

# MANUAL BOOK

Eksplorasi Virtual PhET pada Materi  
Prinsip Bernoulli dan Toricelli dengan  
Model Guided Discovery Learning

Disusun oleh

Desti Septiani  
Mahsya Aulia Putri S  
Muhamad Hardiansyah N A  
Muhamad Zein Abiyyu A

**2025**

## **DAFTAR ISI**

DAFTAR ISI.....	i
A. Pendahuluan.....	1
B. Bahan Ajar.....	2
1. Prinsip Bernoulli.....	2
2. Teorema Torricelli.....	4
C. Petunjuk Penggunaan Simulasi PhET.....	6
D. Langkah-Langkah Guided Discovery.....	10
DAFTAR PUSTAKA.....	19

## **A. Pendahuluan**

Manual book merupakan salah satu media yang sangat penting dalam mendukung proses belajar mengajar, khususnya dalam materi fluida dinamis yang memiliki konsep abstrak dan kompleks. Buku panduan ini dirancang untuk memudahkan guru dan peserta didik dalam memahami konsep aliran fluida khususnya pada prinsip Bernoulli melalui pendekatan pembelajaran Guided Discovery Learning yang interaktif dan mandiri.

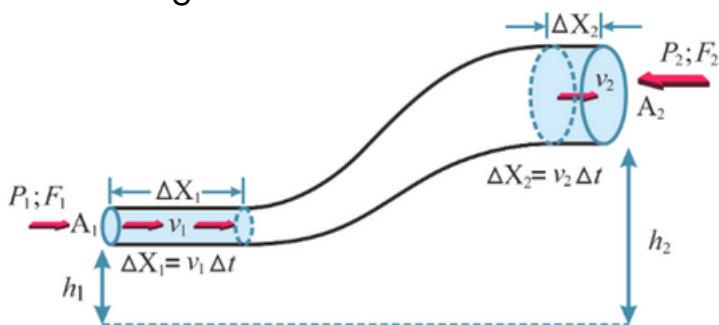
Penyusunan manual book ini mengikuti sistematika yang terstruktur agar memudahkan guru dan peserta didik dalam menggunakannya sebagai panduan belajar. Sistematika ini mencakup bahan ajar, petunjuk penggunaan simulasi, dan langkah-langkah pembelajaran Guided Discovery Learning. Setiap bagian disusun secara sistematis untuk mengarahkan peserta didik dalam proses pembelajaran yang efektif dan menyenangkan, sekaligus membantu guru dalam mengelola pembelajaran berbasis simulasi secara optimal.

Dengan sistematika yang jelas dan terarah, manual book ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa terhadap materi fluida dinamis serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis melalui kegiatan eksplorasi simulasi secara mandiri maupun kolaboratif.

## B. Bahan Ajar Prinsip Bernoulli

### 1. Prinsip Bernoulli

Pernahkah kalian bertanya-tanya, mengapa air bisa mengalir deras, pesawat sebesar itu bisa terbang, atau bagaimana kita mengukur kecepatan aliran suatu zat cair? Ternyata, ada satu prinsip fisika yang menjadi kunci untuk memahami semua fenomena ini. Inti dari semua fenomena tadi adalah Prinsip Bernoulli. Prinsip Bernoulli ini ditemukan oleh Daniel Bernoulli (1700-1782). Prinsip Bernoulli menyatakan bahwa semakin besar kecepatan fluida, semakin kecil tekanannya dan semakin kecil kecepatan fluida, semakin besar tekanannya. Konsep yang digunakan pada prinsip Benouli adalah konsep kekekalan energi.



Gambar diatas menunjukkan suatu pipa yang dialiri fluida dengan ketinggian dan luas penampang yang berbeda. Mula-mula volume fluida berada di pipa dengan luas penampang dengan ketinggian . Setelah selang waktu tertentu volume fluida bergerak ke kanan sampai berada pada pipa dengan luas penampang dengan ketinggian . Karena fluida bersifat inkompresibel maka volume fluida yang masuk sama dengan volume fluida yang keluar.

Pada penurunan persamaan Bernoulli, kita menggunakan volume seluruh fluida ideal sebagai sistem. Kita harus menerapkan konversi energi pada sistem ini saat sistem bergerak dari kondisi awal ke kondisi akhir. Jika kita tinjau elemen fluida pada lokasi 1 (luas penampang kecil) dan lokasi 2 (luas penampang besar). Setiap elemen memiliki energi potensial dan kinetiknya masing-masing. Berikut adalah rumusan persamaan energi mekanik sistem.

$$\Delta EM = EM_2 - EM_1$$

$$\Delta EM = (EP_2 + EK_2) - (EP_1 + EK_1)$$

$$\Delta EM = \left( mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \right) - \left( mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 \right)$$

$$\Delta EM = mg(h_2 - h_1) + \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

Jika pada setiap elemen fluida dikenai gaya non konservatif dengan  $F = P$  A dan berpindah sejauh  $\Delta x$ . Rumusan usaha pada sistem tersebut adalah sebagai berikut:

$$W = W_1 - W_2$$

$$W = F_1\Delta x - F_2\Delta x$$

$$W = P_1A_1\Delta x - P_2A_2\Delta x$$

$$W = P_1\Delta V_1 - P_2\Delta V_2$$

$$W = (P_1 - P_2)\Delta V$$

Karena berdasarkan prinsip usaha energi dimana usaha yang dilakukan oleh gaya non konservatif sama dengan perubahan energi mekanik benda . Rumusan diatas dapat di susun seperti berikut ini :

$$W = \Delta EM$$

$$(P_1 - P_2)\Delta V = \left( mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \right) - \left( mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 \right)$$

$$(P_1 - P_2) = \left( \frac{m}{\Delta V}gh_2 + \frac{1}{2}\frac{m}{\Delta V}v_2^2 \right) - \left( \frac{m}{\Delta V}gh_1 + \frac{1}{2}\frac{m}{\Delta V}v_1^2 \right)$$

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

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

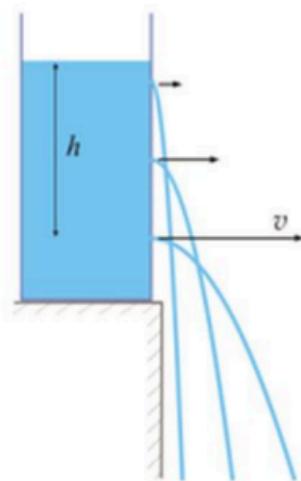
Rumusan persamaan diatas menyatakan bahwa "Untuk fluida ideal yang mengalir melalui suatu penampang, jumlah tekanan ( $P$ ), energi potensial persatuan volume [Persamaan] , dan energi kinetik persatuan volume [Persamaan] dari fluida tersebut disetiap titik adalah tetap."

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

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

## 2. Teorema Torricelli

Pada sub-bab kali ini, kita akan mempelajari turunan dari Prinsip Bernoulli yang disebut Teorema Torricelli. Teorema Torricelli ini membahas tentang hubungan kecepatan fluida dengan tekanan yang dihasilkannya. Teori ini adalah persamaan kinematik untuk fluida yang jatuh dari ketinggian tertentu dengan mengabaikan resistensi. Misalnya ada suatu tangki berisi air yang disimpan pada suatu ketinggian. Tangki tersebut kemudian dilubangi sehingga air menyembur keluar dari lubangnya. Teori Torricelli mempelajari tentang fenomena fluida tersebut.



Menurut Teorema Torricelli, kecepatan fluida yang keluar melalui lubang dengan suatu ketinggian sama dengan kecepatan fluida yang jatuh dari ketinggian yang sama. Artinya, air yang keluar dari suatu lubang tangki dengan ketinggian tertentu memiliki kecepatan air yang sama dengan jika air tersebut jatuh bebas (hanya terpengaruh gravitasi) dari ketinggian yang sama.

Teori Torricelli menyatakan bahwa kecepatan fluida  $v$  yang keluar dari lubang pada tangki sebanding dengan akar kuadrat dari 2 kali percepatan gravitasi  $g$  dan jarak vertikal atau ketinggiannya  $h$ . Semakin tinggi lubang pada tempat fluida keluar, maka kecepatan menyemburnya fluida tersebut akan semakin besar.

Seperti yang disebutkan, hukum Torricelli ini merupakan turunan dari hukum Bernoulli. Secara matematis penurunan rumusnya adalah

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

$$P_0 + \rho gh_1 + 0 = P_0 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

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

$$v_2^2 = 2gh$$

$$v_2 = \sqrt{2gh}$$

## C. Petunjuk Penggunaan Simulasi PhET

Simulasi PhET "Pressure and Fluid Motion" menyediakan fitur Flow dan Water Tower yang memungkinkan pengguna untuk mengeksplorasi hubungan antara tekanan, kecepatan, dan luas penampang pada aliran fluida secara interaktif.

Berikut petunjuk penggunaan bagian Flow dalam simulasi ini:

### 1. Membuka Simulasi

Buka website PhET dan pilih simulasi Fluid Pressure and Flow. Pastikan tampilan bagian Flow aktif untuk mengakses fitur aliran fluida.

<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/fluid-pressure-and-flow/latest/fluid-pressure-and-flow.html?simulation=fluid-pressure-and-flow>

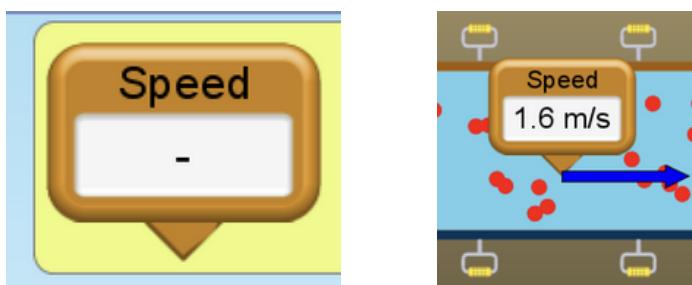
### 2. Mengatur Parameter Luas Penampang

Pada pipa yang tersedia, gunakan alat penggeser (drag) untuk mengubah bentuk atau luas penampang pipa. Perubahan ini akan memengaruhi kecepatan dan tekanan fluida yang mengalir di dalam pipa.



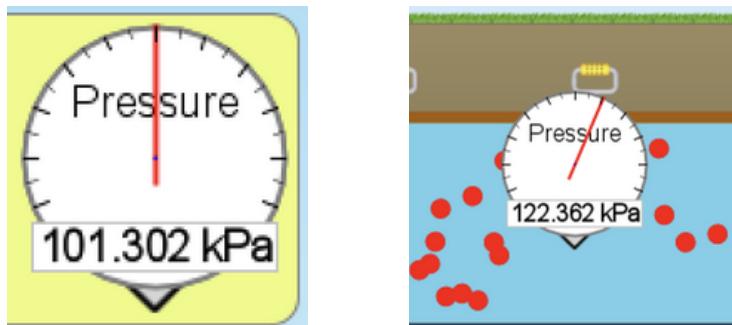
### 3. Mengamati Kecepatan Aliran (Speed)

Aktifkan flowmeter pada posisi yang diinginkan di pipa untuk mengukur kecepatan aliran fluida dalam meter per detik (m/s). Flowmeter ini dapat dipindahkan ke berbagai titik untuk membandingkan kecepatan di lokasi berbeda.



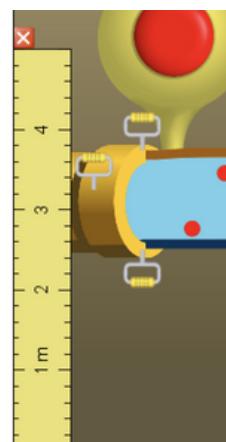
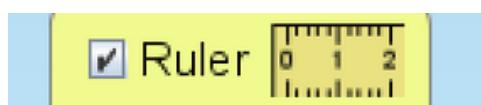
#### 4. Mengukur Tekanan (Pressure)

Gunakan alat pengukur tekanan yang tersedia untuk melihat nilai tekanan fluida pada titik tertentu dalam pipa. Tekanan biasanya ditampilkan dalam satuan kilopascal (kPa).



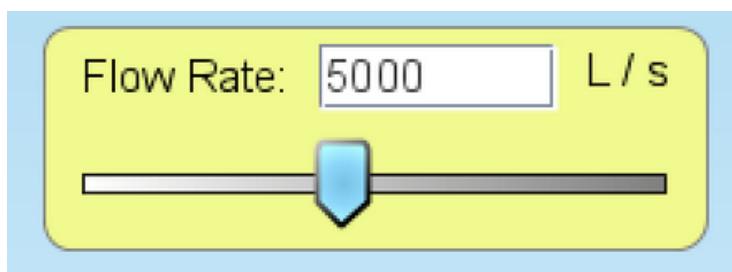
#### 5. Menggunakan Ruler untuk Mengukur Ketinggian

Fitur ruler dapat digunakan untuk mengukur ketinggian fluida di dalam pipa, yang berpengaruh terhadap tekanan hidrostatik.



#### 6. Mengamati Debit Aliran (Flow Rate)

Debit aliran atau flow rate dapat diamati pada bagian flow rate yang menunjukkan volume fluida yang mengalir per satuan waktu, biasanya dalam liter per detik (L/s) atau meter kubik per detik ( $m^3/s$ ). Gunakan slider untuk mengurnya.



Berikut petunjuk penggunaan bagian Flow dalam simulasi ini:

1. Membuka Simulasi

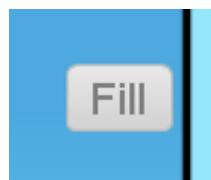
Buka website PhET dan pilih simulasi Fluid Pressure and Flow.

Pastikan tampilan bagian Flow aktif untuk mengakses fitur aliran fluida.

<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/fluid-pressure-and-flow/latest/fluid-pressure-and-flow.html?simulation=fluid-pressure-and-flow>

2. Mengisi Fluida dalam Menara

Klik tombol Fill untuk mengisi menara dengan air hingga penuh.



3. Mengaktifkan dan Menghentikan Aliran Fluida

Gunakan tombol di dekat keran untuk memilih mode:

Manual: untuk memulai aliran fluida secara manual dengan menggerakkan keran.

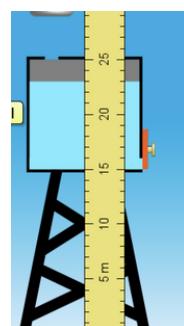
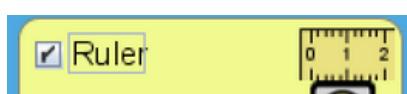
Match Leakage: untuk menghentikan aliran fluida secara otomatis saat kebocoran terjadi.



4. Mengukur Ketinggian Fluida dan Lubang

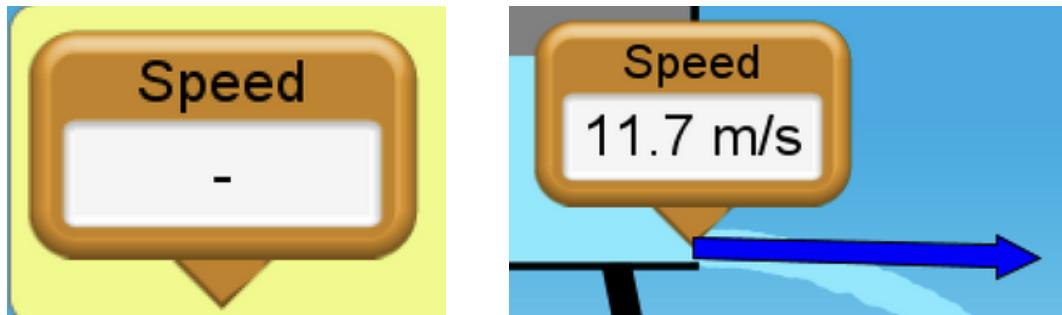
Fitur ruler dapat digunakan untuk mengukur ketinggian fluida.

Karena tidak ada fitur untuk mengubah posisi lubang, maka lubang akan berada pada ketinggian nol dari dasar.



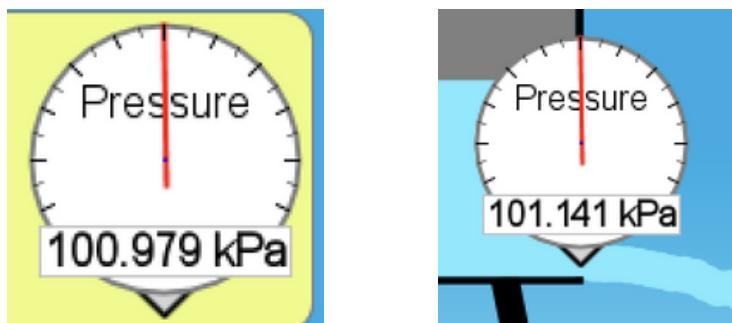
### 5. Mengamati Kecepatan Aliran (Speed)

Aktifkan flowmeter pada posisi yang diinginkan untuk mengukur kecepatan aliran fluida dalam meter per detik (m/s). Flowmeter ini dapat dipindahkan ke berbagai titik untuk membandingkan kecepatan di lokasi berbeda.



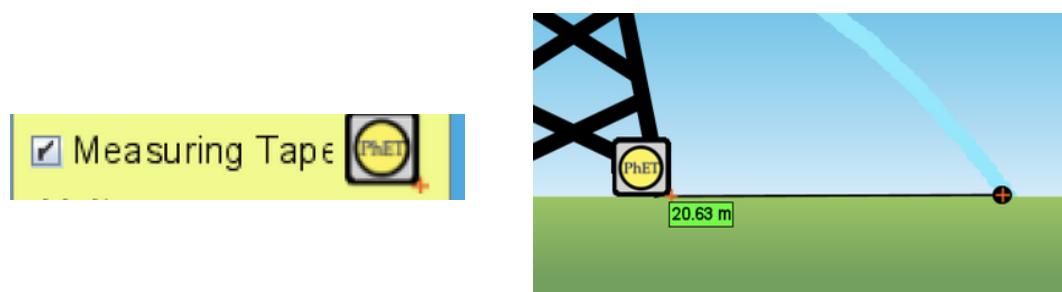
### 6. Mengukur Tekanan (Pressure)

Gunakan alat pengukur tekanan yang tersedia untuk melihat nilai tekanan fluida pada titik tertentu dalam pipa. Tekanan biasanya ditampilkan dalam satuan kilopascal (kPa).



### 7. Mengamati Aliran Air dan Jarak Sembur

Perhatikan pola aliran air keluar dari selang dan jarak sembur air. Jarak sembur dapat diukur oleh fitur measuring tape.



## C. Langkah-Langkah Guided Discovery

### 1. Materi Prinsip Bernoulli

Tahap Pendekatan Saintifik	Kegiatan Pembelajaran
<b>Pendahuluan</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Guru meminta siswa untuk memulai pembelajaran dengan berdoa dipimpin oleh ketua kelas</li><li>• Guru memeriksa kehadiran sambil mengenal karakteristik setiap siswa</li></ul>	
<b>Apersepsi</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Guru mengingatkan siswa tentang karakteristik fluida dinamis terkait konsep fluida ideal, debit, prinsip kontinuitas yang telah dipelajari pada pertemuan sebelumnya.</li><li>• “Apakah kalian masih ingat bagaimana karakteristik fluida ideal? Coba jelaskan, apa saja ciri khas ideal fluida dinamik?”</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Siswa mengamati gambar orang yang sedang menyiram tanaman menggunakan selang. Guru memberikan pertanyaan kepada siswa “Jika ayah sang anak mengisi kolam dengan dua cara, yaitu pertama dengan cara biasa seperti pada gambar dan cara kedua dengan memampatkan mulut selang air. Apa yang membedakan kedua cara tersebut? Cara mana yang membuat pengisian air di kolam menjadi lebih cepat”. Guru menjelaskan bahwa luas penampang mulut selang tidak mempengaruhi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi kolam renang. Guru menanyakan pada siswa “Pernahkah kalian memikirkan kenapa pesawat yang se-besar dan se-berat itu bisa terbang? Apa yang membuatnya bisa terbang?”</li></ul>	
<b>Motivasi</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Guru menunjukkan video atau gambar pesawat yang terbang dan desain sayap pesawat</li><li>• Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dalam pembelajaran.</li><li>• Guru membagi peserta didik menjadi kelompok-kelompok kecil (3-4 orang).</li><li>• Guru memberikan arahan kepada siswa untuk mempersiapkan device yang akan dipakai.</li></ul>	

## Kegiatan Inti

<b>Mengamati</b>	<p><b>Pengenalan LKPD dan Simulasi</b></p> <p>Guru membagikan LKPD dan menjelaskan tentang LKPD yang akan digunakan sebagai panduan pembelajaran secara berkelompok.</p> <p>"Setiap kelompok akan menerima Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) ini. Di dalamnya terdapat langkah-langkah kegiatan dan pertanyaan-pertanyaan yang akan memandu kalian dalam bereksplorasi." (Guru membagikan LKPD – Siswa mengamati instruksi tertulis)</p> <p>"Kita akan menggunakan simulasi dari PhET Colorado untuk membantu kita memvisualisasikan konsep ini. Silakan buka browser kalian dan ketik alamat website ini: <a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/fluid-pressure-and-flow/latest/fluid-pressure-and-flow_id.html">https://phet.colorado.edu/sims/html/fluid-pressure-and-flow/latest/fluid-pressure-and-flow_id.html</a>. Pilih simulasi 'Fluid Pressure and Flow'." (Siswa mengamati media pembelajaran)</p> <p>Guru memberikan arahan untuk masuk ke tab 'What is Pressure' dan 'Flow'. "Setelah terbuka, kita akan fokus pada tab 'What is Pressure?' dan 'Flow' untuk kegiatan hari ini. Pada tab 'What is Pressure?', kalian bisa menyeret alat ukur tekanan dan melihat bagaimana tekanan berubah. Pada tab 'Flow', kalian bisa mengatur aliran fluida melalui pipa dengan berbagai bentuk dan ukuran." (Guru Siswa mengamati cara penggunaan simulasi)</p>
	<b>Eksplorasi dan Pengumpulan Data</b>
<b>Mengamati, Menanya, Mengumpulkan Informasi</b>	<p><b>Eksplorasi Awal (Tekanan dan Kedalaman)</b></p> <p>Guru memberikan panduan atau bimbingan dalam penggunaan PhET khususnya pada fitur "What is Pressure" sebagai berikut (Gunakan bahasa yang biasa digunakan ketika mengajar)</p> <p><b>Panduan Penggunaan PhET (Tab "What is Pressure?"):</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Seret alat ukur tekanan (pressure gauge) ke dalam wadah berisi fluida (air atau madu).</li></ul>

## Mengamati

- Amati nilai tekanan yang terukur pada kedalaman yang berbeda.
- Ubah jenis fluida (gunakan dropdown menu di bagian atas) dan amati kembali perubahan tekanan pada kedalaman yang sama.
- Gunakan penggaris untuk mengukur kedalaman secara relatif.
- Ukurlah tekanan untuk kedua jenis fluida (air dan madu) pada kedalaman yang berbeda-beda, maksimalkan fitur yang tersedia.
- Catat data dalam tabel

Kedalaman (cm)	Tekanan Air (kPa)	Tekanan Madu (kPa)

Setelah mengumpulkan data, guru bertanya kepada siswa terkait percobaan yang telah dilakukan  
*"Bagaimana nilai tekanan berubah ketika kedalaman sensor tekanan ditambah?"*

*"Bagaimana nilai tekanan berubah ketika jenis fluidanya diganti?"*

*"Buatlah kesimpulan sementara mengenai hubungan antara kedalaman, massa jenis fluida, dan tekanan."*  
(Guru mendorong siswa untuk merumuskan pertanyaan dan hipotesis)

## Eksplorasi Lanjutan (Prinsip Bernoulli)

Guru memberikan panduan atau bimbingan dalam penggunaan PhET khususnya pada fitur 'Flow' sebagai berikut (Gunakan bahasa yang biasa digunakan ketika mengajar)

## Panduan Penggunaan PhET (Tab "Flow"):

- Aktifkan tampilan "Flow" dan "Pressure" dengan mencentang kotak di sisi kanan.
- Gunakan slider untuk mengatur kecepatan aliran fluida.
- Perhatikan alat ukur kecepatan (flow meter) dan tekanan (pressure gauge) pada berbagai titik dalam pipa.

- Ubah luas penampang pipa dengan menyeret bagian pipa menjadi lebih sempit atau lebih lebar. Amati perubahan kecepatan dan tekanan.
- Gunakan pipa dengan ketinggian yang berbeda (gunakan fitur add height jika tersedia). Amati tekanan pada titik-titik dengan ketinggian yang bervariasi (pastikan kecepatan aliran relatif konstan).
- Lakukan beberapa kali pengamatan, kemudian catat data yang didapatkan ke dalam tabel berikut

Lokasi Pengukuran	Luas penampang	Kecepatan Fluida (m/s)	Tekanan Fluida (kPa)	Ketinggian

Setelah mengumpulkan data, guru bertanya kepada siswa terkait percobaan yang telah dilakukan.

- "Apa yang terjadi pada kecepatan fluida ketika luas penampang pipa dipersempit?"
- "Apa yang terjadi pada tekanan fluida ketika luas penampang pipa dipersempit?"
- "Bagaimana hubungan antara kecepatan dan tekanan fluida dalam aliran horizontal?"
- "Amati tekanan pada titik-titik dengan ketinggian yang berbeda dalam aliran fluida. Apakah ketinggian memengaruhi tekanan?"
- "Formulasikan pernyataan sementara mengenai hubungan antara kecepatan, tekanan, dan ketinggian fluida yang mengalir." (Guru mendorong siswa untuk merumuskan pertanyaan dan hipotesis)

### Mengkomunikasikan

#### Pembentukan Konsep Diskusi Kelompok

Guru menginstruksikan peserta didik untuk mendiskusikan data yang terkumpul dan menjawab pertanyaan-pertanyaan analisis dalam LKPD. (Siswa mengolah informasi dan menghubungkannya dengan konsep awal)

	<p><b>Presentasi dan Diskusi Kelas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru memberikan kesempatan untuk setiap kelompok mempresentasikan hasil temuan berdasarkan percobaan dan hasil diskusi, kemudian kelompok yang lain diberi kesempatan juga untuk menanggapi. Atau guru juga dapat memantik diskusi secara langsung dengan melemparkan pertanyaan terkait hasil percobaan yang telah dilakukan.</li> <li>• "Baik, setelah melakukan eksplorasi, kelompok mana yang ingin membagikan hasil pengamatannya mengenai hubungan antara kedalaman dan tekanan?" (Guru memberikan kesempatan kelompok presentasi – Siswa mengomunikasikan hasil pengamatan)</li> <li>• "Lalu, bagaimana dengan hubungan antara luas penampang pipa, kecepatan, dan tekanan fluida? Apa yang kalian amati?"</li> <li>• "Dari pengamatan kalian, apa kesimpulan sementara yang bisa kita tarik mengenai hubungan antara kecepatan dan tekanan fluida?" (Guru mendorong siswa merumuskan kesimpulan dengan bimbingan – Siswa mengasosiasi pola dan merumuskan kesimpulan)</li> </ul>
<b>Mengasosiasi</b>	<p><b>Penguatan Konsep</b></p> <p>Guru memberikan kesimpulan dan penguatan konsep dari seluruh rangkaian pembelajaran dan mengoreksi miskonsepsi pada siswa</p> <p>"Kesimpulan kalian sudah bagus. Secara ilmiah, hubungan ini dijelaskan oleh Prinsip Bernoulli.</p> <p><b>Persamaan Bernoulli secara umum adalah:</b></p> $P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$ <p>Di mana:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P adalah tekanan fluida</li> <li>• <math>\rho</math> adalah massa jenis fluida</li> <li>• v adalah kecepatan fluida</li> <li>• g adalah percepatan gravitasi</li> <li>• h adalah ketinggian fluida</li> <li>• Guru menjelaskan makna setiap suku (tekanan statis, tekanan dinamik, tekanan hidrostatis) dan bagaimana perubahan salah satu variabel</li> </ul>

	mempengaruhi variabel lainnya dalam aliran fluida ideal. Serta materi lainnya yang terdapat pada bahan ajar materi yang telah dipersiapkan.
--	---

## **Penutupan**

Guru memberikan penutup dengan menyimpulkan kembali seluruh hasil diskusi secara garis besar, dan menutup pembelajaran.

## **2. Materi Prinsip Bernoulli**

Tahap Pendekatan Saintifik	Kegiatan Pembelajaran
----------------------------	-----------------------

### **Pendahuluan**

- Guru meminta siswa untuk memulai pembelajaran dengan berdoa dipimpin oleh ketua kelas
- Guru memeriksa kehadiran sambil mengenal karakteristik setiap siswa

#### **Review Materi Sebelumnya**

- "Selamat pagi! Masih ingatkah kalian tentang Prinsip Bernoulli yang kita pelajari kemarin? Apa inti dari prinsip tersebut?" (Guru memberikan kesempatan siswa menjawab)

#### **Pertanyaan Pemicu**

- "*Pernahkah kalian melihat air keluar dari lubang di dasar sebuah tangki? Apakah kecepatan air yang keluar selalu sama, meskipun ketinggian air dalam tangki berkurang?*" (Guru memberikan kesempatan siswa menjawab)
- "*Hari ini, kita akan menyelidiki lebih lanjut tentang kecepatan fluida yang keluar dari sebuah lubang pada wadah, yang dikenal sebagai Teorema Toricelli.*"

#### **Kaitan dengan Simulasi**

- "*Kita akan kembali menggunakan simulasi PhET. Kali ini, kita bisa menggunakan konfigurasi tangki dengan keran ('Spigot' pada tab 'Flow') atau membuat wadah dengan lubang di bagian bawah untuk mengamati aliran fluida yang keluar.*

## Kegiatan Inti

<b>Mengamati, Mengumpulkan dan Mengolah Data</b>	<p><b>Eksplorasi dengan Simulasi</b> Guru memberikan panduan atau bimbingan dalam penggunaan PhET khususnya pada fitur yang akan digunakan, sebagai berikut (Gunakan bahasa yang biasa digunakan ketika mengajar)</p> <p><b>Panduan Penggunaan PhET (Tab "Flow"):</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gunakan fitur "Spigot" atau buat konfigurasi wadah dengan lubang.</li><li>• Atur ketinggian cairan dalam wadah menggunakan <i>slider</i> atau dengan menambahkan/mengurangi cairan.</li><li>• Gunakan alat ukur kecepatan (flow meter) untuk mengukur kecepatan aliran fluida yang keluar dari lubang pada ketinggian yang berbeda.</li><li>• Amati bentuk lintasan air yang keluar.</li><li>• (Jika memungkinkan dalam simulasi) Variasikan ukuran lubang dan amati apakah ada pengaruh signifikan terhadap kecepatan keluarnya air pada ketinggian yang sama.</li><li>• Amati dan catat data yang didapatkan dengan bantuan fitur/tools yang tersedia ke dalam tabel berikut</li></ul> <table border="1" data-bbox="641 1298 1235 1563"><thead><tr><th>Ketinggian Air dari Lubang (m)</th><th>Kecepatan Keluarnya Air (m/s)</th><th>Bentuk Lintasan</th></tr></thead><tbody><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr></tbody></table>	Ketinggian Air dari Lubang (m)	Kecepatan Keluarnya Air (m/s)	Bentuk Lintasan												
Ketinggian Air dari Lubang (m)	Kecepatan Keluarnya Air (m/s)	Bentuk Lintasan														
<b>Menanya</b>	<p><b>Pembentukan Konsep Analisis Data</b> Guru memberikan instruksi kepada siswa untuk menganalisis data dan mencari hubungan antara ketinggian air dan kecepatan keluarnya air.</p>															
<b>Merumuskan Hipotesis</b>	<p><b>Diskusi dan Presentasi</b> Guru mempersilakan setiap kelompok untuk menyampaikan hasil pengamatan terhadap data yang telah terkumpul berdasarkan hasil percobaan, dapat juga dipantik dengan memberikan pertanyaan terkait hasil percobaannya.</p>															

## Rangkuman

Guru meriview kembali materi yang telah dipelajari

- "Hari ini kita telah belajar tentang Prinsip Bernoulli dan Teorema Toricelli. Bisakah kalian rangkumkan poin-poin penting yang telah kita pelajari? Apa hubungan antara kecepatan dan tekanan fluida berdasarkan Prinsip Bernoulli? Lalu, bagaimana Teorema Toricelli menjelaskan kecepatan keluarnya fluida dari sebuah lubang?" (Memberikan kesempatan beberapa siswa untuk menyampaikan rangkuman secara lisan)
- Guru memberikan penegasan dan merangkum kembali poin-poin utama, termasuk persamaan Bernoulli dan Toricelli.

## Refleksi

Guru mengajak siswa untuk merefleksikan materi yang telah dipelajari

- "Sekarang, coba pikirkan kembali seluruh kegiatan pembelajaran hari ini. Apa hal paling menarik yang kalian pelajari? Mengapa hal itu menarik bagi kalian?" (Memberikan waktu siswa untuk merenung dan menjawab)
- "Apakah ada konsep yang masih terasa sulit atau membingungkan? Jika ada, jangan ragu untuk menanyakannya di pertemuan berikutnya atau saat berdiskusi di luar jam pelajaran." (Mendorong siswa untuk mengidentifikasi area yang perlu pemahaman lebih lanjut)
- "Bagaimana simulasi PhET membantu kalian dalam memahami konsep-konsep ini? Apakah visualisasi aliran fluida dan perubahan tekanan membantu kalian?" (Mendorong refleksi terhadap penggunaan media pembelajaran)

## Tindak Lanjut dan Tugas Rumah Guru

- "Untuk memperdalam pemahaman kalian, tugas rumah untuk pertemuan berikutnya adalah mencari artikel atau video pendek yang menunjukkan penerapan Prinsip Bernoulli atau Teorema Toricelli dalam teknologi atau kehidupan sehari-hari yang belum kita bahas hari ini. Kalian bisa menuliskannya secara singkat atau mempersiapkannya untuk dipresentasikan di awal pertemuan selanjutnya." (Memberikan tugas yang relevan untuk memperluas pemahaman dan mendorong pembelajaran mandiri)
- "Selain itu, bagi yang masih merasa ada kesulitan, kalian bisa mencoba kembali simulasi PhET di rumah dan memanipulasi variabel-variabel yang berbeda untuk melihat dampaknya. Kita akan ada sesi tanya jawab di awal pertemuan berikutnya jika ada hal yang ingin didiskusikan lebih lanjut." (Mendorong siswa untuk belajar secara mandiri dan memberikan dukungan bagi yang membutuhkan)

## Penutup

Guru menutup kelas

- "Baiklah, terima kasih atas partisipasi aktif kalian hari ini. Semoga apa yang kita pelajari bermanfaat dan menambah wawasan kalian tentang dunia fisika. Sampai jumpa di pertemuan berikutnya!"

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Erwin Widiasworo, Op.Cit. M.Pd AFRIA SUSANA, PEMBELAJARAN *DISCOVERY LEARNING MENGGUNAKAN MULTIMEDIA INTERAKTIF* (Bandung: Tata Akbar, 2019)
- Giancoli, D. C. (2005). *Physics: principles with applications* (Vol. 1). Pearson Educación.
- Hewitt, P. G. (2004). *Bernoulli's Principle*. *The Science Teacher*, 71(7), 51.
- Johnson, R. W. (Ed.). (2016). *Handbook of fluid dynamics*. CRC press.
- Kanginan, Marthen. (2017). Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI. Erlangga: Jakarta
- Kumari, B., & Kumar, N. (2022). *Principle of Bernoulli's Equation and its Applications*. *NeuroQuantology*, 20(10), 5078.
- Parwati, S. (2018). Penerapan pendekatan saintifik untuk mengidentifikasi perkembangan keterampilan proses sains dan meningkatkan penguasaan konsep siswa pada materi fluida dinamis (Lampiran A: Rencana Pelaksanaan Pembelajaran). Universitas Pendidikan Indonesia.
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2007). *Physics for scientists and engineers*. Macmillan.