LKPD · Lembar Kerja Peserta Didik

Fisika Kelas XI SMA | Kinematika

Apakah Alat Peluncur Bola Aman Digunakan di Aula Sekolah?

Model Pembelajaran:	Pertemuan:	Topik:
Problem-Based Learning (PBL)	**Pertemuan 2**	**GLBB: GVA, GVB, dan Gerak Jatuh Bebas**

Tujuan Pembelajaran	
TP 1	Menjelaskan konsep percepatan sebagai perubahan kecepatan terhadap waktu pada Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) dengan benar.
TP 2	Menganalisis karakteristik gerak dipercepat, gerak diperlambat, gerak vertikal ke atas, gerak vertikal ke bawah, dan gerak jatuh bebas berdasarkan hasil pengamatan dan data yang diperoleh.
TP 3	Menerapkan persamaan-persamaan GLBB untuk menentukan kecepatan, waktu, dan ketinggian maksimum suatu benda dalam permasalahan kontekstual secara tepat.

>> Petunjuk Umum untuk Siswa

Kerjakan LKPD ini secara berkelompok (3-4 orang).
Baca setiap instruksi dengan seksama sebelum mulai mengerjakan.
Di setiap aktivitas, selalu baca dulu kotak konsep berwarna sebelum mengerjakan soal.
Tidak perlu buru-buru, yang penting kalian benar-benar paham setiap langkahnya.

Fase 1 Orientasi pada Masalah

> Proyek Alat Peluncur Bola

Dalam persiapan Pameran Fisika Sekolah, kelompokmu membuat sebuah alat peluncur bola yang memanfaatkan pegas untuk melontarkan bola secara vertikal ke atas. Alat ini dirancang untuk menunjukkan konsep gerak yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, seperti bola yang dilempar ke atas, roket yang meluncur, atau kembang api yang bergerak menuju langit.

Saat melakukan uji coba di aula sekolah, bola tampak meluncur cukup tinggi hingga mendekati atap aula yang memiliki tinggi sekitar 8 meter. Kelompokmu mulai khawatir apakah bola akan mengenai atap dan membahayakan pengunjung pameran.

LIVEWORKSHEETS

Sebelum alat ditampilkan, kelompokmu perlu menyelidiki: bagaimana bola bergerak, seberapa tinggi bola dapat mencapai titik tertingginya, dan apakah alat tersebut aman digunakan di dalam aula sekolah.

Pertanyaan Pemantik Pikirkan sebelum menyelidiki!

! Sebelum menjawab...

Bayangkan kamu adalah anggota tim yang bertanggung jawab atas keselamatan pameran.
Apa yang paling kamu khawatirkan? Tuliskan pikiranmu dengan jujur — tidak ada jawaban yang salah di tahap ini!

No.	Pertanyaan Pemantik
1	Mengapa bola yang bergerak ke atas akhirnya berhenti sesaat?
2	Mengapa bola kembali bergerak turun setelah berhenti sesaat?
3	Bagaimana cara menentukan tinggi maksimum yang dicapai bola?
4	Apakah alat peluncur bola aman digunakan di dalam aula sekolah?

Jawaban awal kelompok kami:

Fase 2 Mengorganisasi — Apa yang Sudah Kita Tahu?

! Apa tujuan fase ini?

Di fase ini, kita akan mengumpulkan data yang sudah diketahui, membuat dugaan awal, dan memetakan konsep yang akan dipelajari.
Ingat: dugaan awal bukan soal benar atau salah — tujuannya melatihmu berpikir ilmiah sebelum menyelidiki!

LIVEWORKSHEETS

Data Awal Informasi yang sudah diketahui

Informasi	Data
Kecepatan awal bola saat diluncurkan	10 m/s (ke atas)
Percepatan gravitasi (g)	10 m/s2
Tinggi atap aula	8 m

Peta Konsep Konsep yang akan kita pelajari hari ini

Centang konsep yang sudah kamu tahu. Kita akan mempelajari semuanya selama LKPD berlangsung!

[ ]	Percepatan dan perlambatan
[ ]	Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)
[ ]	Gerak Vertikal ke Atas (GVA)
[ ]	Gerak Vertikal ke Bawah (GVB)
[ ]	Gerak Jatuh Bebas (GJB)
[ ]	Persamaan-persamaan GLBB

Dugaan Awal Tebak dulu, sebelum menyelidiki!

Pertanyaan	Dugaan Kelompok	Alasan
Mengapa kecepatan bola berubah selama bergerak?	...	Karena...
Apa yang menyebabkan bola kembali turun?	...	Karena...
Apakah bola akan mencapai atap aula (8 m)?	Ya / Tidak	Karena...
Informasi apa yang perlu diketahui?	...	...

Fase 3 Penyelidikan — Membangun Konsep Langkah demi Langkah

LIVEWORKSHEETS

> **Panduan Fase Penyelidikan**

Di fase ini ada 2 kegiatan yang saling berkaitan. Kerjakan dari Kegiatan 1 ke Kegiatan 2 secara berurutan.
Kegiatan 1: membangun konsep secara kualitatif lewat simulasi PhET.
Kegiatan 2: menerapkan konsep secara kuantitatif untuk menjawab masalah utama.
Jangan lewatkan kotak konsep di setiap aktivitas sebelum mengerjakan soal!

Kegiatan 1 Menyelidiki Gerak Bola dan Menemukan Konsep GLBB (TP 1 & TP 2)

! Tujuan Kegiatan 1

Setelah kegiatan ini, kamu akan bisa:
- Memahami konsep percepatan
- Membedakan gerak dipercepat dan diperlambat
- Menganalisis perubahan kecepatan pada gerak vertikal

Konsep Awal Baca dulu sebelum simulasi!

> **Konsep Penting: Percepatan**

Percepatan (a) adalah perubahan kecepatan setiap satuan waktu. Benda yang mengalami percepatan adalah benda yang kecepatannya berubah — bisa bertambah, berkurang, atau berubah arah.

Gerak dipercepat terjadi ketika kecepatan benda bertambah secara teratur setiap selang waktu yang sama.
Gerak diperlambat terjadi ketika kecepatan benda berkurang secara teratur setiap selang waktu yang sama.

a = Dv / Dt = (vt - v0) / t di mana: a = percepatan (m/s2), vt = kecepatan akhir (m/s), v0 = kecepatan awal (m/s), t = waktu (s)

> **Konsep Penting: GLBB (Gerak Lurus Berubah Beraturan)**

GLBB adalah gerak benda dalam satu garis lurus dengan percepatan yang KONSTAN (tetap). Berbeda dengan GLB yang kecepatannya selalu sama, pada GLBB kecepatan benda berubah secara teratur setiap saat.

Contoh GLBB dalam kehidupan sehari-hari: bola yang dilempar ke atas, mobil yang mengerem, benda yang jatuh bebas.

LIVEWORKSHEETS

Simulasi PhET Projectile Motion — Panduan Langkah demi Langkah

> **Sebelum memulai simulasi**

PhET Projectile Motion memungkinkan kita mengamati gerak bola yang diluncurkan secara vertikal dan menganalisis bagaimana kecepatannya berubah dari waktu ke waktu.
Kita akan mengatur bola diluncurkan tepat ke atas (90 derajat) sehingga geraknya persis seperti alat peluncur di pameran!

Akses Simulasi: https://phet.colorado.edu/in/simulations/projectile-motion
Atau gunakan tautan di LMS yang sudah disiapkan guru.

Persiapan Simulasi (lakukan ini dulu sebelum mengamati):

1 **Buka simulasi dan pilih menu 'Lab'**
Menu Lab ada di bagian atas layar. Menu Lab memberikan kontrol lebih lengkap dibandingkan menu Introduction.

2 **Atur sudut peluncuran menjadi 90 derajat**
Gunakan slider sudut di sebelah kiri. Sudut 90 derajat berarti bola diluncurkan lurus ke atas, persis seperti alat peluncur kita.

3 **Atur kecepatan awal (Initial Speed) menjadi 10 m/s**
Gunakan slider kecepatan untuk mengatur kecepatan awal sesuai data alat peluncur kelompokmu.

4 **Pastikan Air Resistance = OFF**
Cari tombol atau checkbox 'Air Resistance' dan pastikan dalam kondisi mati (tidak ada hambatan udara).

5 **Aktifkan penunjuk kecepatan jika tersedia**
Ini akan memudahkan kamu melihat besar kecepatan di setiap posisi bola (ditunjukkan oleh panah/vektor kecepatan).

6 **Klik tombol 'Fire' dan amati gerak bola**
Amati dari saat diluncurkan hingga kembali ke tanah. Kamu bisa klik 'Erase' dan ulangi pengamatan jika diperlukan.

! Tips mengamati

Perhatikan panah kecepatan (velocity vector) pada bola di setiap posisi.
Panah MAKIN PENDEK = kecepatan berkurang.
Panah MAKIN PANJANG = kecepatan bertambah.
TIDAK ADA PANAH = kecepatan = 0 (titik tertinggi).

LIVEWORKSHEETS

Tabel Pengamatan Simulasi:

Tahap Gerak Bola	Bagaimana Kecepatannya?	Apa yang Terjadi?	Jenis Gerak
Baru diluncurkan (v0 = 10 m/s)	...	...	...
Bergerak naik (menuju titik tertinggi)	...	...	...
Titik tertinggi (puncak)	...	...	...
Bergerak turun (menuju tanah)	...	...	...

Pertanyaan Analisis Simulasi:

1. Apa yang terjadi pada kecepatan bola saat bergerak naik? Mengapa demikian?
2. Apa yang terjadi pada kecepatan bola saat bergerak turun? Mengapa demikian?
3. Faktor apa yang menyebabkan perubahan kecepatan tersebut?
4. Berdasarkan hasil pengamatanmu, apa yang dimaksud dengan percepatan dalam konteks gerak bola ini?

Jawaban analisis simulasi:

Analisis Konsep Lengkapi tabel berdasarkan hasil simulasimu

Peristiwa	Jenis Gerak	Penjelasan Singkat
Kecepatan bertambah secara teratur	...	...
Kecepatan berkurang secara teratur	...	...
Bola bergerak naik (melawan gravitasi)	...	...

LIVEWORKSHEETS

Bola bergerak turun (searah gravitasi)	...	...

Kesimpulan Kegiatan 1 — Tuliskan kesimpulan kelompokmu!

Pengertian GLBB: ...

Perbedaan gerak dipercepat dan diperlambat: ...

Pengaruh gravitasi terhadap gerak bola: ...

Jembatan Menuju Kegiatan 2

Kamu sudah memahami secara kualitatif bagaimana bola bergerak dan mengapa kecepatannya berubah. Sekarang saatnya kita gunakan pemahaman itu dalam bentuk persamaan matematika untuk menjawab pertanyaan utama:

"Apakah bola akan mengenai atap aula yang tingginya 8 meter?"

Kegiatan 2 Menentukan Keamanan Alat Peluncur Bola (TP 2 & TP 3)

! Tujuan Kegiatan 2

Setelah kegiatan ini, kamu akan bisa:

- Menghubungkan GLBB dengan GVA, GVB, dan GJB
- Menggunakan persamaan GLBB untuk menyelesaikan masalah keamanan alat

Konsep Penting Kenali GVA, GVB, dan GJB sebelum mulai!

Gerak Vertikal ke Atas (GVA)

Benda dilempar ke atas dengan kecepatan awal tertentu. Gravitasi bekerja berlawanan arah gerak sehingga benda mengalami PERLAMBATAN. Kecepatan berkurang hingga = 0 di titik tertinggi.

>> GLBB diperlambat

Gerak Vertikal ke Bawah (GVB)

Benda bergerak ke bawah dengan kecepatan awal tertentu. Gravitasi searah dengan gerak sehingga benda mengalami PERCEPATAN. Kecepatan bertambah secara teratur.

>> GLBB dipercepat

Gerak Jatuh Bebas (GJB)

Benda jatuh dari ketinggian tertentu TANPA kecepatan awal ($v_0 = 0$). Hanya dipengaruhi gravitasi. Ini adalah kasus khusus dari GVB dengan $v_0 = 0$.

>> GVB dengan $v_0 = 0$

Persamaan GLBB Ini adalah resep yang akan kamu gunakan!

LIVEWORKSHEETS

> **Tiga Persamaan Utama GLBB**

Sebelum mengerjakan soal, pahami dulu ketiga persamaan ini.
Setiap persamaan digunakan untuk situasi yang berbeda tergantung besaran yang diketahui dan yang dicari.

Persamaan 1	Persamaan 2	Persamaan 3
$v_t = v_0 + at$	$s = v_0 t + 1/2\ at^2$	$v_t^2 = v_0^2 + 2as$
Digunakan saat diketahui v0, a, dan t untuk mencari kecepatan akhir atau waktu.	*Digunakan saat diketahui v0, a, dan t untuk mencari jarak atau perpindahan.*	*Digunakan saat waktu tidak diketahui untuk mencari kecepatan atau jarak.*

! Tips penting saat menggunakan persamaan

Untuk Gerak Vertikal ke Atas (GVA): v0 bernilai positif (+), percepatan gravitasi (g) bernilai NEGATIF (-) karena berlawanan arah dengan gerak. Di titik tertinggi, vt = 0.
Untuk Gerak Jatuh Bebas (GJB): v0 = 0, percepatan = g = +10 m/s2 (searah gerak ke bawah).
Untuk Gerak Vertikal ke Bawah (GVB): v0 ada nilainya, g = +10 m/s2 (searah gerak ke bawah).

Tugas 1 Mengidentifikasi Jenis Gerak

Berdasarkan konsep GVA, GVB, dan GJB yang sudah kamu pelajari, lengkapi tabel berikut!

Peristiwa	Konsep Gerak	Alasan
Bola bergerak ke atas setelah diluncurkan	...	...
Bola bergerak turun menuju tanah (setelah titik tertinggi)	...	...
Bola dijatuhkan tanpa kecepatan awal dari ketinggian tertentu	...	...

Pertanyaan Analisis Tugas 1:

1. Mengapa Gerak Vertikal ke Atas termasuk GLBB diperlambat? Kaitkan dengan arah gravitasi!
2. Mengapa Gerak Vertikal ke Bawah termasuk GLBB dipercepat? Kaitkan dengan arah gravitasi!
3. Apa perbedaan utama antara Gerak Vertikal ke Bawah dan Gerak Jatuh Bebas?
4. Apa persamaan yang dimiliki oleh ketiga jenis gerak tersebut (GVA, GVB, GJB)?

Jawaban analisis Tugas 1:

LIVEWORKSHEETS

Tugas 2 Menentukan Keamanan Alat — Saatnya Menghitung!

Besaran	Nilai	Keterangan
Kecepatan awal (v0)	10 m/s	Arah ke atas (+)
Percepatan gravitasi (g)	10 m/s2	Arah ke bawah (-) untuk GVA
Tinggi atap aula	8 m	Batas keamanan
Kecepatan di titik tertinggi (vt)	0 m/s	Bola berhenti sesaat di puncak

Pertanyaan 1 — Berapa waktu yang diperlukan bola untuk mencapai titik tertinggi?

! Petunjuk
Di titik tertinggi, kecepatan bola = 0. Gunakan Persamaan 1: vt = v0 + at.
Ingat: untuk GVA, a = -g = -10 m/s2 (tanda negatif karena berlawanan arah dengan gerak).

Langkah penyelesaian:

Diketahui: v0 = ... vt = ... a = ...

Gunakan rumus: vt = v0 + at --> 0 = ... + (...)t

Sehingga: t = ... = ... detik

Pertanyaan 2 — Berapa tinggi maksimum yang dicapai bola?

! Petunjuk
Gunakan Persamaan 3: vt2 = v02 + 2as, atau substitusikan nilai t ke Persamaan 2.
Pilih cara yang lebih mudah bagimu!

Langkah penyelesaian:

Gunakan rumus: vt2 = v02 + 2as

LIVEWORKSHEETS

0 = (...)2 + 2(...)s

Sehingga: s = ... = ... meter

Pertanyaan 3 — Apakah bola akan mengenai atap aula?

Analisis Keamanan:

Tinggi maksimum bola = ... m

Tinggi atap aula = 8 m

Kesimpulan: Bola akan / tidak akan mengenai atap karena ...

.....

Pertanyaan 4 — Jika kecepatan awal diubah menjadi 14 m/s, apakah alat masih aman?

Ulangi perhitungan dengan v0 = 14 m/s:

Waktu ke titik tertinggi: t = ...

Tinggi maksimum baru: s = ...

Kesimpulan keamanan: ...

Pertanyaan 5 — Rekomendasi untuk Guru

Berdasarkan seluruh hasil perhitunganmu, rekomendasi apa yang akan diberikan kelompokmu kepada guru terkait penggunaan alat peluncur bola di pameran?

Rekomendasi kami: ...

...

> Cek Pemahaman Sebelum Lanjut ke Fase 4

Pastikan kelompokmu sudah bisa menjawab semua ini. Jika masih ragu, kembali ke kegiatan terkait!

[ ]	Apa itu percepatan dan bagaimana cara menghitungnya? (Kegiatan 1)
[ ]	Apa perbedaan GLBB dipercepat dan GLBB diperlambat? (Kegiatan 1)
[ ]	Apa perbedaan GVA, GVB, dan GJB? (Kegiatan 2 — Tugas 1)
[ ]	Kapan menggunakan masing-masing dari 3 persamaan GLBB? (Kegiatan 2)
[ ]	Apakah alat peluncur bola aman digunakan di aula? (Kegiatan 2 — Tugas 2)

LIVEWORKSHEETS

Fase 4 Mengembangkan dan Menyajikan Hasil

! Saatnya membuat produk akhir!

Kamu sudah memiliki semua data dan perhitungan yang diperlukan.
Sekarang kemas hasil kerjamu menjadi sebuah laporan singkat yang bisa dipresentasikan kepada teman-teman dan guru!

Produk Akhir Laporan Analisis Keamanan Alat Peluncur Bola

> Panduan Membuat Laporan — 5 Bagian Wajib

Laporan kalian harus memuat 5 bagian berikut. Gunakan panduan ini agar tidak ada yang terlewat!

1. Bagian 1 — Judul & Identitas: Tuliskan judul laporan, nama anggota kelompok, tanggal, dan kelas.
2. Bagian 2 — Masalah yang Diselidiki: Jelaskan masalah utama — apa yang membuat kelompokmu khawatir dan apa pertanyaan yang ingin dijawab.
3. Bagian 3 — Konsep Fisika yang Digunakan: Tuliskan konsep GLBB, GVA, dan persamaan yang digunakan. Jelaskan mengapa konsep ini relevan.
4. Bagian 4 — Hasil Perhitungan: Tampilkan perhitungan waktu ke titik tertinggi, tinggi maksimum, perbandingan dengan tinggi atap, dan hasil untuk $v_0 = 14$ m/s.
5. Bagian 5 — Kesimpulan dan Rekomendasi: Apakah alat aman? Rekomendasi kepada guru? Berapa batas kecepatan awal maksimum agar bola tidak mengenai atap 8 m?

Penyajian Cara mempresentasikan hasil

Presentasi di Kelas

Waktu presentasi 5-7 menit per kelompok. Setiap anggota wajib mempresentasikan minimal satu bagian. Siapkan diri untuk menjawab pertanyaan dari teman!

Unggah ke LMS

Unggah laporan dalam format PDF atau Word ke LMS sesuai petunjuk guru. Beri nama file: NamaKelompok_GLBB_P2.pdf

Fase 5 Analisis dan Evaluasi — Apa yang Sudah Kita Pelajari?

LIVEWORKSHEETS

> **Mengapa refleksi itu penting?**
Refleksi membantu kamu memahami sejauh mana pemahamanmu berkembang selama pembelajaran.
Kerjakan bagian ini secara INDIVIDU — ini adalah kesempatan jujur untuk mengukur dirimu sendiri!

Refleksi Individu Jawab dengan kata-katamu sendiri

Konsep Baru Hari Ini	*Apa konsep baru yang paling berkesan kamu pelajari hari ini? Mengapa?*
Peran Gravitasi	*Bagaimana gravitasi memengaruhi gerak bola secara berbeda saat naik vs saat turun?*
GVA sebagai GLBB Diperlambat	*Mengapa Gerak Vertikal ke Atas termasuk gerak diperlambat? Jelaskan dengan kalimat sederhana.*
GVB sebagai GLBB Dipercepat	*Mengapa Gerak Vertikal ke Bawah termasuk gerak dipercepat? Jelaskan dengan kalimat sederhana.*

GLBB & Masalah Alat Peluncur
Bagaimana konsep GLBB membantu kelompokmu menyelesaikan masalah keamanan alat peluncur bola? Apa yang akan berbeda jika kamu tidak tahu konsep ini?

Cek Prediksi Bandingkan dugaan awalmu dengan hasil nyata!

Di Fase 2 tadi, kamu sudah membuat dugaan awal. Sekarang bandingkan dengan hasil penyelidikanmu!

Pertanyaan	Dugaan Awalku	Hasil Penyelidikan	Sesuai?
Mengapa kecepatan bola berubah?	...	...	Ya / Tidak

LIVEWORKSHEETS

Apa yang menyebabkan bola kembali turun?	...	...	Ya / Tidak
Apakah bola mencapai atap aula?	...	...	Ya / Tidak

Peta Konsep Akhir Apa yang sudah kamu pahami sekarang?

Centang semua konsep yang sudah kamu pahami dengan lebih baik setelah mengerjakan LKPD ini!

[ ]	Percepatan dan perlambatan
[ ]	Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)
[ ]	Gerak Vertikal ke Atas (GVA)
[ ]	Gerak Vertikal ke Bawah (GVB)
[ ]	Gerak Jatuh Bebas (GJB)
[ ]	Persamaan-persamaan GLBB

> **Selamat! Kamu telah menyelesaikan LKPD Pertemuan 2**

Kamu sudah berhasil menganalisis gerak bola menggunakan konsep GLBB dan menentukan keamanan alat peluncur secara ilmiah.

Pada pertemuan berikutnya kita akan menjelajahi topik yang lebih menarik lagi. Sampai jumpa!

LIVEWORKSHEETS