# E-LKPD

## PERTEMUAN 1

Mata Pelajaran : Fisika
Kelas/Fase : XI/F
Materi : Tekanan Hidrostatis
Alokasi Waktu : 2 JP (90 menit)
Media : PhET Interactive Simulations – Under Pressure

**Identitas Peserta Didik**

Nama : .....
Kelas : .....
Kelompok : .....

**A. Tujuan Pembelajaran**

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran, peserta didik diharapkan mampu:

1. Mengidentifikasi permasalahan tekanan hidrostatis dalam kehidupan sehari-hari.
2. Menyelidiki pengaruh kedalaman dan massa jenis zat cair terhadap tekanan hidrostatis melalui simulasi PhET.
3. Menganalisis hubungan antara kedalaman, massa jenis zat cair, dan tekanan hidrostatis berdasarkan data pengamatan.
4. Mengevaluasi pernyataan dan solusi mengenai ketebalan dinding bendungan berdasarkan bukti ilmiah.
5. Mengembangkan rekomendasi desain dinding bendungan berdasarkan konsep tekanan hidrostatis.

**B. Petunjuk Penggunaan**

1. Bacalah fenomena dan permasalahan yang disajikan dengan cermat.
2. Kerjakan kegiatan secara berkelompok.
3. Diskusikan setiap pertanyaan sebelum menuliskan jawaban.
4. Gunakan simulasi PhET sesuai petunjuk penyelidikan.
5. Catat hasil pengamatan pada tabel yang tersedia.
6. Jawablah pertanyaan penuntun secara bertahap.
7. Sampaikan hasil diskusi kelompok di depan kelas.

LIVEWORKSHEETS

**C. Informasi Singkat**

Tekanan hidrostatis merupakan tekanan yang ditimbulkan oleh zat cair dalam keadaan diam akibat adanya kedalaman tertentu. Semakin dalam posisi suatu titik dari permukaan zat cair, semakin besar tekanan hidrostatis yang dialami titik tersebut. Besarnya tekanan hidrostatis dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu massa jenis zat cair, percepatan gravitasi, dan kedalaman titik dari permukaan zat cair. Semakin besar massa jenis zat cair dan kedalamannya, semakin besar pula tekanan hidrostatis yang dihasilkan.

Secara matematis, tekanan hidrostatis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \rho \times g \times h$$

Keterangan:

P = tekanan hidrostatis (Pa)

ρ = massa jenis zat cair ($kg/m^3$)

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

h = kedalaman (m)

**D. Orientasi Masalah**

Fenomena: Mengapa Dinding Bendungan Lebih Tebal di Bagian Bawah?

Bendungan merupakan bangunan yang digunakan untuk menampung air dalam jumlah besar. Jika diperhatikan, dinding bendungan umumnya dibuat lebih tebal pada bagian bawah dibandingkan bagian atas. Perbedaan ketebalan tersebut bukan tanpa alasan. Air yang berada pada kedalaman berbeda memberikan tekanan yang berbeda pula terhadap dinding bendungan.

Permasalahan utama:

Mengapa bagian bawah dinding bendungan harus dibuat lebih tebal daripada bagian atas? Bagaimana hubungan kedalaman air dengan tekanan yang diterima dinding bendungan?

**E. Kegiatan Pembelajaran Berbasis PBL**

**Tahap 1: Pertanyaan Orientasi dan Pemahaman Masalah (Sintaks 1)**

Amati fenomena bendungan dan diskusikan pertanyaan berikut.

1. Apa fungsi dinding bendungan dalam menahan air?
2. Bagian manakah dari dinding bendungan yang berada pada kedalaman paling besar?

LIVEWORKSHEETS

3. Informasi apa yang dapat kamu temukan dari perbedaan ketebalan dinding bendungan?
4. Menurut kelompokmu, mengapa tekanan air pada bagian bawah bendungan perlu diperhatikan dalam pembangunan bendungan?

**Identifikasi masalah:**

Tuliskan informasi penting yang kamu temukan.

.....

.....

.....

.....

.....

**Rumusan masalah kelompok:**

.....

.....

.....

.....

.....

**Tahap 2: Pertanyaan Penuntun Penyelidikan (Sintaks 2)**

Sebelum melakukan penyelidikan, diskusikan pertanyaan berikut.

1. Variabel apa yang dapat memengaruhi besar tekanan hidrostatis?
2. Jika kedalaman air bertambah, bagaimana dugaanmu terhadap tekanan hidrostatis?
3. Jika dua zat cair memiliki massa jenis berbeda pada kedalaman yang sama, apakah tekanannya akan sama?
4. Bagaimana cara membuktikan dugaan tersebut melalui simulasi?

**Hipotesis kelompok:**

1. Jika kedalaman zat cair semakin ....., maka tekanan hidrostatis akan semakin ..... karena .....
2. Jika massa jenis zat cair semakin ....., maka tekanan hidrostatis akan semakin ..... karena .....

LIVEWORKSHEETS

**Tahap 3: Melakukan Penyelidikan dengan PhET (Sintaks 3)**

Simulasi yang digunakan:

PhET – Under Pressure
https://phet.colorado.edu/en/simulations/under-pressure

**Langkah penyelidikan:**

1. Buka simulasi PhET Under Pressure.
2. Amati tampilan simulasi dan kenali alat ukur tekanan yang tersedia.
3. Pilih jenis zat cair yang tersedia pada simulasi.
4. Letakkan alat ukur pada beberapa kedalaman berbeda.
5. Catat hasil pengamatan tekanan pada setiap kedalaman.
6. Jika simulasi memungkinkan, ubah massa jenis zat cair dan lakukan pengamatan kembali.
7. Usahakan hanya mengubah satu variabel dalam setiap pengujian, sedangkan variabel lainnya dibuat tetap.
8. Catat hasil pengamatan pada tabel.

**Tabel 1. Pengaruh Kedalaman terhadap Tekanan**

| No. | Kedalaman (m) | Massa Jenis (kg/m³) | Tekanan Terukur (Pa) |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,5 | ..... | ..... |
| 2 | 1,0 | ..... | ..... |
| 3 | 1,5 | ..... | ..... |
| 4 | 2,0 | ..... | ..... |

**Tabel 2. Pengaruh Massa Jenis terhadap Tekanan**

| No. | Massa Jenis (kg/m³) | Kedalaman (m) | Tekanan Terukur (Pa) |
|---|---|---|---|
| 1 | ..... | 1,0 | ..... |
| 2 | ..... | 1,0 | ..... |
| 3 | ..... | 1,0 | ..... |

**Tahap 4: Pertanyaan Analisis (C4)**

LIVEWORKSHEETS

1. Bagaimana perubahan tekanan ketika kedalaman zat cair bertambah berdasarkan hasil pengamatan kelompokmu?
2. Bandingkan tekanan pada kedalaman 0,5 m dan 2 m. Apa hubungan yang dapat kamu temukan?
3. Berdasarkan tabel kedua, bagaimana pengaruh massa jenis zat cair terhadap tekanan pada kedalaman yang sama?
4. Mengapa tekanan hidrostatis pada bagian bawah bendungan lebih besar dibandingkan bagian atas? Jelaskan menggunakan hubungan antarvariabel.

**Ruang Jawaban Analisis**

.....

.....

.....

.....

.....

**Tahap 5: Pertanyaan Evaluasi (C5)**

Perhatikan pernyataan berikut.

*"Ketebalan dinding bendungan seharusnya dibuat sama dari bagian atas sampai bagian bawah karena air memiliki massa jenis yang sama."*

Diskusikan pernyataan tersebut.

1. Apakah pernyataan tersebut dapat diterima secara ilmiah? Berikan penilaianmu.
2. Apakah kesamaan massa jenis air berarti tekanan pada semua kedalaman juga sama? Jelaskan menggunakan hasil pengamatan.
3. Menurut kelompokmu, apakah desain bendungan yang memiliki ketebalan sama dari atas sampai bawah sudah mempertimbangkan tekanan hidrostatis secara tepat?
4. Bukti apa dari hasil penyelidikan yang dapat digunakan untuk mendukung penilaian kelompokmu?

**Ruang Jawaban Evaluasi**

.....

.....

.....

.....

LIVEWORKSHEETS

.....

**Kegiatan Penyajian Hasil**

Buatlah poster atau diagram sederhana yang menunjukkan:

- Hubungan kedalaman dengan tekanan hidrostatis.
- Hasil pengamatan kelompok.
- Alasan bagian bawah bendungan perlu dirancang lebih kuat.

Presentasikan hasilnya di depan kelas.

**Tahap 6: Pengembangan Solusi (C6)**

Berdasarkan hasil penyelidikan, kembangkan rekomendasi desain dinding bendungan.

1. Jika kamu diminta memberikan rekomendasi kepada seorang perancang bendungan, bagaimana desain ketebalan dinding bendungan yang akan kamu sarankan?
2. Buatlah gambar atau sketsa sederhana desain bendungan yang kamu rekomendasikan.
3. Jelaskan alasan ilmiah di balik desain tersebut dengan menghubungkannya pada konsep tekanan hidrostatis.
4. Bagaimana hasil penyelidikan melalui PhET dapat membantu memperkuat rekomendasi yang kamu buat?

**Rancangan Solusi Kelompok**

(Gambarkan desain bendungan di sini)

.....

.....

.....

.....

.....

**Kesimpulan**

.....

.....

.....

LIVEWORKSHEETS

.....

.....

**Refleksi Pembelajaran**

1. Apa hal paling penting yang kamu pelajari dari penyelidikan ini?
2. Bagaimana pertanyaan penuntun membantu kelompokmu memahami permasalahan?
3. Bagian penyelidikan mana yang menurutmu paling membutuhkan diskusi dan alasan ilmiah?

.....

.....

.....

.....

.....

LIVEWORKSHEETS

**PERTEMUAN 2**

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Fase : XI/F

Materi : Hukum Pascal

Alokasi Waktu : 2 JP (90 menit)

Media : Demonstrasi/model sistem hidrolik dan data penyelidikan

**Identitas Peserta Didik**

Nama : .....

Kelas : .....

Kelompok : .....

**A. Tujuan Pembelajaran**

Peserta didik diharapkan mampu:

1. Mengidentifikasi prinsip kerja sistem hidrolik dalam kehidupan sehari-hari.
2. Menyelidiki hubungan antara gaya dan luas penampang piston.
3. Menganalisis hubungan tekanan pada piston kecil dan piston besar.
4. Mengevaluasi rancangan sistem hidrolik berdasarkan Hukum Pascal.
5. Mengembangkan rancangan sederhana alat pengangkat hidrolik.

**B. Petunjuk Penggunaan**

1. Bacalah fenomena yang disajikan.
2. Diskusikan permasalahan bersama kelompok.
3. Lakukan pengamatan terhadap demonstrasi atau model hidrolik.
4. Catat data hasil pengamatan.
5. Jawablah pertanyaan penuntun secara bertahap.
6. Buat rancangan sederhana berdasarkan hasil penyelidikan.

**C. Informasi Singkat**

Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada zat cair di dalam ruang tertutup akan diteruskan sama besar ke segala arah. Tekanan tersebut bekerja pada seluruh bagian zat cair dan dinding wadah yang menampungnya. Prinsip Hukum Pascal dimanfaatkan dalam

LIVEWORKSHEETS

berbagai peralatan hidrolik, seperti dongkrak hidrolik, rem hidrolik, dan alat pengangkat kendaraan.

Secara matematis, Hukum Pascal dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Keterangan:

$F_1$ = gaya pada penampang kecil (N)

$F_2$ = gaya pada penampang besar (N)

$A_1$ = luas penampang kecil ($m^2$)

$A_2$ = luas penampang besar ($m^2$)

**D. Orientasi Masalah**

Fenomena: Bagaimana Dongkrak Hidrolik Dapat Mengangkat Kendaraan?

Dongkrak hidrolik banyak digunakan di bengkel untuk mengangkat kendaraan. Alat ini dapat mengangkat kendaraan dengan gaya masukan yang lebih kecil melalui piston kecil, sedangkan piston besar menghasilkan gaya keluaran yang lebih besar.

Permasalahan utama:

Bagaimana dongkrak hidrolik mampu mengangkat kendaraan yang memiliki massa jauh lebih besar dibandingkan gaya yang diberikan pada piston kecil?

**Tahap 1: Pertanyaan Orientasi dan Pemahaman Masalah**

1. Pernahkah kamu melihat penggunaan dongkrak hidrolik di bengkel?
2. Mengapa kendaraan yang berat dapat diangkat menggunakan alat tersebut?
3. Bagian apa saja yang menurutmu berperan dalam proses pengangkatan kendaraan?
4. Mengapa piston kecil dan piston besar memiliki ukuran penampang berbeda?

**Identifikasi masalah:**

.....

.....

.....

.....

.....

LIVEWORKSHEETS

**Rumusan masalah kelompok:**

.....

.....

.....

.....

.....

**Tahap 2: Pertanyaan Penuntun Penyelidikan**

1. Besaran fisika apa yang berhubungan dengan kemampuan dongkrak mengangkat kendaraan?
2. Apa hubungan antara gaya, luas penampang, dan tekanan?
3. Jika luas penampang piston keluaran lebih besar, bagaimana dugaanmu terhadap gaya keluarannya?
4. Bagaimana cara menyelidiki hubungan tersebut melalui model atau demonstrasi?

**Hipotesis kelompok:**

Jika luas penampang piston keluaran semakin ....., maka gaya keluaran yang dihasilkan akan semakin ..... dengan asumsi tekanan pada kedua piston sama.

Alasannya:

.....

.....

.....

.....

.....

LIVEWORKSHEETS

**Tahap 3: Melakukan Penyelidikan**

Pada kegiatan ini, gunakan model/demonstrasi sistem hidrolik yang disediakan guru. Jika model tidak tersedia, gunakan data penyelidikan pada tabel berikut sebagai bahan analisis.

**Langkah kegiatan:**

1. Amati model sistem hidrolik yang ditunjukkan guru.
2. Identifikasi piston kecil, piston besar, dan fluida penghubung.
3. Amati perubahan yang terjadi ketika gaya diberikan pada piston kecil.
4. Perhatikan gerakan piston besar.
5. Catat data yang diperoleh.
6. Jika menggunakan data perhitungan, gunakan hubungan $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$

**Tabel 1. Hubungan Luas Penampang dan Gaya Keluaran**

| No. | Gaya Masukan (N) | Luas Piston Kecil ($cm^2$) | Luas Piston Besar ($cm^2$) | Gaya Keluaran (N) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 20 | 2 | 10 | ..... |
| 2 | 20 | 2 | 20 | ..... |
| 3 | 20 | 2 | 30 | ..... |

**Tabel 2. Perbandingan Tekanan**

| No. | Tekanan Piston Kecil (Pa) | Tekanan Piston Besar (Pa) | Keterangan |
|---|---|---|---|
| 1 | ..... | ..... | ..... |
| 2 | ..... | ..... | ..... |

**Tahap 4: Pertanyaan Analisis (C4)**

1. Bagaimana perubahan gaya keluaran ketika luas penampang piston besar diperbesar, sedangkan gaya masukan dan luas piston kecil tetap?
2. Apa hubungan antara luas penampang piston dan gaya yang dihasilkan?
3. Mengapa tekanan pada piston kecil dapat diteruskan ke piston besar?
4. Bagaimana Hukum Pascal menjelaskan kemampuan dongkrak hidrolik mengangkat kendaraan?

LIVEWORKSHEETS

**Ruang Jawaban Analisis**

.....

.....

.....

.....

.....

**Tahap 5: Pertanyaan Evaluasi (C5)**

Perhatikan dua rancangan berikut.

- Rancangan A: Piston kecil memiliki luas 2 $cm^2$ dan piston besar 10 $cm^2$.
- Rancangan B: Piston kecil memiliki luas 2 $cm^2$ dan piston besar 30 $cm^2$.

Keduanya diberikan gaya masukan yang sama.

1. Rancangan manakah yang secara ideal menghasilkan gaya keluaran lebih besar?
2. Apakah rancangan yang menghasilkan gaya keluaran lebih besar selalu menjadi pilihan paling tepat? Jelaskan dengan mempertimbangkan kebutuhan penggunaan dan keterbatasan sistem.
3. Evaluasilah pernyataan berikut: "Gaya keluaran pada dongkrak hidrolik menjadi lebih besar karena tekanan pada piston besar lebih besar daripada tekanan pada piston kecil."
4. Gunakan konsep Hukum Pascal untuk memberikan alasan ilmiah terhadap penilaianmu.

**Ruang Jawaban Evaluasi**

.....

.....

.....

.....

.....

LIVEWORKSHEETS

**Kegiatan Penyajian Hasil**

Buatlah diagram yang memperlihatkan:

- Piston kecil.
- Fluida dalam ruang tertutup.
- Piston besar.
- Arah gaya masukan dan keluaran.

Jelaskan cara kerja sistem hidrolik berdasarkan diagram tersebut.

**Tahap 6: Pengembangan Solusi (C6)**

Kamu diminta mengembangkan rancangan sederhana alat pengangkat hidrolik untuk membantu mengangkat beban.

1. Tentukan ukuran relatif piston kecil dan piston besar yang akan kamu gunakan.
2. Tentukan gaya masukan yang diperlukan dan perkirakan gaya keluaran berdasarkan perbandingan luas penampang.
3. Gambarkan rancangan sistem hidrolik yang kamu kembangkan.
4. Jelaskan bagaimana rancangan tersebut menerapkan Hukum Pascal.
5. Apa keterbatasan rancanganmu yang perlu diperhatikan sebelum diterapkan?

**Rancangan Solusi Kelompok**

(Gambarkan rancangan alat pengangkat hidrolik di sini)

.....

.....

.....

.....

.....

**Kesimpulan**

.....

.....

.....

.....

.....

LIVEWORKSHEETS

**Refleksi Pembelajaran**

1. Apa hubungan antara luas penampang piston dan gaya keluaran?
2. Bagaimana penyelidikan membantu kelompokmu memahami Hukum Pascal?
3. Apa pertimbangan penting ketika mengembangkan rancangan sistem hidrolik?

.....

.....

.....

.....

.....

LIVEWORKSHEETS

**PERTEMUAN 3**

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Fase : XI/F

Materi : Hukum Archimedes

Alokasi Waktu : 2 JP (90 menit)

Media : PhET Interactive Simulations – Buoyancy

**Identitas Peserta Didik**

Nama : .....

Kelas : .....

Kelompok : .....

**A. Tujuan Pembelajaran**

Peserta didik diharapkan mampu:

1. Mengidentifikasi fenomena terapung, melayang, dan tenggelam.
2. Menyelidiki hubungan antara massa jenis benda, massa jenis fluida, dan gaya apung.
3. Menganalisis hubungan volume fluida yang dipindahkan dengan gaya apung.
4. Mengevaluasi pernyataan tentang benda terapung, melayang, dan tenggelam berdasarkan hasil penyelidikan.
5. Mengembangkan rancangan benda yang dapat terapung berdasarkan prinsip Hukum Archimedes.

**B. Petunjuk Penggunaan**

1. Amati fenomena yang disajikan.
2. Diskusikan permasalahan bersama kelompok.
3. Buka simulasi PhET Buoyancy.
4. Lakukan pengamatan terhadap benda dalam fluida.
5. Catat data hasil penyelidikan.
6. Jawab pertanyaan penuntun secara bertahap.
7. Buat rancangan solusi berdasarkan konsep Hukum Archimedes.

LIVEWORKSHEETS