



INTERACTIVE WORKSHEET

FLUIDA DINAMIS

Untuk Kelas XI Semester I



Kelas :

Anggota :

Petunjuk Penggunaan LKPD untuk Peserta Didik

1. Peserta didik diberikan LKPD untuk dibaca dan memahami LKPD dengan seksama
2. Peserta didik melakukan setiap kegiatan dalam LKPD
3. Setiap pertanyaan dalam LKPD dikerjakan
4. Jika menemui kesulitan dalam pembelajaran, catat dan tanyakan pada guru atau cari referensi lain

Petunjuk Penggunaan LKPD untuk Guru

1. Menjelaskan petunjuk penggunaan LKPD berbasis CLIS kepada peserta didik
2. Melakukan pembelajaran mengacu pada 5 langkah dari model CLIS yaitu: orientasi, pemunculan gagasan, penyusunan ulang gagasan, penerapan gagasan, dan pemantapan gagasan
3. Guru menjadi fasilitator dalam pembelajaran
4. Guru mengarahkan peserta didik untuk menjawab pertanyaan hasil pengamatan

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa dapat menyelidiki hubungan antara besaran yang terdapat pada persamaan kontinuitas
2. Siswa dapat menyelidiki hubungan antara ketinggian fluida pada tabung toricelli yang berlubang dengan kecepatan fluida yang memancar
3. Siswa mampu melakukan percobaan dan mempresentasikan data hasil percobaan

Langkah-langkah Model *Children Learning in Science*

1 Orientasi

2 Pemunculan Gagasan

**3 Penyusunan Ulang
Gagasan**

4 Penerapan Gagasan

5 Pemantapan Gagasan

Materi

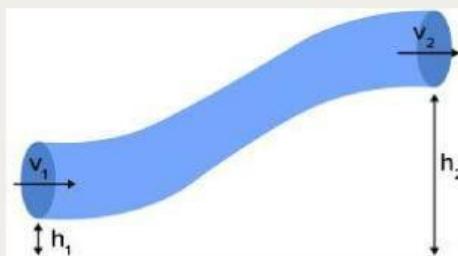
Penerapan Azas Bernoulli

1. Azas Bernoulli

Perhatikan gambar berikut.



Terlihat dalam gambar, beberapa petugas pemadam kebakaran sedang berusaha memadamkan api yang membakar sebuah tempat 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?

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

$$W_1 - W_2 + W_3 = E_k_2 - E_k_1$$

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.

$$P_1 \cdot A_1 \cdot l_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot l_2 + mhg_1 - mhg_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$P_1 \cdot A_1 \cdot l_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot l_2 + \rho \cdot A_1 \cdot l_1 gh_1 - \rho \cdot A_2 l_2 gh_2 = \frac{1}{2} \rho \cdot v_2 \cdot l_2 v_2^2 - \frac{1}{2} \rho \cdot A_1 \cdot l_1 \cdot v_1^2$$

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

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

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

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

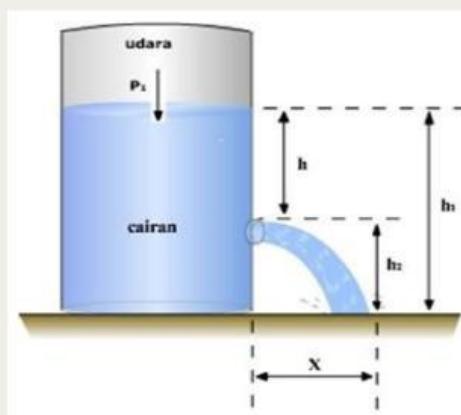
$$P + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{konstan}$$

Keterangan :

P	= tekanan (Pascal)
ρ	= Massa jenis fluida (kg/m^3)
v	= kecepatan fluida (m/s)
g	= kecepatan gravitasi ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$)
h	= 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 secara lengkap sebagai berikut.

2. Tangki Air Berlubang



Sebuah tabung berisikan fluida dengan ketinggian permukaan fluida dari dasar adalah h_1 . 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 Bernoulli:

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

Karena $P_1 = P_2$ dan $v_1 = 0$, maka ($v_1 < V_2$)

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

$$gh_1 = \frac{1}{2} v_2^2 + gh_2$$

$$\frac{1}{2} v_2^2 = gh_1 - gh_2$$

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

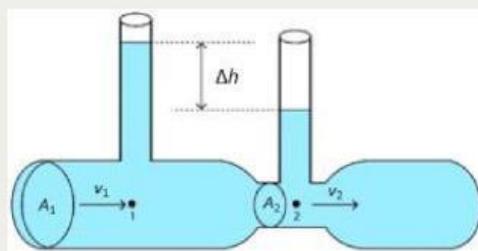
$$v_2 = \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

Keterangan : v_2 = besar kecepatan aliran fluida keluar dari tabung (m/s)
 g = Percepatan gravitasi (m/s²)
 h_1 = ketinggian fluida dari dasar tabung (m)
 h_2 = Ketinggian lubang kebocoran dari dasar tabung (m)

3. 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. Terdapat 2 jenis venturimeter yaitu, venturimeter tanpa manometer dan venturimeter dengan manometer.

a. Venturi tanpa manometer



Menggunakan Azas Bernoulli, 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

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

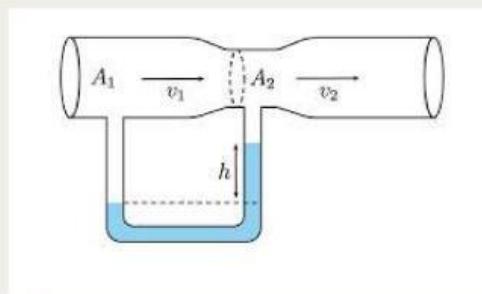
$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$

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

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

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

b. Venturi dengan manometer



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

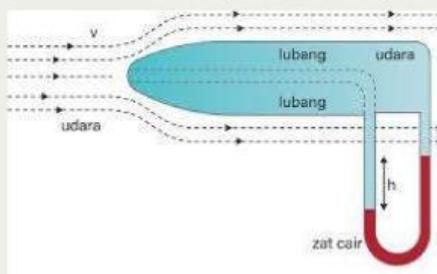
$$v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2(\rho' - \rho)gh}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}}$$

Keterangan :

ρ' = Massa jenis fluida pada manometer (Kg/m^3)

ρ = Massa jenis fluida pada manometer (Kg/m^3)

4. 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 ρ' . Bila massa jenis udara yang mengalir adalah ρ dengan kelajuan v maka:

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

Keterangan :

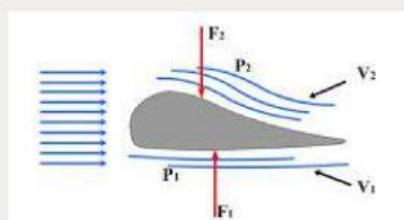
v = besar kecepatan aliran udara/gas (m/s)

ρ' = massa jenis zat cair dalam manometer (kg/m^3)

ρ = massa jenis udara/gas (kg/m^3)

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

5. 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:

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

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

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

Keterangan:

F_{angkat} = gaya angkat pesawat (N)

ρ = massa jenis udara (Kg/m³)

A = luasan sayap pesawat (m²)

v_1 = kecepatan aliran udara di atas sayap (m/s)

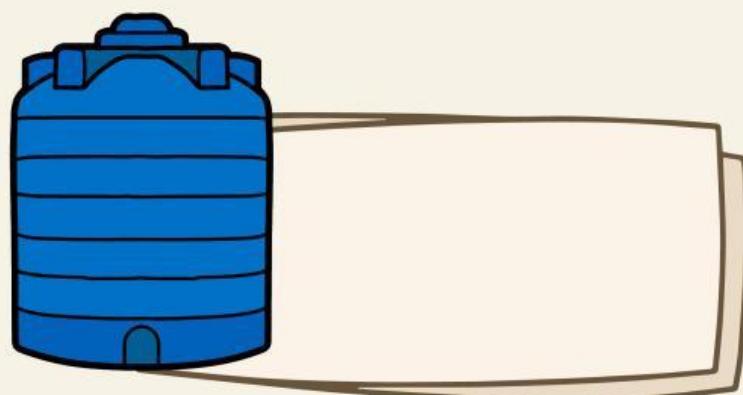
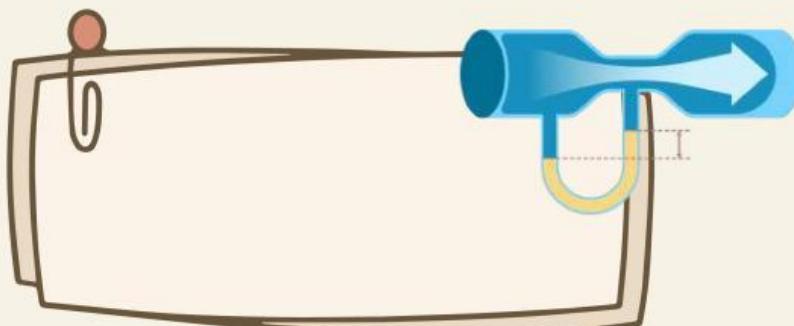
v_2 = kecepatan aliran udara di bawah sayap (m/s)

ORIENTASI



Ayo Mengamati

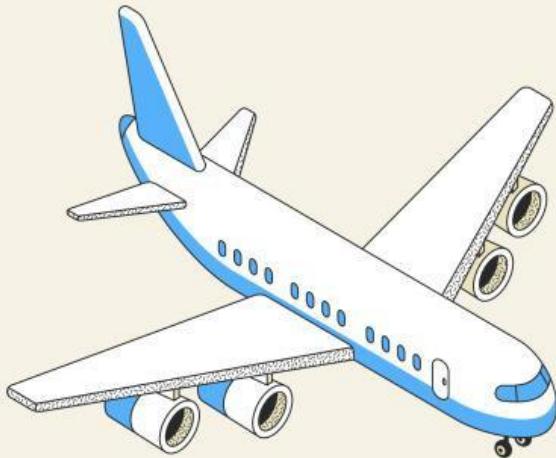
Amatilah gambar dibawah, Lalu tuliskanlah kegunaan benda sesuai dengan yang kamu ketahui!



PEMUNCULAN GAGASAN



Ayo Selidiki



Bagaimana pesawat tersebut dapat terbang? Apa yang membuat fenomena tersebut terjadi?

Jawab :

PENYUSUNAN ULANG GAGASAN



Ayo Berpikir



Kelajuan fluida paling besar terjadi pada pipa dalam keadaan?

Sempit

Luas



Alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran suatu cairan dalam sebuah pipa adalah?

Tabung Pitot

Pipa Venturi

PENERAPAN GAGASAN



Ayo Mencoba

TUJUAN

Menyelidiki hubungan antara ketinggian fluida pada tabung toricelli yang berlubang dengan kecepatan fluida yang memancar

ALAT & BAHAN

- Laptop/Handphone
- Browser
- PhET Virtual Laboratory "Fluid Pressure and Flow"

LANGKAH PERCOBAAN

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk melakukan percobaan
2. Buka simulasi percobaan pada aplikasi PhET Virtual Laboratory "Fluid Pressure and Flow" pada link berikut ini :
<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/fluid-pressure-and-flow/latest/fluid-pressure-and-flow.html?simulation=fluid-pressure-and-flow>
3. Pilih "Water Tower" pada simulasi PhET



4. Klik keran untuk mengisi tabung dengan air hingga penuh



5. Centang "ruler" hingga muncul penggaris dan letakkan disamping tabung

6. Letakkan juga manometer dan speedometer seperti gambar di bawah



7. Buka kran air bagian bawah tabung dan klik pause

8. Isi data pada tabel pengamatan dibawah ini.

DATA HASIL PERCOBAAN

Percobaan 1. Pengaruh ketinggian fluida terhadap kecepatan pancaran fluida

No	Ketinggian Tabung	Jarak Pancaran

Percobaan 2. Pengaruh ketinggian tabung dengan jarak pancar fluida

No	Ketinggian Fluida	Massa Jenis	Kecepatan	Tekanan

PEMANTAPAN GAGASAN



Ayo Berdiskusi

1. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan, jelaskan hubungan antara ketinggian fluida dengan kecepatan pancaran fluida!

2. Jelaskan pengaruh ketinggian tabung terhadap jarak pancaran fluida di tanah!

3. Jika jenis fluidanya diganti, apakah terjadi perubahan pada tekanan fluidanya?

4. Jika jenis fluidanya diganti, apakah terjadi perubahan pada kecepatan pancaran fluida?



Kesimpulan

