecepatan fluida melalui pipa dengan luas penampang  $A_2$  (m/s)

$h$  = selisih ketinggian fluida (m)

$A_1$  = luas penampang 1 (m<sup>2</sup>)

$A_2$  = luas penampang 2 (m<sup>2</sup>)

b. Venturimeter dengan manometer



Bila venturimeter dilengkapi dengan manometer (pipa U yang berisi zat cair lain, maka kecepatan fluida ditentukan dengan persamaan:

$$v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2(\rho' - \rho) gh}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}}$$

dengan

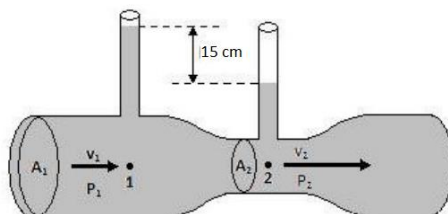
$\rho'$  = massa jenis fluida pada manometer (kg/m<sup>3</sup>)

$\rho$  = massa jenis fluida yang diukur kecepatannya (kg/m<sup>3</sup>)

$h$  = perbedaan tinggi fluida pada manometer (m)

Contoh Soal

Perhatikan gambar berikut!



Sebuah venturimeter memiliki luas penampang besar  $10 \text{ cm}^2$  dan luas penampang kecil  $5 \text{ cm}^2$ . Hitunglah besar kecepatan aliran air pada penampang besar dan penampang kecil ! ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

Pembahasan

Diketahui

$$A_1 = 10 \text{ cm}^2 = 10 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_2 = 5 \text{ cm}^2 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$h = 15 \text{ cm} = 15 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanyakan  $V_1$  dan  $V_2$ ..?

$$v_1 = \sqrt{\frac{2gh}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 15 \cdot 10^{-2}}{\left(\frac{10 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-4}}\right)^2 - 1}}$$

$$= 1 \text{ m/s}$$

Untuk menentukan  $v_2$  gunakan persamaan kontinuitas

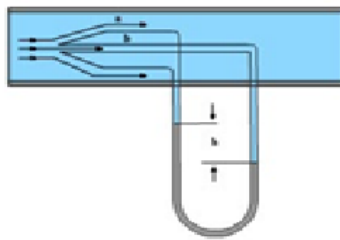
$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$10 \cdot 10^{-4} \cdot 1 = 5 \cdot 10^{-4} \cdot v_2$$

$$V_2 = 2 \text{ m/s}$$

### 3. Tabung pitot

Tabung pitot merupakan alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran suatu gas atau udara. Berikut ditunjukkan gambar tabung pitot yang dilengkapi dengan manometer yang berisi zat cair.



Zat cair yang berada pada pipa U mempunyai beda ketinggian  $h$  dan massa jenis  $\rho'$ . Bila massa jenis udara yang mengalir adalah  $\rho$  dengan kelajuan  $v$  maka

$$V = \sqrt{\frac{2gh\rho'}{\rho}}$$

Dengan

$V$  = besar kecepatan aliran udara/gas (m/s)

$\rho'$  = massa jenis zat cair dalam manometer ( $\text{kg/m}^3$ )

$\rho$  = massa jenis udara/gas ( $\text{kg/m}^3$ )

$h$  = selisih tinggi permukaan kolom zat cair dalam manometer(m)

## Contoh Soal

Sebuah tabung pitot digunakan untuk mengukur kelajuan aliran gas oksigen yang mempunyai massa jenis  $1,43 \text{ kg/m}^3$  dalam sebuah pipa. Jika perbedaan tinggi zat cair pada kedua kaki manometer adalah  $5 \text{ cm}$  dan massa jenis zat cair  $13.600 \text{ kg/m}^3$ , hitunglah kelajuan aliran gas pada pipa tersebut !

## Pembahasan

Diketahui :

$$\rho = 1,43 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho' = 13.600 \text{ kg/m}^3$$

$$h = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

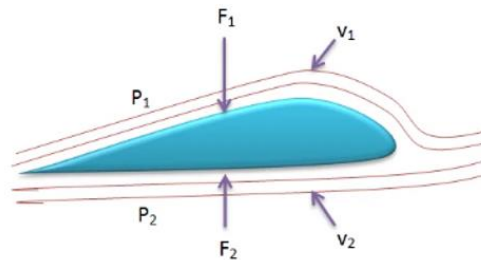
$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanyakan  $v$  ?

Jawab

$$\begin{aligned} V &= \sqrt{\frac{2\rho'gh}{\rho}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \cdot (13.600) \cdot (10) \cdot (0,05)}{1,43}} \\ &= 97,52 \text{ m/s} \end{aligned}$$

## 4. Sayap pesawat terbang



Gaya angkat pesawat diperoleh karena tekanan di bawah sayap lebih besar dari pada tekanan di atas sayap, hal itu disebabkan karena perbedaan bentuk sayap pesawat yang lebih melengkung di bagian bawah pesawat sehingga kecepatan dibagian bawah sayap lebih kecil dari pada dibagian atas sayap. Desain sayap pesawat yang berbentuk aerodinamik menyebabkan kelajuan udara di atas sayap  $v_1$  lebih besar daripada di bawah sayap  $v_2$ , sehingga Dengan menggunakan Azas Bernoulli untuk sayap pesawat dibagian atas dan sayap pesawat di bagian bawah dimana tidak terdapat perbedaan ketinggian sehingga energi potensialnya sama-sama nol, didapat:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$$P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2)$$

$$F_{\text{angkat}} = F_2 - F_1 = \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2) A$$

Dimana:

$$F_{\text{angkat}} = F_2 - F_1 = \text{gaya angkat pesawat (N)}$$

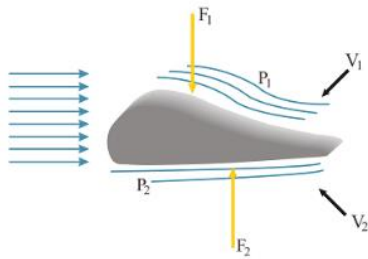
$$\rho = \text{massa jenis udara (kg/m}^3\text{)}$$

$$A = \text{luas sayap pesawat (m}^2\text{)}$$

$$v_1 = \text{kecepatan aliran udara di atas sayap (m/s)}$$

$$v_2 = \text{kecepatan aliran udara di bawah sayap (m/s)}$$

Contoh soal



Jika kecepatan aliran udara di bagian bawah sayap pesawat terbang 60 m/s, dan selisih tekanan atas dan bawah sayap 10 N/m, berapakah kecepatan aliran udara di bagian atas sayap pesawat ? ( $\rho_{\text{udara}} = 1,29 \text{ kg/m}^3$ )

Pembahasan

Diketahui :

$$V_2 = 60 \text{ m/s}$$

$$P_2 - P_1 = 10 \text{ N/m}$$

Ditanyakan

$V_1 \dots?$

Jawab

$$P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2)$$

$$10 = \frac{1}{2} \cdot 1,29 (v_1^2 - 60^2)$$

$$\frac{20}{1,29} = v_1^2 - 60^2$$

$$V_1 = 60,13 \text{ m/s}$$

### C. Rangkuman

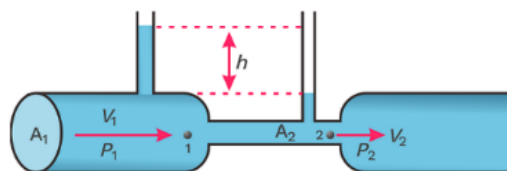
#### 1. Tangki air berlubang

Sebuah tabung berisikan fluida dengan ketinggian permukaan fluida dari dasar adalah  $h$ . Memiliki lubang kebocoran pada ketinggian  $h_2$  dari dasar tabung.

Kecepatan aliran fluida keluar dari tabung

$$v = \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

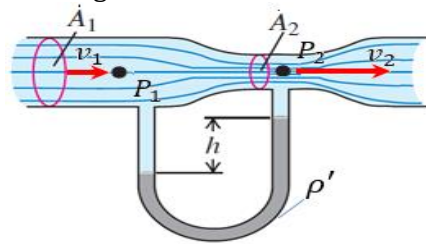
#### 3. Venturimeter tanpa manometer



$$V_1 = \sqrt{\frac{2gh}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}}$$

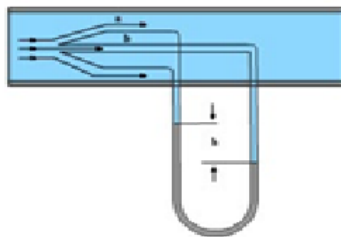
$$V_2 = \sqrt{\frac{2gh}{\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 - 1}}$$

Venturimeter dengan manometer



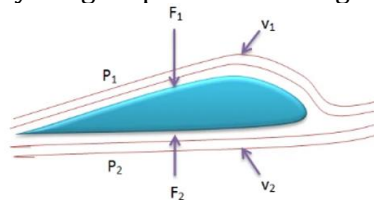
$$v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2(\rho' - \rho) gh}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}}$$

4. Tabung pitot



$$v = \sqrt{\frac{2gh\rho'}{\rho}}$$

5. Gaya angkat pesawat terbang



$$F_{\text{angkat}} = F_2 - F_1 = \frac{1}{2} \rho(v_1^2 - v_2^2) A$$

**D. Penugasan Mandiri**

Judul Percobaan : Aplikasi Hukum Bernaulli

Alat dan Bahan:

1. Botol plastik bekas ukuran 1,5 liter atau lebih
2. paku untuk melubangi botol
3. Mistar/penggaris
4. air

Langkah kerja

Lakukan pengamatan dan buatlah analisa dari hasil pengamatan kalian.

1. Lubangi dinding botol dengan paku. Buat 3 lubang secara vertikal



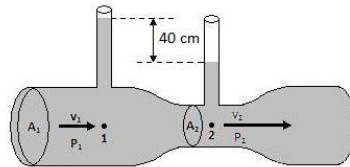
2. Jarak antar lubang harus sama
3. Beri nomor tiap lubang dengan no 1 paling atas
4. Tutup lubang dengan tangan , kemudian isi botol dengan air
5. Buka secara bersamaan ketiga lubang dan beri tanda di titik mana saat pertama air jatuh di tanah dari tiap lubang
6. Ukur secara horisontal jarak mendatar dari dinding botol ke titik jatuhnya air ( $X_1, X_2$  dan  $X_3$ )
7. Bandingkan antara  $X_1, X_2$  dan  $X_3$

Pertanyaan dan Tugas

1. Ketika ketiga lubang dibuka bagaimana panjang aliran air horisontal dari ketiga lubang tersebut?
2. Apa hubungan antara tinggi lubang dari tanah dengan panjang aliran air horisontal?

## E. Latihan Soal

1. Sebuah tangki berisi air setinggi 11 m, pada dinding tangki terdapat lubang kecil berjarak 1 m dari dasar tangki. Jika  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , berapakah kecepatan air yang keluar dari lubang ?
2. Sebuah venturimeter memiliki luas penampang besar  $18 \text{ cm}^2$  dan luas penampang kecil  $6 \text{ cm}^2$  digunakan untuk mengukur kecepatan aliran air. Jika perbedaan ketinggian air seperti ditunjukkan pada gambar, hitunglan kecepatan aliran air di penampang besar dan penampang kecil!



3. Perbedaan ketinggian raksa pada bagian manometer tabung pitot 2 cm. Jika massa jenis udara/gas yang masuk ke dalam tabung 1,98, berapakah kecepatan aliran udara/gas tersebut? ( $\rho_{\text{raksa}} = 13.600 \text{ kg/m}^3$ )
4. Perbedaan tekanan udara antara atas dan bawah pesawat 20 N/m. Jika kecepatan aliran udara dibawah sayap 70 m/s, berapakah kecepatan aliran udara di atas sayap pesawat ? ( $\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$ )

**Pembahasan**

## Pembahasan soal no 1

Diketahui :

$$h_1 = 11 \text{ m}$$

$$h_2 = 1 \text{ m}$$

Ditanyakan

$$V = \text{..?}$$

Jawab

$$\begin{aligned}
 V &= \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \\
 &= \sqrt{2 \cdot 9,8 (11 - 1)} \\
 &= \sqrt{196} \\
 &= 14 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

## Pembahasan soal no 2

Diketahui

$$A_1 = 18 \text{ cm}^2 = 18 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_2 = 6 \text{ cm}^2 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$h = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

Ditanyakan

$$V_1 \text{ dan } v_2 \text{ ..?}$$

$$\begin{aligned}
 v_1 &= \sqrt{\frac{2gh}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 0,4}{\left(\frac{18 \cdot 10^{-4}}{6 \cdot 10^{-4}}\right)^2 - 1}} \\
 &= \sqrt{8} \\
 &= 1 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

## Pembahasan soal no 3

Diketahui :

$$h = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

$$\rho = 1,98 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho' = 13.600 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan

$$V_1 = \text{..?}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \sqrt{\frac{2gh\rho'}{\rho}} \\
 V &= \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 0,02 \cdot 13.600}{1,98}} \\
 &= \sqrt{2.747,47} \\
 &= 52,42 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

## Pembahasan soal no 4

Diketahui :

$$P_2 - P_1 = 20 \text{ N/m}$$

$$V_2 = 70 \text{ m/s}$$

$$\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan

$$V_1 = \dots ?$$

$$\begin{aligned} P_2 - P_1 &= \frac{1}{2} \rho \cdot (v_1^2 - v_2^2) \\ 20 &= \frac{1}{2} \cdot 1,29 \cdot (v_1^2 - 70^2) \\ 31,008 &= v_1^2 - 4900 \\ V_1 &= 70,22 \text{ m/s} \end{aligned}$$

## F. Penilaian Diri

NO	PERNYATAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya mampu mengaplikasikan Azas Bernauli dalam menyelesaikan permasalahan tangki air yang berlubang		
2	Saya mampu menggunakan Azas Bernauli dalam menyelesaikan permasalahan pada Venturimeter		
3	Saya mampu menerapkan Azas Bernauli dalam menyelesaikan permasalahan pada tabung pitot		
4	Saya mampu mengaplikasikan Azas Bernauli dalam menyelesaikan permasalahan pada gaya angkat pesawat terbang		

Jika kalian sudah menjawab “ya” minimal 3 maka lanjutkan dengan mengerjakan evaluasi, tetapi jika belum coba ulangi lagi mempelajari materi dan mengerjakan soal latihannya lagi.

## EVALUASI

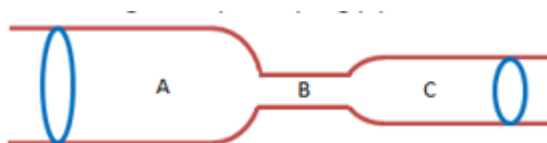
- Sebuah bak yang volumenya  $1 \text{ m}^3$  dialiri air melalui sebuah keran yang mempunyai luas penampang  $2 \text{ cm}^2$  dengan kecepatan aliran  $10 \text{ m/s}$ . Bak tersebut akan terisi air penuh dalam waktu ... .  
 A. 250 sekon  
 B. 500 sekon  
 C. 600 sekon  
 D. 750 sekon  
 E. 750 sekon
- Air terjun setinggi  $10 \text{ m}$  dengan debit  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  dimanfaatkan untuk memutar turbin yang menggerakkan generator listrik. Jika  $25\%$  energi air dapat berubah  
 A.  $0,50 \text{ MW}$   
 B.  $1,00 \text{ MW}$   
 C.  $1,25 \text{ MW}$   
 D.  $1,30 \text{ MW}$   
 E.  $1,50 \text{ MW}$

- Perhatikan gambar berikut!



Sebuah zat cair dialirkan melalui pipa berbentuk seperti gambar. Jika luas penampang  $A_1 = 8 \text{ cm}^2$  dan  $A_2 = 2 \text{ cm}^2$  serta laju zat cair  $v_2 = 2 \text{ m/s}$ , berapakah besar laju aliran kalor  $v_1$ ?

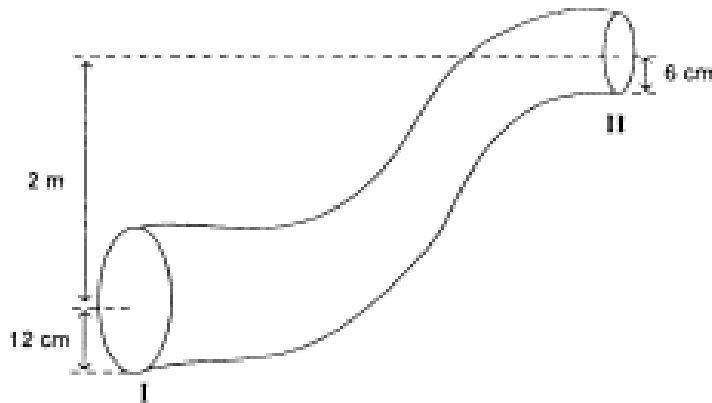
- $0,5 \text{ m/s}$
  - $1,0 \text{ m/s}$
  - $1,5 \text{ m/s}$
  - $2,0 \text{ m/s}$
  - $2,5 \text{ m/s}$
- Perhatikan gambar penampang pipa berikut!



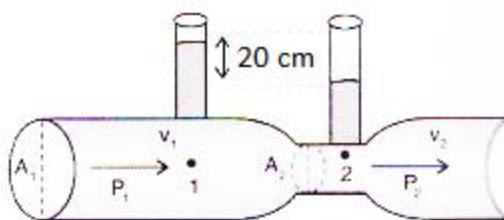
Air mengalir dari pipa A ke B kemudian ke C. Perbandingan luas penampang A dengan penampang C adalah  $8 : 3$ . Jika kecepatan aliran di penampang A adalah  $v$ , maka kecepatan aliran pada pipa C adalah ... .

- $1/8 V$
  - $3/8 V$
  - $V$
  - $8/3 V$
  - $8V$
- Pada gambar dibawah ini, air dipompa dengan kompresor bertekanan  $120 \text{ kPa}$  memasuki pipa bagian bawah (1) dan mengalir ke atas dengan kecepatan  $1 \text{ m.s}^{-1}$

<sup>1</sup> ( $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  dan massa jenis air  $1000 \text{ kg.m}^{-3}$ ). Tekanan air pada pipa bagian atas (II) adalah....



- A. 52,5 kPa
  - B. 67,5 kPa
  - C. 80,0 kPa
  - D. 92,5 kPa
  - E. 107,5 kPa
6. Pada dinding sebuah tangki yang berisi air terdapat lubang pada ketinggian 1 m dari dasar tangki. Jika kecepatan air yang keluar dari lubang  $14 \text{ m/s}$  dan  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , maka tinggi tangki tersebut adalah ...
- A. 30 m
  - B. 25 m
  - C. 20 m
  - D. 11 m
  - E. 5 m
7. Saat kecepatan aliran sungai  $20 \text{ m/s}$ , perbedaan tinggi raksa dalam manometer pada venturimeter adalah 3 cm. Tiba tiba perbedaan tinggi raksa 6 cm, maka kecepatan aliran sungai sekarang adalah ...
- A.  $40 \text{ m/s}$
  - B.  $20\sqrt{2} \text{ m/s}$
  - C.  $20 \text{ m/s}$
  - D.  $10 \text{ m/s}$
  - E.  $10 \cdot \sqrt{2} \text{ m/s}$
8. Perhatikan gambar berikut!

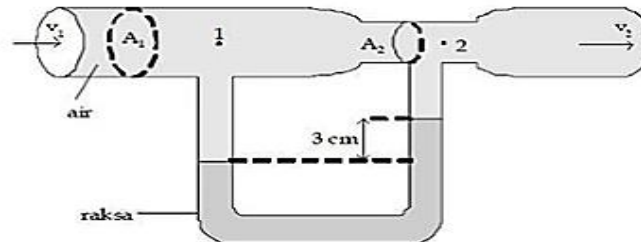


Sebuah venturimeter tanpa manometer menunjukkan selisih ketinggian permukaan fluida seperti gambar. Jika luas penampang pipa besar  $5 \text{ cm}^2$  dan luas penampang pipa kecil  $3 \text{ cm}^2$ , maka kecepatan aliran fluida pada penampang pipa besar adalah ...

- A.  $1,0 \text{ m/s}$
- B.  $1,5 \text{ m/s}$

- C. 2,0 m/s
- D. 2,5 m/s
- E. 3,0 m/s

9. Air mengalir dalam sebuah venturimeter dengan manometer seperti gambar.



Jika luas penampang besar (titik 1)  $100 \text{ cm}^2$  dan luas penampang kecil (titik 2)  $60 \text{ cm}^2$  dan perbedaan tinggi raksa pada manometer  $3 \text{ cm}$ , maka kecepatan air yang masuk pada penampang 1 adalah ... ( $\rho_{\text{raksa}} = 13.600 \text{ kg/m}^3$ ,  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$  dan  $\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ )

- A. 0,08 m/s
  - B. 0,12 m/s
  - C. 0,16 m/s
  - D. 0,32 m/s
  - E. 0,42 m/s
10. Sebuah sayap pesawat terbang memerlukan gaya angkat per satuan luas  $1.300 \text{ N/m}^2$ . Kelajuan aliran udara ( $\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$ ) sepanjang permukaan bawah sayap adalah  $200 \text{ m/s}$ . Berapakah laju aliran udara sepanjang permukaan atas sayap agar dapat menghasilkan gaya angkat tersebut?
- A. 244,9 m/s
  - B. 102,5 m/s
  - C. 51,25 m/s
  - D. 26,20 m/s
  - E. 16,20 m/s

**KUNCI JAWABAN EVALUASI**

1. B
2. C
3. A
4. D
5. D
6. D
7. B
8. B
9. C
10. A



## DAFTAR PUSTAKA

M Farchani Rasyid dkk,2008,Kajian Konsep Fisika2, Bandung,Platinum  
Sunardi, Lilis Juani,2014,Buku Siswa Fisika SMA/MA Kelas XI, Bandung, Yrama Widya  
<https://tanya-tanya.com/rangkuman-fluida-dinamis-contoh-soal-pembahasan/>  
<https://www.zenius.net/prologmateri/fisika/a/305/venturimeter-dengan-manometer>  
<https://www.coursehero.com/file/p2ea2qrt/>