

## Paket Unit Pembelajaran

Program Pengembangan  
Keprofesian Berkelanjutan (PKB)  
melalui Peningkatan  
Kompetensi Pembelajaran (PKP)  
Berbasis Zonasi

## Mata Pelajaran

# Fisika

# Gerak Lurus

**SMK  
ADAPTIF**



DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
2019

# Unit Pembelajaran

**PROGRAM PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN (PKB)  
MELALUI PENINGKATAN KOMPETENSI PEMBELAJARAN (PKP)  
BERBASIS ZONASI**

**MATA PELAJARAN FISIKA  
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN  
(SMK)**

# Gerak Lurus

Penulis:

**Hary Tridayanto, S.Si, M.T**

Penyunting:

**Ibnu Nurdi Wibowo, MP**

Desainer Grafis dan Ilustrator:

**TIM Desain Grafis**

*Copyright* © 2019

Direktorat Pembinaan Guru Pendidikan Menengah dan Pendidikan Khusus  
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan  
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengopi sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Saya menyambut baik terbitnya Unit Pembelajaran Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan melalui Peningkatan Kompetensi Pembelajaran Berbasis Zonasi. Unit Pembelajaran ini disusun berdasarkan analisis Standar Kompetensi Lulusan, Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar, serta analisis soal-soal Ujian Nasional maupun Ujian Sekolah Berstandar Nasional (USBN). UN dan USBN merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari sistem pendidikan nasional. UN adalah sistem evaluasi standar pendidikan dasar dan menengah secara nasional dan persamaan mutu tingkat pendidikan antar daerah yang dilakukan oleh Pusat Penilaian Pendidikan. Hasil pengukuran capaian siswa berdasar UN ternyata selaras dengan capaian PISA maupun TIMSS. Hasil UN tahun 2018 menunjukkan bahwa siswa-siswa masih lemah dalam keterampilan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills) seperti menalar, menganalisis, dan mengevaluasi. Oleh karena itu siswa harus dibiasakan dengan soal-soal dan pembelajaran yang berorientasi kepada keterampilan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills) agar terdorong kemampuan berpikir kritisnya.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan (Ditjen GTK) meningkatkan kualitas pembelajaran yang bermuara pada peningkatan kualitas siswa melalui Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan melalui Peningkatan Kompetensi Pembelajaran (PKP) Berbasis Zonasi. Program ini dikembangkan dengan menekankan pembelajaran yang berorientasi pada Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi atau Higher Order Thinking Skills (HOTS).



Untuk meningkatkan efisiensi, efektifitas, serta pemerataan mutu pendidikan, maka pelaksanaan Program PKP mempertimbangkan pendekatan kewilayahan, atau dikenal dengan istilah zonasi. Melalui langkah ini, pengelolaan Pusat Kegiatan Guru (PKG) TK, kelompok kerja guru (KKG) SD dan musyawarah guru mata pelajaran (MGMP) SMP yang selama ini dilakukan melalui Gugus atau Rayon dalam zonasinya, dapat terintegrasi melalui zonasi pengembangan dan pemberdayaan guru. Zonasi memperhatikan keseimbangan dan keragaman mutu pendidikan di lingkungan terdekat, seperti status akreditasi sekolah, nilai kompetensi guru, capaian nilai rata-rata UN/USBN sekolah, atau pertimbangan mutu lainnya.

Semoga Unit Pembelajaran ini bisa menginspirasi guru untuk mengembangkan materi dan melaksanakan pembelajaran dengan berorientasi pada kemampuan berpikir tingkat tinggi. Semoga Allah SWT senantiasa meridhoi upaya yang kita lakukan.

*Wassalamu'alaikum Warahmatulahi Wabarakatuh*

Direktur Pembinaan Guru  
Pendidikan Menengah dan  
Pendidikan Khusus,



**Ir. Sri Renani Pantjastuti, M.P.A.**  
NIP. 196007091985032001



## DAFTAR ISI

	Hal
<b>DAFTAR ISI</b> _____	<b>125</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> _____	<b>127</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> _____	<b>129</b>
<b>PENDAHULUAN</b> _____	<b>131</b>
<b>KOMPETENSI DASAR</b> _____	<b>133</b>
A. Target Kompetensi _____	133
B. Indikator Pencapaian Kompetensi _____	134
<b>APLIKASI DI DUNIA NYATA</b> _____	<b>135</b>
A. Gerak Lurus Beraturan _____	135
B. Gerak Lurus Berubah Beraturan _____	136
<b>SOAL-SOAL USBN</b> _____	<b>139</b>
<b>BAHAN PEMBELAJARAN</b> _____	<b>145</b>
A. Aktivitas Pembelajaran _____	145
Aktivitas Pembelajaran Pertemuan Ke-1 _____	153
Aktivitas Pembelajaran Pertemuan Ke-2 _____	156
Aktivitas Pembelajaran Pertemuan Ke-3 _____	158
B. Lembar Kerja Peserta Didik _____	159
LKPD 1a. Konsep GLB dan GLBB _____	159
LKPD 1b. Konsep GLB dan GLBB _____	163
LKPD 2a. Gerak Jatuh Bebas dan Gerak Vertikal/Parabola _____	165
LKPD 2b. Gerak Jatuh Bebas dan Gerak Vertikal/Parabola _____	168
C. Bahan Bacaan _____	169
Parameter Gerak Lurus _____	169
Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) _____	176
Gerak Jatuh Bebas _____	181
Gerak Vertikal/Gerak Peluru _____	183





## DAFTAR GAMBAR

	<b>Hal</b>
Gambar 1 Seorang melakukan geerakan berlari. _____	135
Gambar 2 Kereta api sedang bergerak. _____	135
Gambar 3 Mobil bergerak. _____	136
Gambar 4 Seorang pengendara sepeda sedang bergerak. _____	136
Gambar 5. <i>Distance</i> (jarak) dan <i>displacement</i> (perpindahan). _____	170
Gambar 6. Grafik kecepatan ( $v$ ) terhadap waktu ( $t$ ) dari suatu gerak lurus beraturan, terlihat grafik berupa garis lurus horizontal yang menunjukkan $v$ tetap _____	174
Gambar 7 Grafik jarak ( $x$ ) terhadap waktu ( $t$ ) dari suatu gerak lurus beraturan, terlihat grafik berupa garis lurus miring artinya $x/t$ selalu tetap _____	174
Gambar 8. Ilustrasi pergerakan mobil dari Banda Aceh ke Medan lalu ke Pekanbaru dengan kecepatan yang tetap _____	174
Gambar 9. Ilustrasi pergerakan mobil arah berlawanan lalu bertemu di suatu titik _____	175
Gambar 10. Contoh grafik dari pita ketik Titik-titik dalam pita ketik dipotong setiap jumlah tertentu misal tiap 5 titik lalu ditempelkan berurut dari potongan awal hingga akhir. Jika ujung titip pada tiap potongan dihubungkan, maka akan menghasilkan pola garis linier. Sumbu vertikal adalah $v$ karena hasil dari $\Delta x/\Delta t$ _____	176
Gambar 11. Pola grafik yang dihasilkan pada GLBB _____	177
Gambar 12. Kinematika percepatan tetap dalam integrasi grafis. _____	178
Gambar 13. Gerak jatuh bebas dengan dan tanpa sudut _____	181
Gambar 14. Kinematika gerak bola yang dilempar _____	185
Gambar 15. Kinematika gerak peluru ditembakkan dari ketinggian tertentu _____	186



Gambar 16. Kinematika gerak peluru ditembakkan dari ketinggian dan sudut tertentu_____	186
Gambar 17. Kinematika gerak parabola_____	188
Gambar 18. Analisis gerak peluru yang ditembakkan dari ketinggian tertentu _____	188
Gambar 19. Analisis gerak peluru yang ditembakkan dari ketinggian tertentu _____	190
Gambar 20. Analisis gerak peluru yang ditembakkan dari ketinggian tertentu _____	190

## **DAFTAR TABEL**

	<b>Hal</b>
Tabel 1 Kompetensi Dasar dan Target Kompetensi Dasar _____	133
Tabel 2 Tabel Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) _____	134
Tabel 3 Desain Aktivitas Pembelajaran _____	146
Tabel 4. Kisi-Kisi Soal HOTS _____	205





## PENDAHULUAN

Unit ini disusun sebagai salah satu alternatif sumber bahan ajar bagi guru untuk memahami topik gerak lurus. Melalui pembahasan materi yang terdapat pada unit ini, guru dapat memiliki dasar pengetahuan untuk mengajarkan materi yang sama ke peserta didiknya yang disesuaikan dengan indikator yang telah disusun, dan terutama dalam memfasilitasi kemampuan bernalar peserta didik. Selain itu, materi ini juga aplikatif untuk guru sendiri sehingga mereka dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.

Dalam rangka memudahkan guru mempelajari konten dan cara mengajarkannya, di dalam unit ini dimuat kompetensi dasar terkait yang memuat target kompetensi dan indikator pencapaian kompetensi, bahan bacaan tentang aplikasi topik gerak lurus dalam kehidupan sehari-hari, soal-soal tes USBN topik gerak lurus sebagai acuan dalam menyusun soal sejenis, deskripsi alternatif aktivitas pembelajaran, Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) yang dapat digunakan guru untuk memfasilitasi pembelajaran, bahan bacaan yang dapat dipelajari oleh guru, maupun peserta didik, dan deskripsi prosedur mengembangkan soal HOTS. Komponen-komponen di dalam unit ini dikembangkan dengan tujuan agar guru dapat dengan mudah memfasilitasi peserta didik mendeskripsikan konsep gerak lurus, melakukan aktivitas praktik konsep gerak lurus yang terdiri atas gerak lurus beraturan (GLB), gerak lurus berubah beraturan (GLBB), gerak jatuh bebas, dan gerak vertikal/parabola, sekaligus mendorong peserta didik mencapai kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Topik gerak lurus yang dikembangkan pada bahan bacaan terdiri atas subtopik konsep gerak lurus yang terdiri atas GLB dan GLBB, gerak jatuh bebas, dan gerak vertikal dan parabola. Selain itu, unit ini dilengkapi dengan empat buah LKPD, yaitu 1) LKPD 1a. Memahami konsep GLB dan GLBB; 2)



LKPD 1b. Memahami konsep GLB dan GLBB menggunakan alat pewaktu ketik;  
3) LKPD 2a. Memahami konsep gerak jatuh bebas; dan 4) LKPD 2b. Memahami konsep gerak jatuh bebas dengan melakukan percobaan. LKPD dikembangkan secara aplikatif agar guru mudah mengimplementasikannya di kelas.

## KOMPETENSI DASAR

### A. Target Kompetensi

Unit pembelajaran ini dikembangkan berdasarkan Kompetensi Dasar mata pelajaran fisika di kelas X. Kompetensi dasar tersebut dapat dijabarkan menjadi beberapa target kompetensi. Target kompetensi menjadi patokan penguasaan kompetensi oleh peserta didik. Target kompetensi pada kompetensi dasar ini dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1 Kompetensi Dasar dan Target Kompetensi Dasar

No.	Kompetensi Dasar	Target Kompetensi	Kelas
3.2	Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan konstan.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menganalisis besaran fisis gerak lurus beraturan.</li> <li>2. Menganalisis besaran fisis gerak lurus berubah beraturan.</li> </ol>	X
4.2	Menyajikan data dan grafik hasil percobaan gerak lurus untuk menyelidiki sifat gerak benda pada gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menyajikan data dan grafik hasil percobaan gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB)</li> </ol>	



## B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi dasar dikembangkan menjadi beberapa indikator pencapaian kompetensi. Indikator ini menjadi acuan bagi guru untuk mengukur pencapaian kompetensi dasar. Kompetensi Dasar 3.2, dan 4.2 di kelas X dikembangkan menjadi 8 indikator untuk ranah pengetahuan dan 4 indikator untuk ranah keterampilan.

Dalam rangka memudahkan guru menentukan indikator yang sesuai dengan tuntutan kompetensi dasar, indikator dibagi menjadi ke dalam tiga kategori, yaitu indikator pendukung, indikator kunci, dan indikator pengayaan. Berikut ini rincian indikator yang dikembangkan pada Kompetensi Dasar 3.2, dan, 4.2 di kelas X.

Tabel 2 Tabel Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

IPK Pengetahuan	IPK Keterampilan
<b>Indikator Pendukung</b>	
3.2.1. Memahami parameter jarak, kecepatan, dan percepatan	4.2.1 Menerapkan gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB)
3.2.2. Memahami gerak lurus beraturan.	
3.2.3. Memahami gerak lurus berubah beraturan.	
3.2.4. Memahami gerak jatuh bebas.	
3.2.5. Memahami gerak vertikal/gerak parabola.	
<b>Indikator Kunci</b>	
3.2.6. Menerapkan gerak lurus beraturan (GLB).	4.2.2 Menyajikan data hasil pengamatan gerak lurus beraturan (GLB)
3.2.7. Menerapkan gerak lurus berubah beraturan (GLBB)	4.2.3 Menyajikan data hasil pengamatan gerak lurus berubah beraturan (GLBB)
<b>Indikator Pengayaan</b>	
3.2.8. Menerapkan gerak parabola.	4.2.4 Menyimpulkan hasil pengamatan gerak parabola.



## APLIKASI DI DUNIA NYATA

### A. Gerak Lurus Beraturan

Sedang apakah Saudara saat ini? Sedang duduk, berjalan, sedang naik kendaraan, atau sedang tidur? Pada saat duduk tentu saja tidak diam, mungkin kepala, tangan, atau kaki Saudara bergerak. Apalagi jika sedang berjalan atau menaiki kendaraan. Apakah pada saat tidur bergerak? Atau, benda mati seperti batu, kursi, dan meja bergerak? Meskipun terlihat diam, sesungguhnya setiap benda dimuka ini sedang bergerak, bahkan Bumi sendiri bergerak. Setiap benda bergerak.

Benda dikatakan bergerak jika posisinya berubah dari titik acuan. Misalnya Saudara bergerak dari posisi duduk ke posisi berdiri, atau tangan Saudara bergerak dari atas ke bawah. Perhatikan gambar-gambar berikut ini.



Gambar 1. Seorang melakukan gerakan berlari  
Sumber: <https://cdn-image.hipwee.com/>



Gambar 2. Kereta api sedang bergerak  
Sumber: <https://3.bp.blogspot.com/-.../ilustrasi%2Bg1b.JPG>

Pada Gambar 1 dan 2 seorang wanita sedang berolahraga, menggerakkan kaki dan tangannya. Kereta api bergerak dari stasiun A menuju stasiun B.



Pada dunia nyata, agak sulit menemukan benda yang bergerak lurus secara beraturan, artinya benda tersebut bergerak dengan kecepatan yang selalu tetap. Pada kehidupan sehari-hari seringkali kita temukan benda bergerak tidak beraturan, artinya bisa dipercepat atau diperlambat. Pada saat mobil mulai melaju, dipercepat, akan tetapi seringkali di jalur bebas hambatan, jalan tol, mobil relatif bergerak dengan kecepatan tetap, misalnya 80 km/jam selama waktu tertentu karena tidak ada hambatan. Begitu juga, kereta api atau pesawat terbang, setelah lepas landas dan pada ketinggian tertentu, pesawat terbang relatif bergerak dengan kecepatan tetap. Gerakan Bumi mengelilingi Matahari atau gerakan satelit luar angkasa yang mengorbit bumi relatif bergerak secara beraturan, memiliki kecepatan yang selalu tetap.

## B. Gerak Lurus Berubah Beraturan

Gerak lurus berubah beraturan seringkali atau lebih banyak kita temukan dalam kehidupan sehari-hari. Seperti sudah disinggung di atas, pada saat mobil akan bergerak dari posisi diam, mobil tersebut mengalami percepatan, atau bergerak berubah beraturan, atau mengalami perubahan kecepatan. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 3. Mobil bergerak

Sumber: [https:// 4.bp.blogspot.com/-.../gerak-lurus-beraturan.jpg](https://4.bp.blogspot.com/-.../gerak-lurus-beraturan.jpg)



Gambar 4. Seorang pengendara sepeda sedang bergerak

Sumber: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/>

Mobil dan sepeda pada saat akan bergerak, mengalami gerak berubah beraturan, begitupun pada saat akan berhenti, sepeda dan mobil akan diperlambat sampai berhenti.

Coba Saudara sebutkan benda-benda yang bergerak beraturan yang Saudara temui pada kehidupan sehari-hari. Banyak sekali bukan?

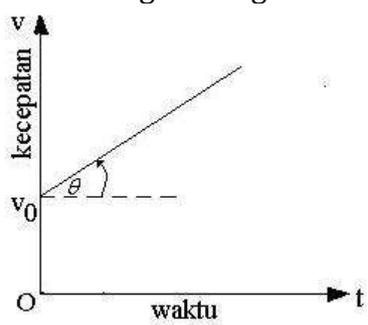




## SOAL-SOAL USBN

Berikut ini contoh soal-soal USBN Fisika topik Besaran, Satuan, Pengukuran, dan Vektor pada Kompetensi Dasar 3.2 dan 4.2 di kelas X. Soal-soal ini disajikan agar dapat dijadikan sebagai sarana berlatih bagi peserta didik untuk menyelesaikannya. Selain itu, soal-soal ini juga dapat menjadi acuan ketika Saudara akan mengembangkan soal yang setipe pada topik Gerak Lurus.

### Contoh Soal USBN

No.	Soal
1	<p>Perhatikan gambar grafik berikut.</p>  <p>Pernyataan yang benar pada grafik tersebut adalah ...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Gerak lurus berubah beraturan tanpa kecepatan awal</li> <li>Gerak lurus berubah beraturan dengan kecepatan awal</li> <li>Gerak lurus berubah beraturan dengan percepatan awal</li> <li>Gerak lurus berubah beraturan dengan percepatan berkurang</li> <li>Gerak lurus berubah beraturan dengan percepatan bertambah</li> </ol>
<b>Identifikasi</b>	
Level Kognitif	: Menganalisis (C4)
Indikator yang bersesuaian	: 3.2. Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar
Diketahui	: Disajikan grafik fungsi kecepatan terhadap waktu
Ditanyakan	: Apakah grafik tersebut merupakan GLB atau GLBB?

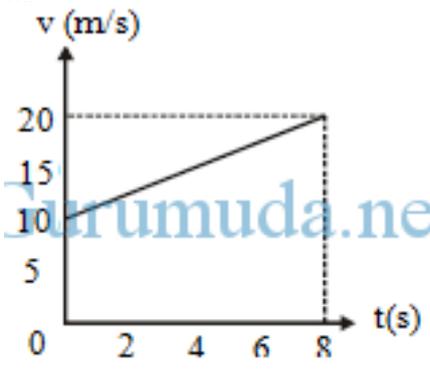
Materi yang dibutuhkan	:	Gerak Lurus Berubah Beraturan
------------------------	---	-------------------------------

No.	Soal
2	<p>Dua mobil, A dan B bergerak searah dari tempat yang sama dengan kecepatan 10 m/s dan 20 m/s. Jika mobil B berangkat 5 detik setelah mobil A, tentukan waktu dan tempat kedua mobil akan bertemu!</p> <p>peka terhadap rangsang</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Kedua mobil akan bertemu 200 m dari tempat semula dan bertemu setelah mobil A bergerak selama 10 detik</li> <li>Kedua mobil akan bertemu 200 m dari tempat semula dan bertemu setelah mobil A bergerak selama 5 detik</li> <li>Kedua mobil akan bertemu 100 m dari tempat semula dan bertemu setelah mobil B bergerak selama 10 detik</li> <li>Kedua mobil akan bertemu 100 m dari tempat semula dan bertemu setelah mobil B bergerak selama 5 detik</li> <li>Kedua mobil akan bertemu 100 m dari tempat semula dan bertemu setelah mobil A bergerak selama 10 detik</li> </ol>

#### Identifikasi

Level Kognitif	:	Menganalisis (C4)
Indikator yang bersesuaian	:	3.2. Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar
Diketahui	:	Diberikan pernyataan dan data dua buah mobil yang bergerak dengan kecepatannya berubah selama waktu tertentu.
Ditanyakan	:	Waktu dan tempat mobil itu bertemu.
Materi yang dibutuhkan	:	Gerak Lurus Beraturan



No.	Soal
3	<p>Grafik di samping melukiskan gerak sebuah mobil yang bergerak lurus berubah beraturan. Jarak yang ditempuh mobil selama 8 sekon adalah ....</p>  <p>a. 60 meter b. 80 meter c. 100 meter d. 120 meter e. 160 meter</p>

**Identifikasi**

Level Kognitif	:	Menganalisis (C4)
Indikator yang bersesuaian	:	3.2. Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan konstan.
Diketahui	:	Diberikan pernyataan sebuah mobil yang bergerak berdasarkan grafik kecepatan terhadap waktu
Ditanyakan	:	Jarak yang ditempuh mobil tersebut.
Materi yang dibutuhkan	:	Gerak Lurus Berubah Beraturan



No.	Soal
4	Sebuah bola menggelinding ke bawah dari suatu bidang miring dengan percepatan tetap $3,4 \text{ m/s}^2$ . Jika bola bergerak dengan kecepatan awal $3 \text{ m/s}$ , tentukan kecepatan bola setelah bergerak selama 5 detik! a. $10 \text{ m/s}$ b. $20 \text{ m/s}$ c. $30 \text{ m/s}$ d. $40 \text{ m/s}$ e. $50 \text{ m/s}$

**Identifikasi**

Level Kognitif	: Menerapkan (C3)
Indikator yang bersesuaian	: 3.2. Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan konstan.
Diketahui	: Diberikan pernyataan dan data benda yang bergerak pada bidang miring dengan percepatan yang berubah pada waktu tertentu.
Ditanyakan	: Kecepatan pada saat tertentu.
Materi yang dibutuhkan	: Gerak Lurus Berubah Beraturan



No.	Soal
5	<p>David Beckham menendang bola dengan sudut <math>30^\circ</math> terhadap sumbu x positif dengan kecepatan 20 m/s. Anggap saja bola meninggalkan kaki Beckham pada ketinggian permukaan lapangan. Jika percepatan gravitasi = <math>10 \text{ m/s}^2</math>, hitunglah tinggi maksimum bola!</p> <p>a. 3 meter b. 4 meter c. 5 meter d. 6 meter e. 7 meter</p>
<b>Identifikasi</b>	
Level Kognitif	: Menerapkan (C3)
Indikator yang bersesuaian	: 3.2. Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan konstan.
Diketahui	: Diberikan pernyataan dan data sebuah bola yang ditendang dengan sudut, kecepatan, gravitasi tertentu.
Ditanyakan	: Ketinggian maksimum
Materi yang dibutuhkan	: Gerak Lurus Berubah Beraturan





## **BAHAN PEMBELAJARAN**

Bahan pembelajaran yang diuraikan di sini merupakan contoh panduan pembelajaran yang dapat diimplementasikan oleh Saudara ketika akan membelajarkan topik Gerak Lurus. Bahan pembelajaran dikembangkan dengan prinsip berpusat pada peserta didik dan berusaha memfasilitasi kemampuan berpikir tingkat tinggi. Bahan pembelajaran ini berisikan rincian aktivitas pembelajaran, lembar kegiatan peserta didik yang digunakan, dan bahan bacaannya.

### **A. Aktivitas Pembelajaran**

Pada unit ini Saudara membahas tentang materi gerak lurus dengan waktu yang terbatas. Waktu yang disediakan dalam pembelajaran dibatasi 2 sampai 3 kali pertemuan tatap muka. Maka dari itu, penyampaian pembelajaran dalam bentuk aktivitas dapat dirangkum sedemikian rupa agar kompetensi dan tujuan pembelajaran dapat tercapai.

Aktivitas pembelajaran berisi rincian alternatif kegiatan pembelajaran yang dilakukan guru dan peserta untuk mencapai kompetensi pada topik gerak lurus. Sebelum menguraikan aktivitas pembelajaran, terlebih dahulu disusun desain aktivitas pembelajaran yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, dapat terlihat aktivitas pembelajaran untuk mencapai masing-masing indikator yang telah ditetapkan, yang dapat dicapai dalam empat kali pertemuan. Aktivitas pembelajaran akan diuraikan lebih rinci, menjadi empat skenario pembelajaran. Pengembangan skenario pembelajaran mengacu pada kriteria yang ditetapkan pada Standar Proses. Berikut ini rincian aktivitas pembelajaran untuk masing-masing pertemuan.



Tabel 3 Desain Aktivitas Pembelajaran

Indikator Pencapaian Kompetensi	Materi/ Submateri	Aktivitas Pembelajaran	Bentuk dan Jenis Penilaian	Media	Alokasi Waktu
3.2.1. Memahami parameter jarak, kecepatan, dan percepatan	Parameter Gerak Lurus • Jarak dan Perpindahan • Kelajuan dan Kecepatan • Percepatan Gerak Lurus Beraturan Gerak Lurus Berubah Beraturan Gerak Jatuh Bebas Gerak Vertikal/GerakParabola	<b>Gerak Lurus Beraturan dan Gerak Lurus Berubah Beraturan Alternatif 1</b> 1. Menyiapkan dan melakukan langkah kerja pada Lembar Kerja Peserta Didik 1a. 2. Mengamati contoh-contoh gerak lurus yang bergerak dengan kecepatan tetap dan yang bergerak dengan percepatan tetap. 3. Mengidentifikasi variabel-variabel yang terlibat dalam gerak lurus 4. Mengumpulkan informasi tentang konsep posisi, jarak, perpindahan,	1. Tes Pengetahuan a. Tes tulis PG Uraian Terbuka b. Tes tulis Uraian Terbuka 2. Observasi kegiatan praktik 3. Observasi keterampilan presentasi	1. Lembar Kerja Peserta Didik 2. Alat praktik	6 x 40'  Dlaksanakan dengan 3 pertemuan (2 JP, 2 JP, dan 2 JP)
3.2.2. Memahami gerak lurus beraturan.					
3.2.3. Memahami gerak lurus berubah beraturan.					
3.2.4. Memahami gerak jatuh bebas.					
3.2.5. Memahami gerak vertikal/gerak parabola.					
3.2.6. Menerapkan gerak lurus beraturan (GLB).					
3.2.7. Menerapkan gerak lurus berubah beraturan (GLBB)					
3.2.8. Menerapkan gerak parabola.					



Indikator Pencapaian Kompetensi	Materi/ Submateri	Aktivitas Pembelajaran	Bentuk dan Jenis Penilaian	Media	Alokasi Waktu
4.2.1 Menerapkan gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB)		kelajuan (sesaat dan rata-rata), kecepatan (sesaat dan rata-rata), dan percepatan			
4.2.2 Menyajikan data hasil pengamatan gerak lurus beraturan (GLB)		5. Diskusi untuk mengolah informasi (membandingkan, memahami, menyimpulkan)			
4.2.3 Menyajikan data hasil pengamatan gerak lurus berubah beraturan (GLBB)		6. Mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas			

Indikator Pencapaian Kompetensi	Materi/ Submateri	Aktivitas Pembelajaran	Bentuk dan Jenis Penilaian	Media	Alokasi Waktu
4.2.4 Menyimpulkan hasil pengamatan gerak parabola.		<p><b>Gerak Lurus Beraturan dan Gerak Lurus Berubah Beraturan Alternatif 2</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menyiapkan dan melakukan langkah kerja pada Lembar Kerja Peserta Didik 1b.</li> <li>2. Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.</li> <li>3. Melakukan praktik secara berkelompok.</li> <li>4. Mengumpulkan dan mengolah informasi tentang konsep GLB dan GLBB sesuai lembar kerja.</li> <li>5. Diskusi untuk mengolah informasi (membandingkan, memahami, menyimpulkan)</li> <li>6. Mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas</li> </ol>			





Indikator Pencapaian Kompetensi	Materi/ Submateri	Aktivitas Pembelajaran	Bentuk dan Jenis Penilaian	Media	Alokasi Waktu
		<p><b>Gerak Jatuh Bebas dan Gerak Vertikal/Gerak Parabola alternatif 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Berdiskusi tentang hubungan massa jarak, waktu, dan percepatan pada jatuh bebas dan atau gerak vertikal.</li><li>2. Mengarahkan untuk mengajukan hipotesis</li><li>3. Merancang langkah-langkah penyelidikan untuk menjawab</li></ol>			

Indikator Pencapaian Kompetensi	Materi/ Submateri	Aktivitas Pembelajaran	Bentuk dan Jenis Penilaian	Media	Alokasi Waktu
		<p>hipotesis (menentukan variabel yang akan diamati, membuat format tabel)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Melakukan penyelidikan dan menganalisis hasilnya</li> <li>5. Membuat kesimpulan hubungan jarak, waktu, dan kelajuan pada gerak lurus beraturan</li> </ol> <p><b>Gerak Jatuh Bebas dan Gerak Vertikal/Gerak Parabola alternatif 2</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menyiapkan dan melakukan langkah kerja pada Lembar Kerja Peserta Didik 2b.</li> <li>2. Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.</li> <li>3. Melakukan praktik secara berkelompok.</li> <li>4. Mengumpulkan dan mengolah informasi</li> </ol>			





Indikator Pencapaian Kompetensi	Materi/ Submateri	Aktivitas Pembelajaran	Bentuk dan Jenis Penilaian	Media	Alokasi Waktu
		<p>tentang konsep Gerak jatuh bebas dan atau gerak vertikal/parabola sesuai lembar kerja.</p> <p>5. Diskusi untuk mengolah informasi (membandingkan, memahami, menyimpulkan)</p> <p>6. Mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas</p> <p><b>Penguatan</b></p>			

Indikator Pencapaian Kompetensi	Materi/ Submateri	Aktivitas Pembelajaran	Bentuk dan Jenis Penilaian	Media	Alokasi Waktu
		<ol style="list-style-type: none"><li>1. Menerapkan dengan memberi latihan soal.</li><li>2. Berdiskusi dan membahas konsep fisika GLB, GLBB, Gerak jatuh bebas, dan Gerak vertikal/parabola</li><li>3. Menyimpulkan dan menguatkan konsep.</li></ol>			



## **Aktivitas Pembelajaran Pertemuan Ke-1**

Gerak merupakan perubahan posisi (kedudukan) suatu benda terhadap sebuah acuan tertentu. Perubahan letak benda dilihat dengan membandingkan letak benda tersebut terhadap suatu titik yang dianggap tidak bergerak (titik acuan), sehingga gerak memiliki pengertian yang relatif atau nisbi.

Studi mengenai gerak benda, konsep-konsep gaya, dan energi yang berhubungan, membentuk suatu bidang, yang disebut mekanika. Mekanika dibagi menjadi dua bagian, yaitu kinematika dan dinamika. Kinematika adalah ilmu yang mempelajari gerak benda tanpa meninjau gaya penyebabnya. Pada bagian ini, Saudara mulai dengan membahas benda yang bergerak tanpa berotasi (berputar). Gerak seperti ini disebut gerak translasi. Pada bab ini saudara juga akan membahas penjelasan mengenai benda yang bergerak pada jalur yang lurus, yang merupakan gerak satu dimensi. Hal-hal yang akan dipelajari pada unit ini adalah gerak satu dimensi untuk benda yang bergerak lurus dengan kecepatan tetap dan bergerak lurus dengan percepatan tetap.

Dalam rangka mencapai penguasaan terhadap materi tersebut, maka pembelajaran dibagi ke dalam tiga aktivitas atau tiga pertemuan, yaitu: 1) Memahami konsep perpindahan, jarak, laju, kecepatan, dan percepatan dan membedakan gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan. 2) Memahami konsep gerak jatuh bebas dan gerak vertikal/parabola, dan 3) Menganalisis besaran-besaran yang terkait pada gerak lurus dengan percepatan tetap. Lebih rincinya dijelaskan sebagai berikut. Aktivitas pembelajaran ini akan mencapai indikator 3.2.1., 3.2.2., 3.2.3, 4.2.1, 4.2.2 dan 4.2.3 yang dilakukan dengan pembelajaran saintifik yang meliputi aktivitas 1) mengamati; 2) menanya; 3) mengumpulkan informasi; 4) mengasosiasi; dan 5) mengomunikasikan.



## Memahami GLB dan GLBB

### Tujuan Aktivitas Pembelajaran:

Setelah melakukan aktivitas, diharapkan peserta mampu:

- Memahami parameter jarak, kecepatan dan percepatan.
- Memahami konsep gerak lurus beraturan.
- Memahami konsep gerak lurus berubah beraturan.

Estimasi Waktu Aktivitas Pembelajaran : 2 x 40 Menit

Media, alat, dan bahan yang digunakan adalah:

- Alat dan Bahan sesuai LKPD 1a dan 1b (tergantung alat yang ada di sekolah)
- Alat tulis.

Apa yang Saudara lakukan:

- Menyampaikan tujuan pembelajaran dan hal apa saja yang akan dilakukan untuk memahami materi pembelajaran.
- Membagi menjadi kelompok (sesuai jumlah alat yang dipunyai)
- Membagikan LKPD 1a dan atau LKPD 1b.
- Mempersilahkan peserta didik jika ada yang ingin menyampaikan pertanyaan terkait cara pengisian LK tersebut.
- Memfasilitasi peserta didik dalam mengamati, mengobservasi alat praktik (siswa dapat menggunakan internet atau buku referensi untuk mengetahui fungsi dan cara penggunaan alat praktik) (*mengamati*).
- Memfasilitasi peserta didik untuk melakukan curah pendapat (*menanya*) menuliskan data-data dalam LKPD 1. (*mengumpulkan informasi*)
- Peserta didik mendiskusikan hasil brainstorming, kemudian mengkonfirmasi dan menyepakati hasil pengamatan/percobaan, kemudian peserta didik memperbaiki hasilnya dalam LK. (*menanya, mengasosiasi*).

- h. Memfasilitasi peserta didik perwakilan dari setiap kelompok untuk mempresentasikan hasil observasinya/percobaan di depan kelas.  
(mengomunikasikan)



## Aktivitas Pembelajaran Pertemuan Ke-2

Pada kegiatan pada Aktivitas Pembelajaran 1, kita telah mempelajari konsep jarak, kecepatan dan percepatan. Kemudian, membedakan dan menerapkan melalui percobaan atau simulasi tentang gerak yang bergerak lurus. Benda dapat bergerak lurus beraturan atau bergerak lurus berubah beraturan.

Pada aktivitas k-2 ini, kita akan mempelajari gerak yang dijatuhkan bebas atau tanpa kecepatan awal.

Aktivitas pembelajaran ini akan mencapai indikator 3.2.4., 3.2.5., 3.2.6., 3.2.7., 3.2.8., 4.2.2, 4.2.3 dan 4.2.4 yang dilakukan dengan pembelajaran saintifik yang meliputi aktivitas 1) mengamati; 2) menanya; 3) mengumpulkan informasi; 4) mengasosiasi; dan 5) mengomunikasikan.

### Memahami Gerak Jatuh Bebas

#### Tujuan Aktivitas Pembelajaran:

Setelah melakukan aktivitas, diharapkan peserta mampu:

- a. Memahami konsep gerak jatuh bebas.
- b. Memahami gerak vertikal
- c. Memahami gerak parabola.

Estimasi Waktu Aktivitas Pembelajaran : 2 x 40 Menit

Media, alat, dan bahan yang digunakan adalah:

1. Alat dan bahan praktik (alat dan bahan yang ada di sekolah)
2. Alat tulis.

Apa yang Saudara lakukan:

- a. Menyampaikan tujuan pembelajaran dan hal apa saja yang akan dilakukan untuk memahami materi pembelajaran.
- b. Membagi menjadi kelompok (sesuai jumlah alat yang dipunyai)
- c. Membagikan LKPD 2a dan atau LKPD 2b.

- d. Mempersilahkan peserta didik jika ada yang ingin menyampaikan pertanyaan terkait cara pengisian LK tersebut.
- e. Memfasilitasi peserta didik dalam mengamati, mengobservasi alat praktik (siswa dapat menggunakan internet atau buku referensi untuk mengetahui fungsi dan cara penggunaan alat praktik) (*mengamati*).
- f. Memfasilitasi peserta didik untuk melakukan curah pendapat (*menanya*) menuliskan data-data dalam LKPD 2. (*mengumpulkan informasi*)
- g. Peserta didik mendiskusikan hasil brainstorming, kemudian mengkonfirmasi dan menyepakati hasil pengamatan/percobaan, kemudian peserta didik memperbaiki hasilnya dalam LK. (*menanya, mengasosiasi*).
- h. Memfasilitasi peserta didik perwakilan dari setiap kelompok untuk mempresentasikan hasil observasinya/percobaan di depan kelas. (*mengomunikasikan*)



## Aktivitas Pembelajaran Pertemuan Ke-3

Pada aktivitas ke-2 ini, kita telah mempelajari gerak yang dijatuhkan bebas atau tanpa kecepatan awal.

Aktivitas pembelajaran ini kita akan menguatkan indikator pencapaian Kompetensi (IPK) yang ditargetkan pada materi gerak lurus dengan pembelajaran saintifik yang meliputi aktivitas 1) mengamati; 2) menanya; 3) mengumpulkan informasi; 4) mengasosiasi; dan 5) mengomunikasikan.

### **Memahami Gerak Lurus Beraturan, Gerak Lurus Berubah Beraturan, Gerak Jatuh Bebas, dan Gerak Vertikal/Parabola.**

#### **Tujuan Aktivitas Pembelajaran:**

Setelah melakukan aktivitas, diharapkan peserta mampu:

- a. Memahami perbedaan gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan.
- b. Menerapkan gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan.
- c. Menerapkan gerak jatuh bebas dan gerak vertikal/parabola.

Estimasi Waktu Aktivitas Pembelajaran : 2 x 40 Menit

Media, alat, dan bahan yang digunakan adalah:

1. Alat tulis.

Apa yang Saudara lakukan:

- a. Menyampaikan tujuan pembelajaran dan hal apa saja yang akan dilakukan untuk memahami materi pembelajaran.
- b. Mempersilahkan peserta didik jika ada yang ingin menyampaikan pertanyaan terkait materi yang sudah dipelajari.
- c. Membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok.
- d. Membagikan atau menuliskan latihan soal yang berbeda pada masing-masing kelompok dengan materi yang merata.

- e. Siswa berdiskusi secara berkelompok.
- f. Menukarkan masing-masing lembar jawaban untuk diperiksa oleh kelompok lain.
- g. Berdiskusi dan membahas masalah/konsep yang belum dipahami tentang Gerak lurus beraturan, gerak lurus berubah beraturan, gerak jatuh bebas dan gerak melingkar.
- h. Menyimpulkan hasil diskusi.

## **B. Lembar Kerja Peserta Didik**

Berikut ini lima buah Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) yang digunakan dalam aktivitas pembelajaran, yaitu: 1) LKPD 1a. Memahami konsep GLB dan GLBB; 2) LKPD 1b. Memahami konsep GLB dan GLBB menggunakan alat pewaktu ketik; 3) LKPD 2a. Memahami konsep gerak jatuh bebas; dan 4) LKPD 2c. Memahami konsep gerak jatuh bebas dengan melakukan percobaan.

### **LKPD 1a. Konsep GLB dan GLBB**

**Tujuan :** Mempelajari hubungan jarak, kelajuan, waktu, dan percepatan pada gerak lurus berubah beraturan

**Jawablah pertanyaan di bawah ini pada kotak yang disediakan berdasarkan aktivitas pembelajaran yang Saudara lakukan!**

1. Berdasarkan hasil diskusi, tuliskan rumusan permasalahan yang akan dijadikan acuan untuk pembelajaran hari ini!

2. Berdasarkan hasil diskusi, tuliskan rumusan hipotesis yang akan dibuktikan dengan penyelidikan!



3. Berdasarkan hasil diskusi, tuliskan langkah-langkah penyelidikan yang akan Saudara lakukan!

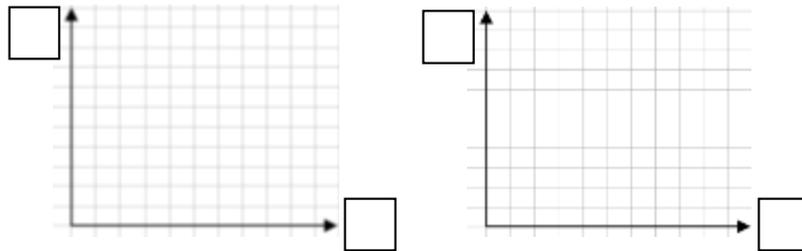
3.a Variabel yang akan diamati

.....

3.b Tabel data hasil pengamatan

No	Variabel	Simbol/ Satuan	Pengamatan ke-									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3.c Prediksi grafik data hasil pengamatan



3.d Alat dan Bahan yang dibutuhkan

.....  
 .....  
 .....

3.e Langkah-langkah penyelidikan

- 1) .....
- 2) .....
- 3) .....
- 4) .....
- 5) .....
- 6) .....
- 7) .....
- 8) .....
- 9) .....
- 10) .....

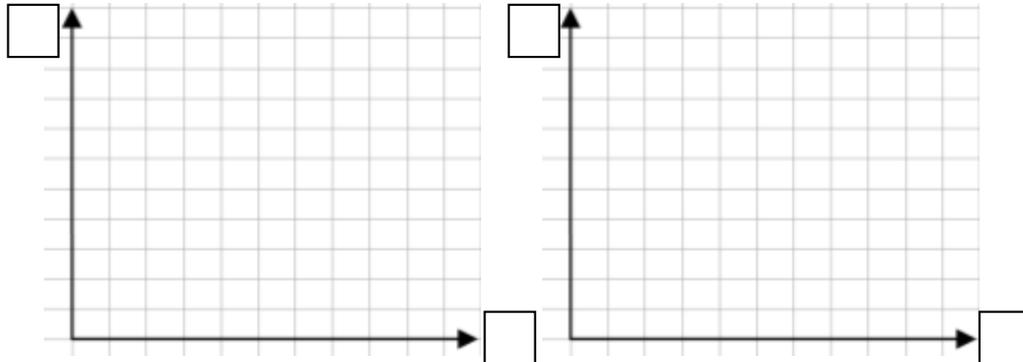


4. Setelah Saudara mendapatkan alat dan bahan yang dibutuhkan, rangkailah alat-alat tersebut sesuai dengan kebutuhan pengukuran dan ilustrasikan pada kolom di bawah ini!

5. Tulislah hasil pengukuran variabel-variabel yang telah ditentukan di langkah 3 pada tabel!

No	Variabel	Simbol/ Satuan	Pengamatan ke-											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		

6. Ubahlah data dalam tabel tersebut ke dalam bentuk grafik!



7. Analisislah grafik yang diperoleh untuk mendapatkan makna fisis. Ikuti contoh analisis berikut ini!



8. Rumuskan hubungan jarak, waktu, kecepatan, dan percepatan berdasarkan hasil analisis.

9. Buatlah kesimpulan hubungan jarak, waktu, dan kelajuan pada gerak lurus beraturan.

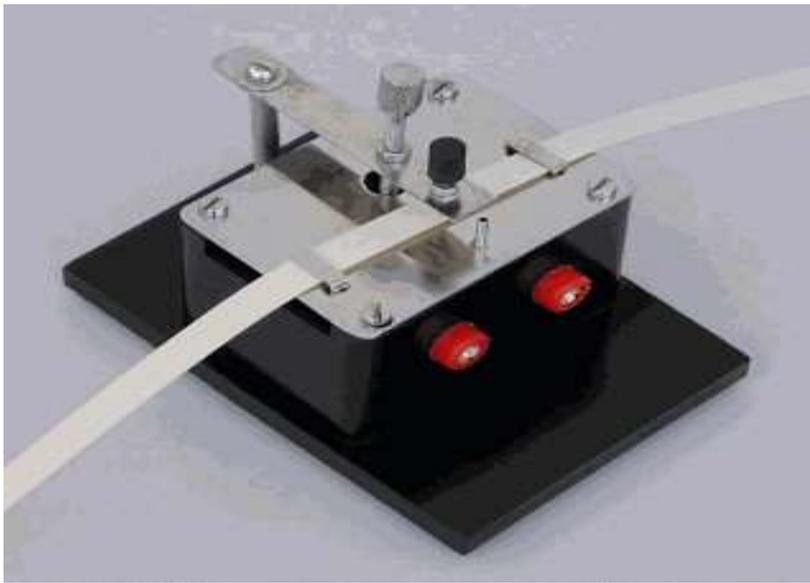


## **LKPD 1b. Konsep GLB dan GLBB**

**Tujuan:** Memahami GLB dan GLBB menggunakan alat pewaktu ketik

### **Alat dan Bahan**

1. Pewaktu ketik, sudah dilengkapi kertas karbon (contoh seperti gambar berikut)



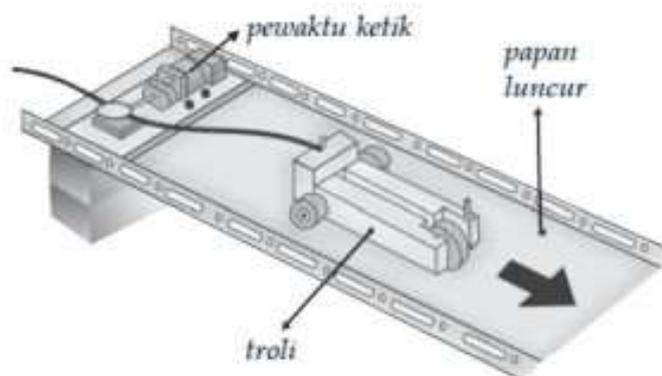
2. Kertas pewaktu ketik.
3. Kereta dinamika atau mobil-mobilan.
4. Catu daya.
5. Papan luncur
6. Gunting
7. Tali
8. Lem kertas
9. Penggaris
10. Buku dan alat tulis;

### **Langkah kerja**

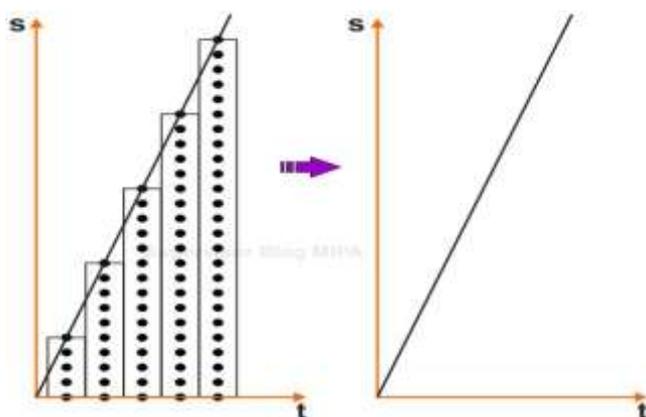
1. Bagilah menjadi beberapa kelompok, bergantung dari banyaknya alat yang dimiliki.



2. Siapkan alat dan bahan yang digunakan.
3. Rangkaian alat seperti gambar berikut untuk percobaan GLBB!



4. Pastikan alat sudah disusun dengan benar, kertas pewaktu ketik terikat keras pada kereta dinamika dan kertas pewaktu ketik sesuai alurnya.
5. Nyalakan catu daya dan luncurkan kereta dinamika.
6. Potong kertas pewaktu ketik dengan jarak yang sama sesuai jarak per titik!
7. Ulangi langkah 5 dan 6 sebanyak dua kali untuk mendapatkan hasil yang maksimal!
8. Susun potongan kertas pewaktu ketik pada kertas atau kertas grafik seperti gambar berikut!



9. Diskusikan hasil data yang diperoleh pada masing-masing kelompok!
10. Presentasikan di depan kelas!
11. Buatlah kesimpulan hubungan antara jarak, kecepatan dan waktu pada gerak lurus beraturan atau gerak lurus berubah beraturan!

**LKPD 2a. Gerak Jatuh Bebas dan Gerak Vertikal/Parabola**

**Tujuan :** Mempelajari hubungan jarak, gravitasi, massa, dan waktu pada gerak jatuh bebas dan atau gerak vertikal/parabola

**Jawablah pertanyaan di bawah ini pada kotak yang disediakan berdasarkan aktivitas pembelajaran yang saudara lakukan!**

1. Berdasarkan hasil diskusi, tuliskan rumusan permasalahan yang akan dijadikan acuan untuk pembelajaran hari ini!

2. Berdasarkan hasil diskusi, tuliskan rumusan hipotesis yang akan dibuktikan dengan penyelidikan!

3. Berdasarkan hasil diskusi, tuliskan langkah-langkah penyelidikan yang akan saudara dilakukan!

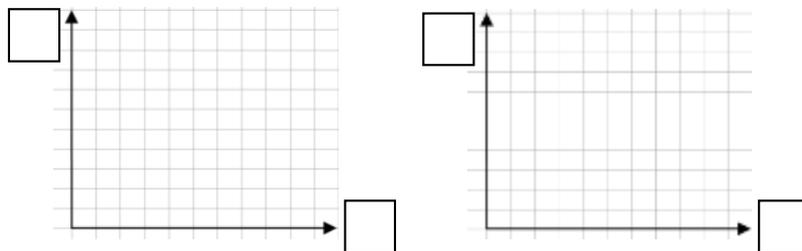
3.a Variabel yang akan diamati

.....

3.b Tabel data hasil pengamatan

No	Variabel	Simbol/ Satuan	Pengamatan ke-												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			

3.c Prediksi grafik data hasil pengamatan



3.d Alat dan Bahan yang dibutuhkan

.....  
 .....  
 .....



3.e Langkah-langkah penyelidikan

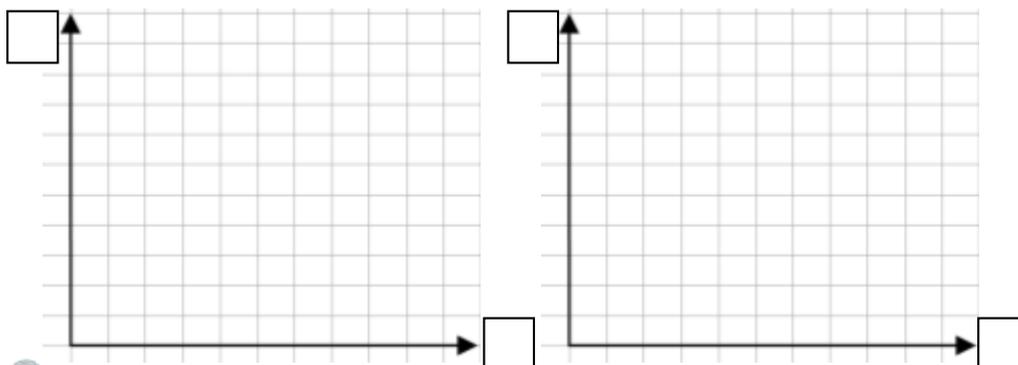
- 1) .....
- 2) .....
- 3) .....
- 4) .....
- 5) .....
- 6) .....
- 7) .....
- 8) .....
- 9) .....
- 10) .....

4. Setelah saudara mendapatkan alat dan bahan yang dibutuhkan, rangkailah alat-alat tersebut sesuai dengan kebutuhan pengukuran dan ilustrasikan pada kolom di bawah ini!

5. Tulislah hasil pengukuran variabel-variabel yang telah ditentukan di langkah 3 pada tabel!

No	Variabel	Simbol/ Satuan	Pengamatan ke-									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

6. Ubahlah data dalam tabel tersebut ke dalam bentuk grafik!



7. Analisislah grafik yang diperoleh untuk mendapatkan makna fisis. Ikuti contoh analisis berikut ini!

8. Rumuskan hubungan jarak, waktu, kecepatan, dan percepatan berdasarkan hasil analisis.

9. Buatlah kesimpulan hubungan jarak, waktu, dan kelajuan pada gerak lurus beraturan.



## LKPD 2b. Gerak Jatuh Bebas dan Gerak Vertikal/Parabola

**Tujuan:** Memahami konsep gerak jatuh bebas

### Alat dan Bahan

1. Penggaris atau meteran
2. Bola tenis, bola pingpong, dan kelereng
3. *Stopwatch*
4. Timbangan
5. Alat Tulis

### Langkah Kerja

1. Sediakan alat dan bahan yang diperlukan!
2. Timbanglah benda-benda yang digunakan (bola tenis, bola pingpong dan kelereng)
3. Siapkan stopwatch!
4. Jatuhkan benda tanpa kecepatan awal pada jarak tertentu dan catatlah waktu sampai benda tepat jatuh ke lantai!
5. Ulangi langkah 4 sebanyak tiga kali!
6. Ulangi langkah 4 dan 5 untuk benda berikutnya!
7. Lengkapi tabel berikut!

Tabel Pengamatan

No	Bola Tenis	Massa	Pengukuran ke-1	Pengukuran ke-2	Pengukuran ke-3
1.	Bola Tenis				
2.	Bola Pingpong				
3	Kelereng				

8. Diskusikan hasil data yang diperoleh pada masing-masing kelompok!
9. Presentasikan di depan kelas!
10. Buatlah kesimpulan hubungan antara massa, jarak, percepatan dan waktu pada jath bebas!

**Catatan :** Percobaan tidak harus sama persis seperti lembar kerja



### **Keselamatan kerja**

Gunakan alat dan bahan sesuai dengan fungsinya

## **C. Bahan Bacaan**

Bahan bacaan pada materi gerak lurus ini terdiri atas parameter gerak lurus, gerak lurus beraturan (GLB), gerak lurus berubah beraturan (GLBB), gerak jatuh bebas, dan gerak vertikal.

### **Parameter Gerak Lurus**

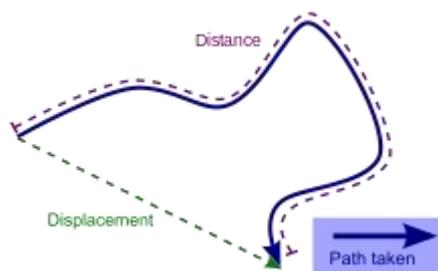
Pada kegiatan pembelajaran ini kita akan membahas tentang jarak dan perpindahan dan kelajuan dan kecepatan.

#### **1. Jarak dan Perpindahan**

Jarak adalah angka yang menunjukkan seberapa jauh suatu benda berubah posisi melalui suatu lintasan tertentu. Dalam fisika atau dalam pengertian sehari-hari, jarak dapat berupa estimasi jarak fisik dari dua buah posisi berdasarkan kriteria tertentu (misalnya jarak tempuh antara Kota Jakarta-Bandung).

Berbeda dengan koordinat posisi, jarak tidak mungkin bernilai negatif. Jarak merupakan besaran skalar, sedangkan perpindahan merupakan besaran vektor. Jarak yang ditempuh oleh kendaraan (biasanya ditunjukkan dalam odometer), orang, atau obyek, haruslah dibedakan dengan jarak antara titik satu dengan lainnya. Dalam fisika, jarak adalah panjang lintasan yang ditempuh oleh suatu obyek yang bergerak, mulai dari posisi awal dan selesai pada posisi akhir.





Gambar 5. *Distance* (jarak) dan *displacement* (perpindahan).

Perpindahan adalah jarak terpendek dari posisi akhir dan posisi awal dari sebuah benda. Konsep ini seringkali dipertukarkan dengan konsep jarak.

## 2. Kelajuan dan Kecepatan

Di dalam kinematika, kelajuan (atau laju) suatu objek (simbol:  $v$ ) ialah besarnya kecepatan objek tersebut; oleh karena itu, kelajuan merupakan besaran skalar.

Kelajuan rata-rata dari sebuah objek adalah besarnya jarak yang ditempuh oleh suatu objek dibagi dengan interval waktu yang dibutuhkan. Sedangkan kelajuan sesaat adalah limit dari kecepatan rata-rata ketika selang waktu mendekati nol. Kecepatan mempunyai arah sedangkan kelajuan tidak.

Kecepatan adalah besaran vektor yang menunjukkan seberapa cepat benda berpindah. Besar dari vektor ini disebut dengan kelajuan dan dinyatakan dalam satuan meter per sekon ( $m/s$  atau  $ms^{-1}$ ).

Kecepatan biasa digunakan untuk merujuk pada kecepatan sesaat yang didefinisikan secara matematis sebagai:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{r(t+\Delta t) - r(t)}{\Delta t}$$

$$v = \frac{dr}{dt}$$

dimana

$v$  = kecepatan sesaat



$dr$  = perpindahan fungsi waktu

Selain kecepatan sesaat, dikenal juga besaran kecepatan rata-rata yang didefinisikan dalam rentang waktu yang tidak mendekati nol.

$$v = \frac{\Delta r}{\Delta t}$$

### 3. Percepatan

Dalam fisika, **percepatan** atau **akselerasi** adalah perubahan kecepatan dalam satuan waktu tertentu. Umumnya, percepatan dilihat sebagai gerakan suatu obyek yang semakin cepat ataupun lambat. Percepatan adalah besaran vektor, sehingga percepatan memiliki besaran dan arah. Dengan kata lain, obyek yang membelok (misalnya mobil yang sedang menikung)-pun memiliki percepatan juga. Satuan SI percepatan adalah  $m/s^2$ . Dimensi percepatan adalah  $L T^{-2}$ .

Perhatikan **Gambar 5** di atas! Apabila kecepatan partikel A disebut  $v_1$  dan kecepatan di B adalah  $v_2$  maka selisih kecepatan itu dibanding dengan selang waktunya disebut percepatan rata-rata antara posisi A dengan posisi B.

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Jadi, percepatan rata-rata selama selang waktu tertentu adalah perubahan dalam kecepatan per satuan waktu selama selang waktu tersebut. Apabila selang waktu atau interval  $\Delta t$  sangat kecil sehingga mendekati nol, maka limit kecepatan rata-rata disebut percepatan sesaat.

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a = \frac{dv}{dt}$$



Jadi, percepatan merupakan turunan atau derivatif kecepatan terhadap waktu. Jika percepatan diketahui, kecepatan dapat diperoleh dengan cara mengintegrasikan persamaan di atas. Hasil pengintegralan ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$\int dv = \int a dt$$

Dengan  $v_1$  adalah kecepatan pada  $t_1$  dan  $v_2$  adalah kecepatan pada  $t_2$ . Selanjutnya, apabila :

$$\int_{v_1}^{v_2} dv = v_2 - v_1 = \int_{t_1}^{t_2} a dt$$

Karena kecepatan  $v$  merupakan turunan dari perpindahan  $x$  terhadap waktu, maka percepatan  $a$  merupakan turunan kedua dari perpindahan  $x$  terhadap waktu  $t$ .

$$a = \frac{d^2x}{dt^2}$$

Contoh soal

Gerak suatu benda ditentukan oleh  $v = (40 - 5t^2) \text{ ms}^{-1}$ , Tentukan:

- percepatan rata-rata pada selang waktu  $t = 0$  dan  $t = 2$  s!
- percepatan pada  $t = 2$  s!

Jawab:

a. percepatan rata-rata :  $v = 40 - 5t^2$   
 $v_0 = 40 \text{ ms}^{-1}$   
 $v_2 = 40 - 5 \cdot 2^2$   
 $= 40 - 20$   
 $= 20 \text{ ms}^{-1}$

Jadi

$$a_{0-2} = \frac{v_2 - v_0}{t_2 - t_0}$$



$$= \frac{20-40}{2-0} \text{ di}$$

$$= -10 \text{ ms}^{-1}$$

b. percepatan pada  $t = 2 \text{ s}$

$$a_2 = \frac{d(40-5t^2)}{dt}$$

$$= -10t$$

pada  $t = 2 \text{ s}$

$$a = -10.2$$

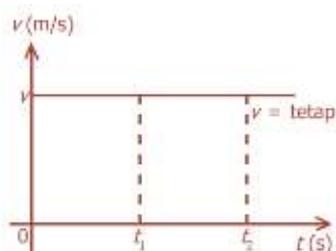
$$a = -20 \text{ m.s}^{-2}$$

jadi mengalami perlambatan sebesar  $20 \text{ m.s}^{-2}$ , karena  $a$  bernilai negatif

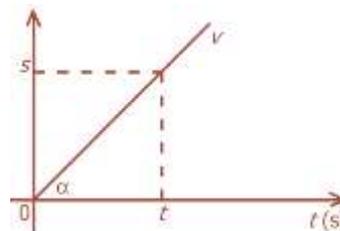
### Gerak Lurus Beraturan

Suatu benda dikatakan mengalami gerak lurus beraturan jika lintasan yang ditempuh oleh benda itu berupa garis lurus dan kecepatannya selalu tetap setiap saat. Sebuah benda yang bergerak lurus menempuh jarak yang sama untuk selang waktu yang sama. Sebagai contoh, apabila dalam waktu 5 sekon pertama sebuah mobil menempuh jarak 100 m, maka untuk waktu 5 sekon berikutnya mobil itu juga menempuh jarak 100 m juga. Secara matematis, persamaan gerak lurus beraturan (GLB) adalah:  $s = vt$  atau  $v = s/t$ . Jika kecepatan  $v$  mobil yang bergerak dengan laju konstan selama selang waktu  $t$  sekon, diilustrasikan dalam grafik  $v-t$  dan  $s-t$  akan diperoleh sebuah garis lurus, tampak seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7 berikut.





Gambar 6. Grafik kecepatan ( $v$ ) terhadap waktu ( $t$ ) dari suatu gerak lurus beraturan, terlihat grafik berupa garis lurus horizontal yang menunjukkan  $v$  tetap



Gambar 7 Grafik jarak ( $x$ ) terhadap waktu ( $t$ ) dari suatu gerak lurus beraturan, terlihat grafik berupa garis lurus miring artinya  $x/t$  selalu tetap

Istilah kecepatan tetap menggambarkan turunan terhadap waktu. Untuk mendapatkan posisi adalah dengan cara mengintegalkan kecepatan seperti ditunjukkan pada persamaan berikut.

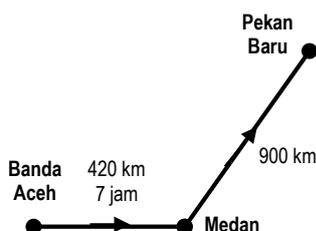
$$x = \int v dt = \int v_0 dt = v_0 t + \text{konsanta}$$

Dalam keadaan ini, konstanta merupakan posisi awal saat mulai bergerak,  $x_0$ . Jadi, persamaan posisi untuk kecepatan tetap adalah sebagai berikut.

$$x = x_0 + v_0 t$$

#### Contoh Soal

Jarak kota Banda Aceh ke kota Medan adalah 420 km. Jarak tersebut dapat ditempuh dengan kecepatan konstan dalam waktu 7 jam. Tentukanlah waktu yang diperlukan mobil tersebut untuk mencapai kota Pekanbaru yang memiliki jarak 900 km dari kota Banda Aceh dengan kecepatan yang sama?



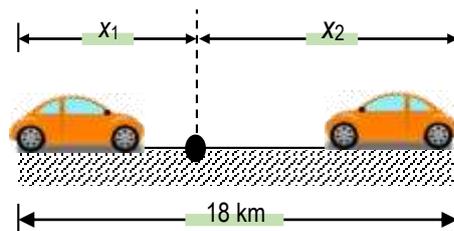
Gambar 8. Ilustrasi pergerakan mobil dari Banda Aceh ke Medan lalu ke Pekan baru dengan kecepatan yang tetap

Jawab:

$$v_1 = v_2 \rightarrow \frac{x_1}{t_1} = \frac{x_2}{t_2}$$
$$\frac{420}{7} = \frac{900}{t_2} \rightarrow t_2 = \frac{6300}{420} = 15 \text{ jam}$$

### Contoh Soal

Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan 72 km/jam. Pada jarak 18 km dari arah yang berlawanan, sebuah mobil bergerak dengan kecepatan 90 km/jam. Kapan dan di manakah kedua mobil tersebut akan berpapasan?



Gambar 9. Ilustrasi pergerakan mobil arah berlawanan lalu bertemu di suatu titik

Jawab:

Jarak yang ditempuh mobil A hingga bertemu mobil B + Jarak yang ditempuh mobil B hingga bertemu mobil A = 18 km dan waktu yang ditempuh tiap mobil hingga bertemu pasti sama, maka:

$$x_1 + x_2 = 18 \rightarrow v_1 t + v_2 t = 18 \rightarrow 72t + 90t = 18$$

$$162t = 18 \rightarrow t = 18/162 = 0,111 \text{ jam, maka}$$

$$x_1 = 72(18/162) = 8 \text{ km}$$

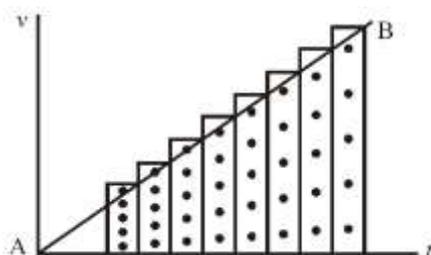
$$x_2 = 90(18/162) = 10 \text{ km}$$



## Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Gerak lurus yang memiliki kecepatan berubah secara beraturan disebut gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Benda yang bergerak berubah beraturan dapat berupa bertambah cepat (dipercepat) atau berkurang cepat (diperlambat). Perubahan kecepatan yang dialami benda sifatnya konstan pada setiap selang waktu atau dengan kata lain percepatannya konstan. Lebih rinci mengenai hubungan antar variabel, grafik, dan contoh GLBB lainnya dijelaskan sebagai berikut.

Akibat adanya percepatan tetap yang dimiliki benda, maka kecepatan benda meningkat seperti hasil yang diperoleh dari percobaan menggunakan ticker timer. Titik-titik dalam pita ketik akan menunjukkan pola yang makin lama makin renggang akibat pita tertarik makin cepat seperti ditunjukkan Gambar 10. Dalam percobaan ini, nilai percepatan tetapnya adalah percepatan gravitasi bumi ( $g$ ) karena gerakan benda ditarik oleh gaya gravitasi bumi. Jika potongan pita ketik yang ditempelkannya untuk sisi berikutnya adalah potongan sebelumnya ditambah potongannya maka akan menghasilkan grafik  $x$ - $t$ .

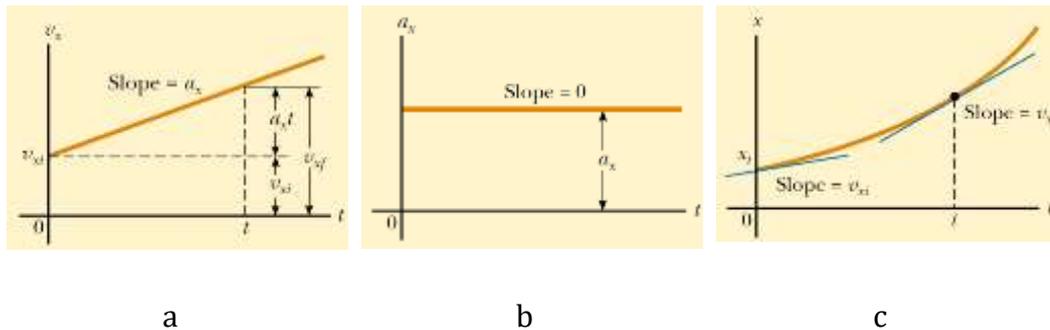


Gambar 10. Contoh grafik dari pita ketik Titik-titik dalam pita ketik dipotong setiap jumlah tertentu misal tiap 5 titik lalu ditempelkan berurut dari potongan awal hingga akhir. Jika ujung titik pada tiap potongan dihubungkan, maka akan menghasilkan pola garis linier.

Sumbu vertikal adalah  $v$  karena hasil dari  $\Delta x/\Delta t$

Jika percepatan benda positif maka benda akan bergerak makin cepat (*speed up*) dan jika bernilai negatif (karena arah percepatan berlawanan dengan arah gerak) maka benda akan bergerak makin lambat (*slow down*). Konsekuensi ini

menyebabkan pola garis pada grafik v-t lurus miring (Gambar 11a) karena  $v \approx t$  artinya kecepatan sebanding dengan waktu. Sedangkan pada grafik x-t akan ditemukan pola garis yang parabolik ke atas (Gambar 11c) karena  $x \approx t^2$  artinya jarak sebanding dengan kuadrat waktu yang dialami benda.



Gambar 11. Pola grafik yang dihasilkan pada GLBB

Suatu objek dengan percepatan tetap disebut gerakan dengan percepatan uniform. Misalnya, suatu benda yang jatuh bebas mempunyai percepatan yang selalu tetap. Tinjau kembali persamaan

$$\int_{v_1}^{v_2} dv = \int_{t_1}^{t_2} a dt$$

Atau

$$v_2 = v_1 + a(t_2 - t_1)$$

Hubungan pergeseran x dengan waktu t, adalah

$$x_2 = x_1 + \int_{t_1}^{t_2} [v_1 + a(t_2 - t_1)] dt$$

Apabila  $t_1 = 0$ ,  $t_2 = t$ ,  $v_1$  menjadi  $v_0$ ,  $v_2$  menjadi  $v$ ,  $x_1$  menjadi  $x_0$  dan  $x_2$  menjadi  $x$ , maka Persamaannya menjadi

$$v = v_0 + at$$

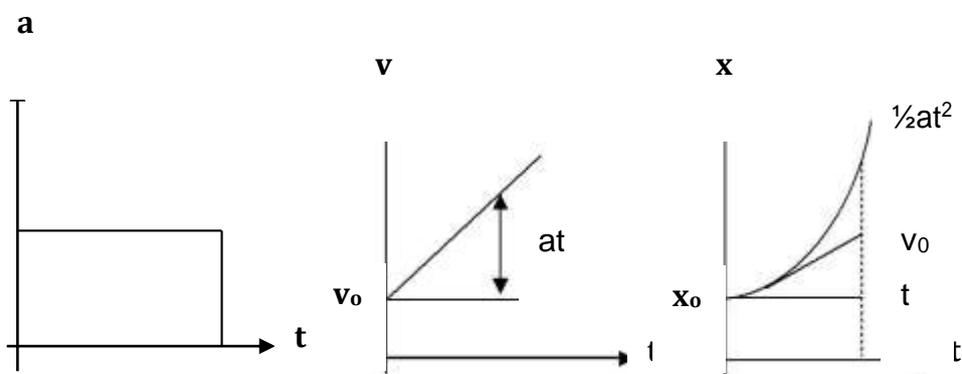
dan

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$



Dalam hal ini  $x_0$  dan  $v_0$  adalah kondisi awal dari gerak partikel searah sumbu- $x$ . Persamaan di atas sering disebut persamaan gerak lurus berubah beraturan. Perlu diketahui bahwa  $x$ ,  $v$  dan  $a$  dapat bertanda positif atau negatif karena besaran vektor. **Gambar 12** melukiskan grafik kecepatan dan pergeseran gerakan dengan percepatan konstan.

Integral untuk memperoleh Persamaan dapat dievaluasi dengan prosedur grafis seperti dilukiskan pada **Gambar 12** berikut.



Gambar 12. Kinematika percepatan tetap dalam integrasi grafis.

Grafik pertama menunjukkan bahwa luas antara  $t = 0$  dan waktu  $t$  lainnya adalah sebesar  $at$ . Konstanta integrasi dapat dinyatakan oleh kecepatan awal  $v_0$ . Grafik kedua menunjukkan hasil grafik kecepatan terhadap waktu. Luas di bawah kurva ini, tergantung pada waktu  $t$ , jumlah dari luasan persegi panjang yang di bawah, diberikan oleh  $v_0 t$  dan luasan segitiga di atasnya. Segitiga yang alasnya  $t$  dan tinggi  $at$ , mempunyai luas  $\frac{1}{2} at^2$ . Konstanta integrasi pada integral di atas dilambangkan dengan  $x_0$ , sehingga diperoleh :

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

Penyelesaian akhir ditunjukkan oleh grafik ketiga Gambar 12, Pada gambar itu dapat dilihat sokongan tiap suku dari ketiga suku tersebut.

Contoh soal

Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan tetap pada jalan tol. Pada jarak 10 km dari gerbang tol mobil bergerak dengan kecepatan tetap 90 km/jam selama 15 menit. Hitung posisi mobil setelah 15 menit dan jarak yang ditempuh selama 15 menit!

Penyelesaian :

Diketahui :

$$x_0 = 10 \text{ km}$$

$$v_0 = 10.000 \text{ m}$$

$$v = 90 \text{ km/jam} = 90\,000 \text{ m} / 36\,000 \text{ s} = 25 \text{ m/s}$$

$$t = 15 \text{ menit} \cdot 60 \text{ s} = 900 \text{ s}$$

Ditanya : Posisi mobil setelah 15 menit ( $x$ ) dan Jarak setelah 15 menit

Jawab :

Posisi mobil setelah : 15 menit

$$x = x_0 + v \cdot t$$

$$x = 10.000 + 25 \times 900$$

$$x = 32.500 \text{ m}$$

posisi mobil tersebut 32 500 m setelah 15 menit

Jarak yang ditempuh setelah 15 menit

$$\text{Jarak} = v \cdot t$$

$$\text{Jarak} = 25 \text{ m/s} \times 900 \text{ s}$$

$$\text{Jarak} = 22\,500 \text{ m}$$

Contoh soal

Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan 27 km/jam, kemudian mobil dipercepat dengan percepatan 2 m/s<sup>2</sup>. Hitunglah kecepatan dan jarak yang ditempuh selama 5 detik, setelah percepatan tersebut.



Penyelesaian :

Diketahui :

$$v_0 = 27 \text{ km/jam} = \frac{27\,000 \text{ m}}{3\,600 \text{ s}} = 7,5 \text{ m/s}$$

$$x_0 = 0$$

$$a = 2 \text{ m/s}^2$$

$$t = 5 \text{ s}$$

Ditanya :  $v$ ?  $X$ ?

Jawab :

$$\begin{aligned} v &= v_0 + a.t \\ &= 7,5 + 2.5 \\ &= 7,5 + 10 \\ &= 17,5 \text{ m.s-1} \\ X &= x_0 + v_0.t + \frac{1}{2} a.t^2 \\ &= 0 + 7,5 . 5 + \frac{1}{2} . 2 . 5^2 \\ &= 37,5 + 25 \\ &= 62,5 \text{ m} \end{aligned}$$

kecepatan mobil :  $17,5 \text{ m.s}^{-1}$  dan jarak yang ditempuh :  $62,5 \text{ m}$

Contoh soal

Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan  $20 \text{ m/s}$ . Tiba-tiba, mobil itu direm sehingga dalam dua sekon kemudian, kecepatannya tinggal  $10 \text{ m/s}$ . Tentukanlah:

- waktu henti mobil,
- jarak berhenti dari posisi awal, dan
- perlambatan yang dialami mobil.

Jawab:

- Waktu henti mobil,



$$a = (v_t - v_o)/t = (10 - 20)/2 = -5 \text{ m/s}^2$$

$$t = (v_t - v_o)/a = (0 - 20)/-5 = 4 \text{ s}$$

b) Jarak mobil berhenti dari posisi awal,

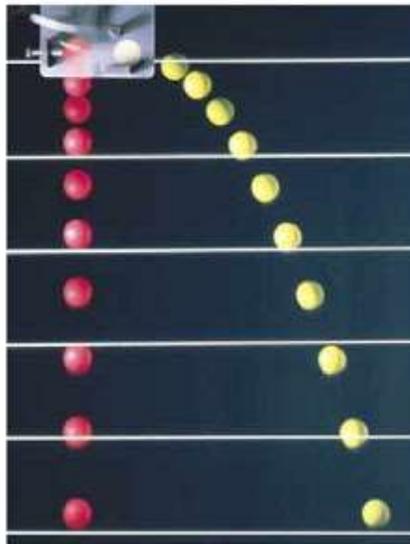
$$x = (v_t^2 - v_o^2)/2a = (0 - 20^2)/(-10) = 40 \text{ m}$$

c) Perlambatan mobil,

$$a = -5 \text{ m/s}^2$$

## Gerak Jatuh Bebas

Jika suatu objek sedang jatuh hanya oleh pengaruh gaya gravitasi bumi, objek itu disebut dalam keadaan jatuh bebas.



Gambar 13. Gerak jatuh bebas dengan dan tanpa sudut  
Sumber : <https://lh4.googleusercontent.com/k5sfY..A=s412>

Umumnya hambatan udara menghindarkan jatuh bebas yang sebenarnya, namun hambatan itu bisa diabaikan untuk jarak jatuh yang dekat. Galileo Galilei (1564-1642) dikenal sebagai penyelidik benda jatuh bebas yang dijatuhkannya dari menara sebuah gereja. Ia menemukan besar percepatan jatuh bebas sebuah benda, dilambangkan dengan  $g$ , dengan  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  atau



$g = 32,2 \text{ ft/ s}^2$ . Sering kali harga ini dibulatkan menjadi  $10 \text{ m/s}^2$  dan  $32 \text{ ft/ s}^2$  dengan koreksi sekitar 2% dan 2/3%. Pembulatan ini biasanya digunakan pada perhitungan-perhitungan. Harga  $g$  bervariasi di titik-titik yang berbeda pada permukaan bumi.

Apabila arah ke atas adalah  $y$  positif, untuk benda jatuh bebas dengan kecepatan awal nol dapat ditulis :

$$y = y_0 - \frac{1}{2}gt^2$$

Dengan  $y_0$  adalah tinggi mula-mula dari objek dan kecepatan mula-mula 0. Tanda negatif (-) pada suku kedua menyatakan fakta bahwa percepatan arahnya ke bawah, sehingga harga  $y$  mengecil terhadap waktu. Kecepatan  $v$  dalam arah negatif (ke bawah) dapat dilihat dengan menuliskan Persamaan  $y = y_0 - \frac{1}{2}gt^2$  dengan  $v_0 = 0$  dan percepatan dalam arah  $y$  negatif :

$$v = (-g)t = -gt$$

Catatan :  $g$  dinyatakan hanya besarnya dan merupakan bilangan positif.

### Contoh Soal

Sebuah benda dijatuhkan pada ketinggian 125 m tanpa kecepatan awal. Jika percepatan awal  $10 \text{ m.s}^{-2}$ , hitunglah waktu yang dibutuhkan untuk benda sampai di tanah

Jawab :

Diket :

$$y_0 = 125 \text{ m}$$

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

$$y = 0$$

$$v_{0y} = 0$$



Ditanya : t ?

Jawab :

$$Y = y_0 + v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$0 = 125 + 0 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$$

$$0 = 125 - 5 t^2$$

$$5t^2 = 125$$

$$t^2 = \frac{125}{5}$$

$$t = \sqrt{25}$$

$$= 5 \text{ s}$$

## Gerak Vertikal/Gerak Peluru

Pada pokok bahasan Gerak Lurus, baik, GLB dan GLBB, telah membahas gerak benda dalam satu dimensi, ditinjau dari perpindahan, kecepatan dan percepatan. Kali ini kita mempelajari gerak dua dimensi di dekat permukaan bumi yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari.

Pernakah anda menonton pertandingan sepak bola? Mudah-mudahan pernah walaupun hanya melalui televisi. Gerakan bola yang ditendang oleh para pemain sepak bola kadang berbentuk melengkung. Mengapa bola bergerak dengan cara demikian?

Selain gerakan bola sepak, banyak sekali contoh gerakan peluru/parabola yang kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Diantaranya adalah gerak bola volly, gerakan bola basket, bola tenis, bom yang dijatuhkan, peluru yang ditembakkan, gerakan lompat jauh yang dilakukan atlet dan sebagainya. Anda dapat menambahkan sendiri. Apabila diamati secara saksama, benda-benda yang melakukan gerak peluru selalu memiliki lintasan berupa lengkungan dan seolah-olah dipanggil kembali ke permukaan tanah (bumi) setelah mencapai titik tertinggi. Mengapa demikian?



Benda-benda yang melakukan gerakan peluru dipengaruhi oleh beberapa faktor. **Pertama**, benda tersebut bergerak karena ada gaya yang diberikan. Mengenai Gaya, selengkapnya kita pelajari pada pokok bahasan Dinamika (*Dinamika adalah ilmu fisika yang menjelaskan gaya sebagai penyebab gerakan benda dan membahas mengapa benda bergerak demikian*). Pada kesempatan ini, belum menjelaskan bagaimana proses benda-benda tersebut dilemparkan, ditendang dan sebagainya. Hanya memandang gerakan benda tersebut setelah dilemparkan dan bergerak bebas di udara hanya dengan pengaruh gravitasi. **Kedua**, seperti pada Gerak Jatuh Bebas, benda-benda yang melakukan gerak peluru dipengaruhi oleh gravitasi, yang berarah ke bawah (pusat bumi) dengan besar  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . **Ketiga**, hambatan atau gesekan udara. Setelah benda tersebut ditendang, dilempar, ditembakkan atau dengan kata lain benda tersebut diberikan kecepatan awal hingga bergerak, maka selanjutnya gerakannya bergantung pada gravitasi dan gesekan alias hambatan udara. Karena menggunakan model ideal, maka dalam menganalisis gerak peluru, gesekan udara diabaikan.

## 1. Pengertian Gerak Peluru

Gerak peluru merupakan suatu jenis gerakan benda yang pada awalnya diberi kecepatan awal lalu menempuh lintasan yang arahnya sepenuhnya dipengaruhi oleh gravitasi. Karena gerak peluru termasuk dalam pokok bahasan kinematika (*ilmu fisika yang membahas tentang gerak benda tanpa mempersoalkan penyebabnya*), maka pada pembahasan ini, gaya sebagai penyebab gerakan benda diabaikan, demikian juga gaya gesekan udara yang menghambat gerak benda. Kita hanya meninjau gerakan benda tersebut setelah diberikan kecepatan awal dan bergerak dalam lintasan melengkung di mana hanya terdapat pengaruh gravitasi.

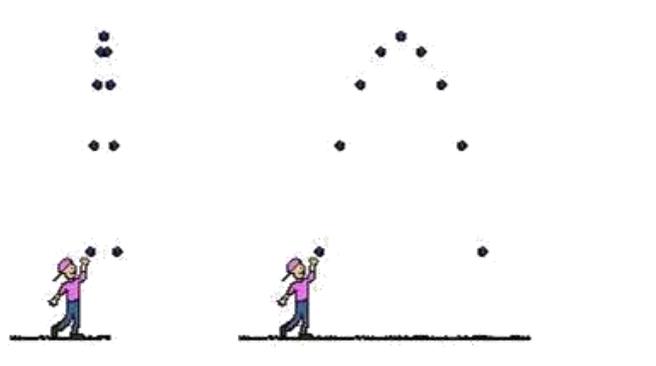


Mengapa dikatakan gerak peluru? kata peluru yang dimaksudkan di sini hanya istilah, bukan peluru pistol, senapan atau senjata lainnya. Dinamakan gerak peluru karena mungkin jenis gerakan ini mirip gerakan peluru yang ditembakkan.

## 2. Jenis-jenis Gerak Parabola

Dalam kehidupan sehari-hari terdapat beberapa jenis gerak parabola.

**Pertama**, gerakan benda berbentuk parabola ketika diberikan kecepatan awal dengan sudut *tetap* terhadap garis horisontal, sebagaimana tampak pada gambar di bawah. Dalam kehidupan sehari-hari terdapat banyak gerakan benda yang berbentuk demikian. Beberapa di antaranya adalah gerakan bola yang ditendang oleh pemain sepak bola, gerakan bola basket yang dilemparkan ke ke dalam keranjang, gerakan bola tenis, gerakan bola volly, gerakan lompat jauh dan gerakan peluru atau rudal yang ditembakkan dari permukaan bumi.



Gambar 14. Kinematika gerak bola yang dilempar

**Kedua**, gerakan benda berbentuk parabola ketika diberikan kecepatan awal pada ketinggian tertentu dengan arah sejajar horisontal, sebagaimana tampak pada gambar di bawah. Beberapa contoh gerakan jenis ini yang kita temui



dalam kehidupan sehari-hari, meliputi gerakan bom yang dijatuhkan dari pesawat atau benda yang dilemparkan ke bawah dari ketinggian tertentu.



Gambar 15. Kinematika gerak peluru ditembakkan dari ketinggian tertentu

**Ketiga**, gerakan benda berbentuk parabola ketika diberikan kecepatan awal dari ketinggian tertentu dengan sudut  $\theta$  terhadap garis horisontal, sebagaimana tampak pada gambar di bawah.



Gambar 16. Kinematika gerak peluru ditembakkan dari ketinggian dan sudut tertentu

### 3. Menganalisis Gerak Parabola

Bagaimana menganalisis gerak peluru? Galileo telah menunjukkan jalan yang baik dan benar. Beliau menjelaskan bahwa gerak tersebut dapat dipahami dengan menganalisa komponen-komponen horisontal dan vertikal secara



terpisah. Gerak peluru adalah gerak dua dimensi, di mana melibatkan sumbu horisontal dan vertikal. Jadi gerak parabola merupakan superposisi atau gabungan dari gerak horisontal dan vertikal. Kita sebut bidang gerak peluru sebagai bidang koordinat  $xy$ , dengan sumbu  $x$  horisontal dan sumbu  $y$  vertikal.

Percepatan gravitasi hanya bekerja pada arah vertikal, gravitasi tidak mempengaruhi gerak benda pada arah horisontal.

Percepatan pada komponen  $x$  adalah nol (*ingat bahwa gerak peluru hanya dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Pada arah horisontal atau komponen  $x$ , gravitasi tidak bekerja*). Percepatan pada komponen  $y$  atau arah vertikal bernilai tetap ( $g =$  gravitasi) dan bernilai negatif  $-g$  (*percepatan gravitasi pada gerak vertikal bernilai negatif, karena arah gravitasi selalu ke bawah alias ke pusat bumi*).

Gerak horisontal (*sumbu  $x$* ) kita analisis dengan Gerak Lurus Beraturan, sedangkan Gerak Vertikal (*sumbu  $y$* ) dianalisis dengan Gerak Jatuh Bebas.

Untuk memudahkan kita dalam menganalisis gerak peluru, mari kita tulis kembali persamaan Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Jatuh Bebas (GJB).

Tinjau kembali beberapa persamaan yang telah kita bahas di atas.

$$v = \frac{s}{t}$$

$$s = vt$$

$$v_y = v_{0y} - gt$$

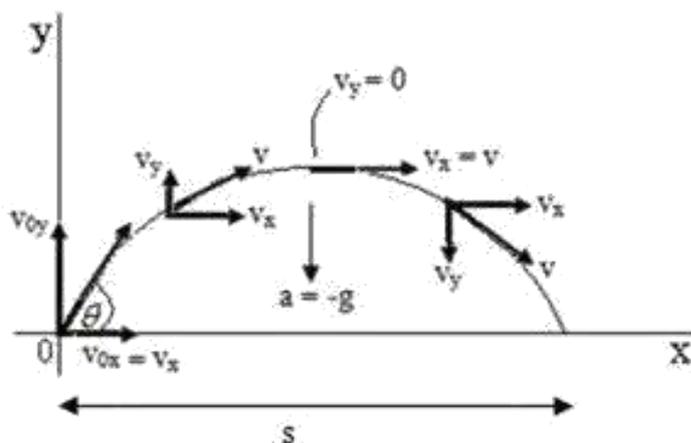
$$y = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$v_y^2 = v_{y0}^2 - 2gh$$

Sebelum menganalisis gerak parabola secara terpisah, terlebih dahulu kita



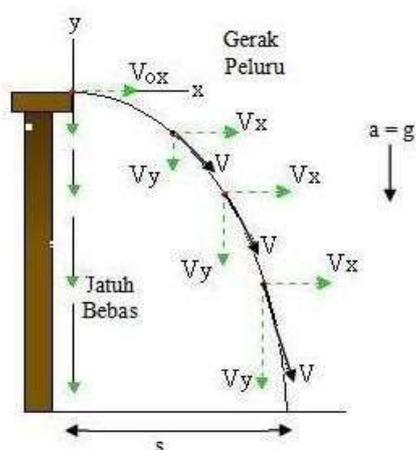
amati komponen Gerak Peluru secara keseluruhan. **Pertama**, gerakan benda setelah diberikan kecepatan awal dengan sudut teta terhadap garis horisontal.



Gambar 17. Kinematika gerak parabola

Kecepatan awal ( $v_0$ ) gerak benda diwakili oleh  $v_{0x}$  dan  $v_{0y}$ .  $v_{0x}$  merupakan kecepatan awal pada sumbu x, sedangkan  $v_{0y}$  merupakan kecepatan awal pada sumbu y.  $v_y$  merupakan komponen kecepatan pada sumbu y dan  $v_x$  merupakan komponen kecepatan pada sumbu x. Pada titik tertinggi lintasan gerak benda, kecepatan pada arah vertikal ( $v_y$ ) sama dengan nol.

**Kedua**, gerakan benda setelah diberikan kecepatan awal pada ketinggian tertentu dengan arah sejajar horisontal.



Gambar 18. Analisis gerak peluru yang ditembakkan dari ketinggian tertentu

Kecepatan awal ( $v_0$ ) gerak benda diwakili oleh  $v_{0x}$  dan  $v_{0y}$ .  $v_{0x}$  merupakan kecepatan awal pada sumbu x, sedangkan Kecepatan awal pada sumbu vertikal ( $v_{0y}$ ) = 0.  $v_y$  merupakan komponen kecepatan pada sumbu y dan  $v_x$  merupakan komponen kecepatan pada sumbu x.

#### 4. Menganalisis Komponen Gerak Parabola secara terpisah

Sekarang, menurunkan persamaan untuk Gerak Peluru. Kita nyatakan seluruh hubungan vektor untuk posisi, kecepatan dan percepatan dengan persamaan terpisah untuk komponen horisontal dan vertikalnya. Gerak peluru merupakan superposisi atau penggabungan dari dua gerak terpisah tersebut

##### a) Komponen kecepatan awal

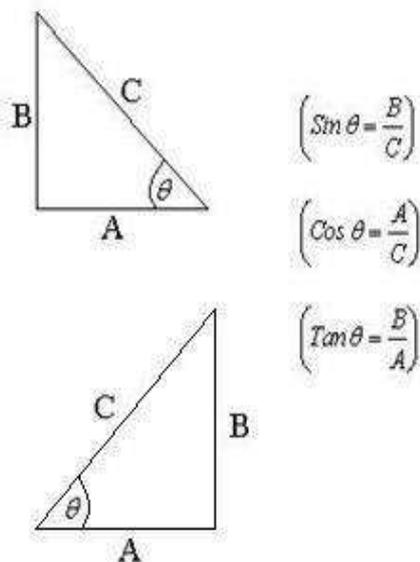
Terlebih dahulu menyatakan kecepatan awal untuk komponen gerak horisontal  $v_{0x}$  dan kecepatan awal untuk komponen gerak vertikal,  $v_{0y}$ .

Catatan : gerak peluru selalu mempunyai kecepatan awal. Jika tidak ada kecepatan awal maka gerak benda tersebut bukan termasuk gerak *peluru*. *Walaupun demikian, tidak berarti setiap gerakan yang mempunyai kecepatan awal termasuk gerak peluru*

Karena terdapat sudut yang dibentuk, maka kita harus memasukkan sudut dalam perhitungan kecepatan awal. Mari kita turunkan persamaan kecepatan awal untuk gerak horisontal ( $v_{0x}$ ) dan vertikal ( $v_{0y}$ ) dengan bantuan rumus Sinus, Cosinus dan Tangen. Dipahami dulu persamaan sinus, cosinus dan tangen di bawah ini.

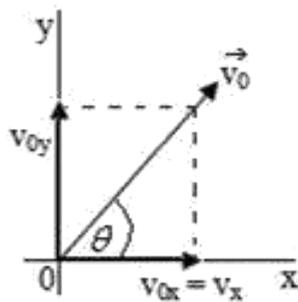


Rumus Sinus, Cosinus dan Tangen pada Segitiga



Gambar 19. Analisis gerak peluru yang ditembakkan dari ketinggian tertentu

Berdasarkan bantuan rumus sinus, cosinus dan tangen di atas, maka kecepatan awal pada bidang horisontal dan vertikal dapat kita rumuskan sebagai berikut :



Gambar 20. Analisis gerak peluru yang ditembakkan dari ketinggian tertentu

$$V_{0x} = v_0 \cos \theta$$

$$V_{0y} = v_0 \sin \theta$$

Keterangan :  $v_0$  adalah kecepatan awal,  $v_{0x}$  adalah kecepatan awal pada sumbu  $x$ ,  $v_{0y}$  adalah kecepatan awal pada sumbu  $y$ ,  $teta$  adalah sudut yang dibentuk terhadap sumbu  $x$  positif.

### **b) Kecepatan dan perpindahan benda pada arah horisontal**

Tinjau gerak pada arah horisontal atau sumbu  $x$ . Sebagaimana yang telah dikemukakan di atas, gerak pada sumbu  $x$  kita analisis dengan Gerak Lurus Beraturan (GLB). Karena percepatan gravitasi pada arah horisontal = 0, maka komponen percepatan  $a_x = 0$ . Huruf  $x$  kita tulis di belakang  $a$  (dan besaran lainnya) untuk menunjukkan bahwa percepatan (atau kecepatan dan jarak) tersebut termasuk komponen gerak horisontal atau sumbu  $x$ . Pada gerak peluru terdapat kecepatan awal, sehingga kita gantikan  $v$  dengan  $v_0$ .

Dengan demikian, kita akan mendapatkan persamaan Gerak Peluru untuk sumbu  $x$  :

Persamaan kecepatan pada sumbu  $x$

$$v_x = v_{0x}$$

Persamaan posisi pada arah horisontal atau sumbu  $x$

$$x = x_0 + v_{0x}t$$

Keterangan :

$v_x$  adalah kecepatan gerak benda pada sumbu  $x$ ,

$v_{0x}$  adalah kecepatan awal pada sumbu  $x$ ,

$x$  adalah posisi benda,

$t$  adalah waktu tempuh,

$x_0$  adalah posisi awal.

Jika pada contoh suatu gerak peluru tidak diketahui posisi awal, maka silahkan melenyapkan  $x_0$ .



### c) Perpindahan horisontal dan vertikal

Kita tinjau gerak pada arah vertikal atau sumbu  $y$ . Untuk gerak pada sumbu  $y$  alias vertikal, kita gantikan  $x$  dengan  $y$  (atau  $h =$  tinggi),  $v$  dengan  $v_y$ ,  $v_0$  dengan  $v_{0y}$  dan  $a$  dengan  $-g$  (gravitasi). Dengan demikian, kita dapatkan persamaan Gerak Peluru untuk sumbu  $y$  :

Pesamaa kecepatan pada sumbu  $y$  bila posisi  $y$  atau  $h$  tidak diketahui.

$$v_y = v_{0y} - gt$$

Persamaan posisi pada arah vertikal atau sumbu  $y$

$$y = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}g.t^2$$

Persamaan kecepatan pada sumbu  $y$  bila  $t$  (waktu) tidak diketahui

$$v_y^2 = v_{0y}^2 - 2gy$$

Keterangan :

$v_y$  adalah kecepatan gerak benda pada sumbu  $y$  alias vertikal,

$v_{0y}$  adalah kecepatan awal pada sumbu  $y$ ,

$g$  adalah gravitasi,

$t$  adalah waktu tempuh,

$y$  adalah posisi benda (bisa juga ditulis  $h$ ),

$y_0$  adalah posisi awal.

Berdasarkan persamaan kecepatan awal untuk komponen gerak horisontal  $v_{0x}$  dan kecepatan awal untuk komponen gerak vertikal,  $v_{0y}$  yang telah kita turunkan di atas, maka kita dapat menulis persamaan Gerak Peluru secara lengkap sebagai berikut :



Persamaan gerak peluru pada sumbu x (Horisontal)

$$v_x = v_0 \cos \theta$$

$$x = x_0 + (v_0 \cos \theta)t$$

Persamaan gerak peluru pada sumbu y (vertikal)

$$v_y = v_0 \sin \theta - gt$$

$$y = y_0 + (v_0 \sin \theta)t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$v_y^2 = (v_0 \sin \theta)^2 - 2gy$$

Setelah menganalisis gerak peluru secara terpisah, baik pada komponen horisontal alias sumbu x dan komponen vertikal alias sumbu y, sekarang kita menggabungkan kedua komponen tersebut menjadi satu kesatuan. Hal ini membantu kita dalam menganalisis Gerak Peluru secara keseluruhan, baik ditinjau dari posisi, kecepatan dan waktu tempuh benda. Pada pokok bahasan Vektor dan Skalar telah dijelaskan teknik dasar metode analitis. Sebaiknya Saudara mempelajarinya terlebih dahulu apabila belum memahami dengan baik.

Persamaan untuk menghitung posisi dan kecepatan resultan dapat dirumuskan sebagai berikut.

Menghitung posisi benda setiap saat.

$$s = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Menghitung kecepatan benda setiap saat

$$s = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

Menghitung arah gerak benda terhadap sumbu x positif.

$$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x}$$



*Pertama*,  $v_x$  tidak pernah berubah sepanjang lintasan, karena setelah diberi kecepatan awal, gerakan benda sepenuhnya bergantung pada gravitasi. Nah, gravitasi hanya bekerja pada arah vertikal, tidak horisontal. Dengan demikian  $v_x$  bernilai tetap.

*Kedua*, pada titik tertinggi lintasan, kecepatan gerak benda pada bidang vertikal alias  $v_y = 0$ . pada titik tertinggi, benda tersebut **hendak** kembali ke permukaan tanah, sehingga yang bekerja hanya kecepatan horisontal alias  $v_x$ , sedangkan  $v_y$  bernilai nol. Walaupun kecepatan vertikal ( $v_y$ ) = 0, percepatan gravitasi tetap bekerja alias tidak nol, karena benda tersebut masih bergerak ke permukaan tanah akibat tarikan gravitasi. jika gravitasi nol maka benda tersebut akan tetap melayang di udara, tetapi kenyataannya tidak terjadi seperti itu.

*Ketiga*, kecepatan pada saat sebelum menyentuh lantai biasanya tidak nol.

#### Contoh Soal

Sebuah kelapa jatuh dari pohonnya. Jika hambatan udara diabaikan, perbandingan jarak yang ditempuh selama  $t_1$  sekon dengan jarak yang ditempuh selama  $t_2$  sekon adalah 1 : 4, maka besar  $t_1$  dan  $t_2$  tersebut adalah ...

#### Jawab

$h = (1/2)gt^2 \rightarrow t = (2h/g)^{1/2}$ , maka:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\sqrt{2h_1/g}}{\sqrt{2h_2/g}} = \frac{\sqrt{h_1}}{\sqrt{h_2}} = \frac{\sqrt{1}}{\sqrt{4}} = \frac{1}{2}$$

#### Contoh Soal

Sebuah batu dilemparkan vertikal ke bawah dari atas tebing yang tingginya 60 m, dengan kecepatan awal 20 m/s. Jika  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , tentukan:

- Kecepatan bola saat mau tepat menyentuh tanah,
- Posisi bola setelah berjalan pada  $t = 2 \text{ s}$  diukur dari tanah

#### Jawab

- Kecepatan bola saat menyentuh tanah

$$\begin{aligned} 2gh &= v_t^2 - v_o^2 \rightarrow v_t^2 = 2gh + v_o^2 \\ &= 20 \cdot 60 + 20^2 = 1600 \rightarrow v_t = 40 \text{ m/s} \end{aligned}$$



b) Posisi bola setelah 2 s

$$h = v_0 t + (1/2)gt^2$$
$$= 20 \cdot 2 + 5 \cdot 2^2 = 60 \text{ m (ada di dasar)}$$

Contoh Soal

Sebuah bola dilemparkan vertikal ke atas dan kembali ke titik asal dalam waktu 4 sekon. Jika  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , maka kecepatan awal bola adalah ...

Jawab:

Benda kembali ke titik asal maka, ketinggiannya nol

$$h = v_0 t - (1/2)gt^2$$
$$0 = v_0 4 - (1/2)10(4)^2$$
$$4v_0 = 80$$
$$v_0 = 20 \text{ m/s}$$

Contoh Soal

Dari titik A di tanah, sebuah bola dilemparkan dengan kecepatan awal 20 m/s dan sudut elevasi  $37^\circ$  ( $\sin 37^\circ = 0,6$ ). Jika  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , hitunglah: a) waktu untuk mencapai titik tertinggi, dan b) jarak titik tertinggi?

Jawab

Titik Tertinggi ( $y_{max}$ )

Pada saat benda mencapai titik tertinggi, komponen kecepatan vertikalnya nol ( $v_y = 0$ ) tetapi komponen kecepatan horizontalnya tidak nol ( $v_x \neq 0$ ), maka:

$$v_y = v_0 \sin \theta - gt = 0 \rightarrow t = v_0 \sin \theta / g$$

$$t_{ym} = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$$

Jika persamaan  $t_{ym}$  ini disubstitusikan ke komponen jarak vertikal, maka:



$$y_m = v_o \sin\theta \left( \frac{v_o \sin\theta}{g} \right) - \frac{1}{2} g \left( \frac{v_o \sin\theta}{g} \right)^2$$
$$= \frac{v_o^2 \sin^2\theta}{g} - \frac{1}{2} \frac{v_o^2 \sin^2\theta}{g}$$

$$y_m = \frac{v_o^2 \sin^2\theta}{2g}$$

$$y_m = v_o \sin\theta \left( \frac{v_o \sin\theta}{g} \right) - \frac{1}{2} g \left( \frac{v_o \sin\theta}{g} \right)^2$$
$$= \frac{v_o^2 \sin^2\theta}{g} - \frac{1}{2} \frac{v_o^2 \sin^2\theta}{g}$$

$$y_m = \frac{v_o^2 \sin^2\theta}{2g}$$

Jadi

$$a) t_{ym} = v_o \sin\theta / g = 20 \cdot 0,6 / 10$$

$$= 1,2 \text{ s}$$

$$b) y_m = v_o^2 \sin^2\theta / 2g$$

$$= 20^2 \cdot 0,6^2 / 20$$

$$= 7,2 \text{ m}$$

Contoh Soal

Suatu benda yang sedang bergerak parabola memiliki persamaan:

$$\mathbf{r} = (30t)\mathbf{i} + (40t - 5t^2)\mathbf{j} \text{ meter}$$

Tentukan: a) waktu untuk mencapai titik terjauh, b) jarak terjauh yang dialami benda, c) sudut elevasi, dan d) kecepatan awal benda?

Jawab

**Titik Terjauh ( $x_{max}$ )**

Pada saat benda mencapai titik terjauh, komponen jarak vertikalnya nol ( $y = 0$ ), maka:



$$y = v_o \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 = 0 \rightarrow t = \frac{2v_o \sin \theta}{g}$$

$$t_{xm} = \frac{2v_o \sin \theta}{g}$$

Jika persamaan  $t_{xm}$  ini disubstitusikan ke komponen jarak horizontal, maka:

$$\begin{aligned} x &= v_o \cos \theta \cdot t = v_o \cos \theta \left( \frac{2v_o \sin \theta}{g} \right) \\ &= \frac{2v_o^2 \sin \theta \cdot \cos \theta}{g} \\ x_m &= \frac{v_o^2 \sin 2\theta}{g} \quad (9) \end{aligned}$$

Jadi

$$\begin{aligned} \text{a) } t_{xm} &= 2v_o \sin \theta / g = 2 \cdot 40 / 10 \\ &= 8 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } x_m &= 30 \cdot (8) = 240 \text{ m, atau} \\ x_m &= 2(v_o \sin \theta)(v_o \cos \theta) / g \\ &= 2 \cdot 40 \cdot 30 / 10 \\ &= 240 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } \tan \theta &= v_o \sin \theta / v_o \cos \theta \\ &= 40 / 30 \\ \theta &= 53^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) } |v_o| &= [(v_o \sin \theta)^2 + (v_o \cos \theta)^2]^{1/2} \\ &= [40^2 + 30^2]^{1/2} \\ &= 50 \text{ m/s} \end{aligned}$$





## PENGEMBANGAN PENILAIAN

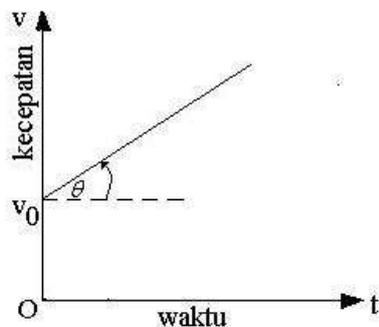
Bagian ini memuat contoh soal-soal topik gerak melingkar yang pernah keluar pada ujian sekolah. Selain itu, bagian ini memuat pembahasan tentang cara mengembangkan soal HOTS yang disajikan dalam bentuk pemodelan agar dapat dijadikan acuan oleh Saudara ketika mengembangkan soal untuk topik ini. Saudara perlu mencermati dengan baik bagian ini, sehingga Saudara dapat terampil mengembangkan soal yang mengacu pada indikator pencapaian kompetensi yang termasuk HOTS.

### A. Pembahasan Soal-soal

Berikut ini pembahasan soal-soalnya.

#### Soal USBN

1. Perhatikan gambar grafik berikut.



Pernyataan yang benar pada grafik tersebut adalah ...

- Gerak lurus berubah beraturan tanpa kecepatan awal
- Gerak lurus berubah beraturan dengan kecepatan awal
- Gerak lurus berubah beraturan dengan percepatan awal
- Gerak lurus berubah beraturan dengan percepatan berkurang
- Gerak lurus berubah beraturan dengan percepatan bertambah



**Kunci Jawaban** : B

**Pembahasan** :

Pada grafik tersebut terlihat bahwa, benda mulai bergerak dengan kecepatan awal ( $V_0$ ). Kecepatan berubah bergantung waktu. Jadi jawaban yang benar adalah gerak lurus berubah beraturan dengan kecepatan awal.

2. Dua mobil, A dan B bergerak searah dari tempat yang sama dengan kecepatan 10 m/s dan 20 m/s. Jika mobil B berangkat 5 detik setelah mobil A, tentukan waktu dan tempat kedua mobil akan bertemu!
- Kedua mobil akan bertemu 200 m dari tempat semula dan bertemu setelah mobil A bergerak selama 10 detik
  - Kedua mobil akan bertemu 200 m dari tempat semula dan bertemu setelah mobil A bergerak selama 5 detik
  - Kedua mobil akan bertemu 100 m dari tempat semula dan bertemu setelah mobil B bergerak selama 10 detik
  - Kedua mobil akan bertemu 100 m dari tempat semula dan bertemu setelah mobil B bergerak selama 5 detik
  - Kedua mobil akan bertemu 100 m dari tempat semula dan bertemu setelah mobil A bergerak selama 10 detik

**Kunci Jawaban** : E

**Pembahasan** :

Karena mobil B berangkat 5 detik setelah mobil A, maka:

$$t_A = t_B$$

$$\frac{S_A}{V_A} = \frac{S_B}{V_B}$$

$$\frac{x}{20} = \frac{210 - x}{10}$$

$$10x = 4200 - 20x$$

$$30x = 4200$$

$$x = 140$$

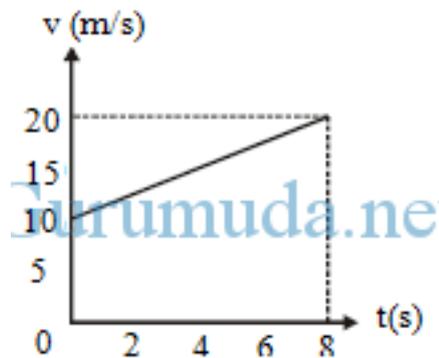


Kedua mobil akan bertemu 100 m dari tempat semula.

$$t_A = \frac{s_A}{v_A} = \frac{100}{10} = 10 \text{ s}$$

Jadi, kedua mobil akan bertemu setelah mobil A bergerak selama 10 detik atau setelah mobil B bergerak selama 5 detik.

3. Grafik di samping melukiskan gerak sebuah mobil yang bergerak lurus berubah beraturan. Jarak yang ditempuh mobil selama 8 sekon adalah ....



- a. 60 meter
- b. 80 meter
- c. 100 meter
- d. 120 meter
- e. 160 meter

**Kunci Jawaban** : C

**Pembahasan**

Diketahui :

$$v_0 = 10 \text{ m/s}$$

$$v_t = 20 \text{ m/s}$$

$$t = 8 \text{ sekon}$$

Ditanya : Jarak tempuh (s) ?



Jawab :

**Hitung percepatan mobil (a) :**

$$V_t = v_o + at$$

$$20 = 10 + 8 a$$

$$20 - 10 = 8 a$$

$$10 = 8 a$$

$$a = \frac{10}{8}$$

$$a = 1,25 \text{ m/s}^2$$

**Hitung jarak tempuh mobil :**

$$s = v_o t + \frac{1}{2} gt^2$$

$$s = (10)(8) + \frac{1}{2} (1,25)(8^2)$$

$$s = 80 + (1,25)(32)$$

$$s = 80 + 40$$

$$s = 120 \text{ meter.}$$

Jadi Jarak yang ditempuh mobil selama 8 sekon adalah 120 meter.

4. Sebuah bola menggelinding ke bawah dari suatu bidang miring dengan percepatan tetap  $3,4 \text{ m/s}^2$ . Jika bola bergerak dengan kecepatan awal  $3 \text{ m/s}$ , tentukan kecepatan bola setelah bergerak selama 5 detik!
- a.  $10 \text{ m/s}$
  - b.  $20 \text{ m/s}$
  - c.  $30 \text{ m/s}$
  - d.  $40 \text{ m/s}$
  - e.  $50 \text{ m/s}$

**Kunci Jawaban** : B

**Pembahasan** :

Diketahui

$$a = 3,4 \text{ m/s}^2$$

$$v_0 = 3 \text{ m/s}$$

$$t = 5 \text{ s}$$

Ditanyakan : Kecepatan setelah 5 detik

$$a \cdot t = (v_t - v_0)$$

$$(3,4)(5) = (v_t - 3)$$

$$17 = v_t - 3$$

$$v_t = 17 + 3$$

$$v_t = 20 \text{ m/s}$$

Jadi, kecepatan menggelinding setelah 5 detik adalah 20 m/s.

5. David Beckham menendang bola dengan sudut  $30^\circ$  terhadap sumbu x positif dengan kecepatan 20 m/s. Anggap saja bola meninggalkan kaki Beckham pada ketinggian permukaan lapangan. Jika percepatan gravitasi =  $10 \text{ m/s}^2$ , hitunglah tinggi maksimum bola!
- 3 meter
  - 4 meter
  - 5 meter
  - 6 meter
  - 7 meter

**Kunci Jawaban** : C

**Pembahasan** :

Jika ditanyakan ketinggian maksimum, maka yang dimaksudkan adalah posisi benda pada sumbu vertikal (y) ketika benda berada pada ketinggian maksimum alias ketinggian puncak. Karena kita menganggap bola bergerak dari permukaan tanah, maka  $y_0 = 0$ . Kita tulis persamaan posisi benda pada gerak vertikal.

Bagaimana tahu kapan bola berada pada ketinggian maksimum? Untuk membantu kita, ingat bahwa pada ketinggian maksimum hanya bekerja kecepatan horisontal ( $v_x$ ), sedangkan kecepatan vertikal ( $v_y$ ) = 0. Karena



$v_y = 0$  dan percepatan gravitasi diketahui, maka kita gunakan salah satu gerak vertikal di bawah ini, untuk mengetahui kapan bola berada pada ketinggian maksimum.

$$V_y = (v_0 \sin \theta) - g t$$

Pada titik tertinggi  $Y = 0$

$$(v_0 \sin \theta) = g t$$

$$t = \frac{v_0 \sin \theta}{g} = \frac{10 \text{ m/s}}{10 \text{ m/s}^2}$$

$$t = 1 \text{ sekon}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, bola mencapai ketinggian maksimum setelah bergerak 1 sekon. Kita masukan nilai  $t$  ini pada persamaan

$$y = (v_0 \sin \theta) (1 \text{ s}) - \frac{1}{2} (10 \text{ m/s}^2) (1 \text{ s})^2$$

$$y = (10 \text{ m/s}) (1 \text{ s}) - \frac{1}{2} (10 \text{ m/s}^2) (1 \text{ s})^2 = 10 \text{ m} - 5 \text{ m}$$

$$y = 5 \text{ meter}$$

Jadi, ketinggian maksimum yang dicapai bola adalah 5 meter.

## B. Mengembangkan Soal HOTS

Pada bagian ini akan dimodelkan pembuatan soal yang memenuhi indikator pencapaian kompetensi yang diturunkan dari kompetensi dasar pengetahuan. Pengembangan soal diawali dengan pembuatan kisi-kisi agar Saudara dapat melihat kesesuaian antara kompetensi, lingkup materi, dan indikator soal. Selanjutnya, dilakukan penyusunan soal di kartu soal berdasarkan kisi-kisi yang telah disusun sebelumnya. Contoh soal yang disajikan terutama untuk mengukur indikator kunci pada level kognitif yang tergolong HOTS.



Tabel 4. Kisi-Kisi Soal HOTS

NO	Kompetensi yang Diuji	Lingkup Materi	Materi	Indikator Soal	No	Level Kognitif	Bentuk Soal
1	Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan konstan.	Gerak lurus	Gerak lurus Beraturan	Diberikan pernyataan dan grafik kecepatan terhadap waktu pada gerak lurus beraturan. Peserta didik dapat menentukan jarak berdasarkan grafik tersebut.	1	C4	PG
2	Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan konstan.	Gerak lurus	Gerak lurus Berubah Beraturan	Diberikan pernyataan dan grafi kecepatan terhadap waktu. Peserta didik dapat menyebutkan pernyataan yang benar tentang jarak, kecepatan, dan percepatan berdasarkan grafik tersebut.	2	C4	PG
3	Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak	Gerak lurus	Gerak lurus Berubah Beraturan	Diberikan pernyataan sebuah motor yang melaju dengan kecepatan tertentu dan bertambah kecepatannya pad waktu tertentu. Peserta didik	3	C3	PG



NO	Kompetensi yang Diuji	Lingkup Materi	Materi	Indikator Soal	No	Level Kognitif	Bentuk Soal
	melingkar dengan percepatan konstan.			dapat menghitung percepatan mobil tersebut.			
4	Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan konstan.	Gerak lurus	Gerak jatuh bebas	Diberikan pernyataan sebuah benda yang jatuh bebas. Peserta didik dapat menghitung kecepatan benda tersebut.	4	C4	PG
5	Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan konstan.	Gerak lurus	Gerak jatuh bebas	Disajikan deskripsi mengenai situasi seorang anak yang hendak mengetahui kedalaman sumur yang sulit diukur dengan meteran. Anak tersebut menjatuhkan benda kecil ke dalam sumur lalu mencatat waktu sampai terdengar bunyi benda yang menyentuh permukaan air. Jika percepatan gravitasi $10 \text{ m/s}^2$ dan cepat rambat bunyi di udara $330 \text{ m/s}$ , peserta didik dapat menentukan kedalaman sumur tersebut.	5	C3	PG

NO	Kompetensi yang Diuji	Lingkup Materi	Materi	Indikator Soal	No	Level Kognitif	Bentuk Soal
6	Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan konstan.	Gerak lurus	Gerak jatuh bebas	Disajikan deskripsi mengenai situasi seorang anak yang hendak mengetahui kedalaman sumur yang sulit diukur tersebut.	6	C3	PG
7	Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan konstan.	Gerak lurus	Gerak parabola	Diberikan pernyataan tentang dua peluru yang ditembakkan dengan sudut yang berbeda. Peserta didik dapat membandingkan tinggi maksimum kedua peluru tersebut.	6	C4	PG



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**KARTU SOAL**  
**Tahun Pelajaran 2018/2019**

<b>Jenis Sekolah</b>	: SMK	<b>Kurikulum</b>	: 2013
<b>Kelas</b>	: X	<b>Bentuk Soal</b>	: Pilihan Ganda
<b>Mata Pelajaran</b>	: Fisika	<b>Nama Penyusun</b>	:
<b>KOMPETENSI DASAR</b>  Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan konstan.	<b>Buku Sumber :</b>	<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman	<input type="checkbox"/> Aplikasi <input checked="" type="checkbox"/> Penalaran
	<b>Nomor Soal</b> 1	<b>RUMUSAN BUTIR SOAL</b>	
<b>LINGKUP MATERI</b> Gerak Lurus	Seorang pengendara mobil melaju di jalan raya dengan pola grafik kecepatan terhadap waktu seperti gambar berikut.		
<b>MATERI</b> Gerak Lurus Beraturan.	<p>Jarak yang ditempuh oleh petani sampai detik ke 4 adalah ...</p> <p>a. 70 meter b. 120 meter c. 140 meter d. 200 meter e. 240 meter</p>		
<b>INDIKATOR SOAL</b> Diberikan pernyataan dan grafik kecepatan terhadap waktu pada gerak lurus beraturan. Peserta didik dapat menentukan jarak berdasarkan grafik tersebut.	<b>Kunci Jawaban</b> D		





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
KARTU SOAL  
Tahun Pelajaran 2018/2019

<b>Jenis Sekolah</b>	: SMK	<b>Kurikulum</b>	: 2013
<b>Kelas</b>	: X	<b>Bentuk Soal</b>	: Pilihan Ganda
<b>Mata Pelajaran</b>	: Fisika	<b>Nama Penyusun</b>	:
<b>KOMPETENSI DASAR</b>	<b>Buku Sumber :</b>	<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman	<input type="checkbox"/> Aplikasi <input checked="" type="checkbox"/> Penalaran
Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan konstan.	<b>Nomor Soal</b> 2	<b>RUMUSAN BUTIR SOAL</b>	
<b>LINGKUP MATERI</b> Gerak Lurus		Perhatikan gambar grafik hubungan kecepatan dan waktu berikut!	
<b>MATERI</b> Gerak Lurus Beraturan Gerak Lurus Berubah Beraturan		<p>Berikut terdapat beberapa pernyataan tentang hubungan antara besaran waktu, kecepatan, percepatan dan jarak pada teori kinematika tentang gerak.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Jarak adalah luas daerah ABCD</li> <li>Kecepatan awal adalah panjang ED</li> <li>Kecepatan adalah panjang ED dibagi panjang BC</li> <li>Percepatan adalah panjang ED dibagi panjang BC</li> <li>Percepatan adalah panjang BC dibagi panjang ED</li> </ol>	
<b>INDIKATOR SOAL</b> Diberikan pernyataan dan grafi kecepatan terhadap waktu. Peserta didik dapat menyebutkan pernyataan yang benar tentang jarak, kecepatan, dan percepatan berdasarkan grafik tersebut.	<b>Kunci Jawaban</b> D		





**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**KARTU SOAL**  
**Tahun Pelajaran 2018/2019**

<b>Jenis Sekolah</b>	: SMK	<b>Kurikulum</b>	: 2013
<b>Kelas</b>	: X	<b>Bentuk Soal</b>	: Pilihan Ganda
<b>Mata Pelajaran</b>	: Fisika	<b>Nama Penyusun</b>	:
<b>KOMPETENSI DASAR</b>  Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan konstan.	<b>Buku Sumber :</b>	<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman	<input checked="" type="checkbox"/> Aplikasi
			<input type="checkbox"/> Penalaran
	<b>Nomor Soal</b> 3	<b>RUMUSAN BUTIR SOAL</b>	
<b>LINGKUP MATERI</b> Gerak Lurus		Sebuah motor melaju dengan kecepatan awal yaitu 2 m/s. Setelah melaju 10 sekon, kecepatan motor tersebut bertambah menjadi 4 m/s. Berapa percepatan yang dimiliki oleh mobil tersebut ? a. 0,05 m/s <sup>2</sup> b. 0,5 m/s <sup>2</sup> c. 5 m/s <sup>2</sup> d. 25 m/s <sup>2</sup> e. 50 m/s <sup>2</sup>	
<b>MATERI</b> Gerak Lurus Berubah Beraturan			
<b>INDIKATOR SOAL</b> Diberikan pernyataan sebuah motor yang melaju dengan kecepatan tertentu dan bertambah kecepataannya pada waktu tertentu. Peserta didik dapat menghitung percepatan mobil tersebut.	<b>Kunci Jawaban</b> B		





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
KARTU SOAL  
Tahun Pelajaran 2018/2019

<b>Jenis Sekolah</b>	: SMK	<b>Kurikulum</b>	: 2013
<b>Kelas</b>	: X	<b>Bentuk Soal</b>	: Pilihan Ganda
<b>Mata Pelajaran</b>	: Fisika	<b>Nama Penyusun</b>	:
<b>KOMPETENSI DASAR</b>  Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan konstan.	<b>Buku Sumber :</b>	<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman	<input type="checkbox"/> Aplikasi <input checked="" type="checkbox"/> Penalaran
	<b>Nomor Soal</b>  4	<b>RUMUSAN BUTIR SOAL</b>	
<b>LINGKUP MATERI</b> Gerak Lurus	Petugas polisi sedang mengejar pejahat menggunakan mobil berserine. Mobil polisi mulai bergerak setelah mobil penjahat melaju selama 8 detik.		
<b>MATERI</b> Gerak Lurus Berubah Beraturan			
<b>INDIKATOR SOAL</b> Disajikan suatu deskripsi dan grafik mengenai polisi yang sedang mengejar penjahat pada suatu jalan lurus. Mobil polisi mulai bergerak setelah mobil penjahat melaju selama beberapa detik. Jika percepatan mobil polisi dan mobil penjahat diketahui, peserta didik dapat menentukan lama waktu dan tempat dimana mobil polisi dapat menyusulnya.	<b>Kunci Jawaban</b>  B	<p>Jika percepatan mobil polisi <math>\beta \text{ m.s}^{-2}</math> dan mobil penjahat <math>\alpha \text{ m.s}^{-2}</math>, maka pernyataan yang benar saat polisi tepat menyusul penjahat adalah ...</p> <p>a. <math>\alpha = 1 \text{ m.s}^{-2}</math>, <math>\beta = 5/3 \text{ m.s}^{-2}</math>, Tersusul pada <math>t = 20 \text{ s}</math>  b. <math>\alpha = 1 \text{ m.s}^{-2}</math>, <math>\beta = 5/3 \text{ m.s}^{-2}</math>, <math>X_{\text{penj}} = X_{\text{pol}}</math>  c. <math>\alpha = 1 \text{ m.s}^{-2}</math>, Tersusul pada <math>t = 20 \text{ s}</math>, <math>X_{\text{penj}} = 2X_{\text{pol}}</math>  d. <math>\alpha = 1 \text{ m.s}^{-2}</math>, <math>\beta = 5/2 \text{ m.s}^{-2}</math>, Tersusul setelah <math>t = 20 \text{ s}</math>  e. <math>\alpha = 5/2 \text{ m.s}^{-2}</math>, <math>\beta = 1 \text{ m.s}^{-2}</math>, <math>X_{\text{penj}} = 2X_{\text{pol}}</math></p>	





**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**KARTU SOAL**  
**Tahun Pelajaran 2018/2019**

<b>Jenis Sekolah</b>	: SMK	<b>Kurikulum</b>	: 2013			
<b>Kelas</b>	: X	<b>Bentuk Soal</b>	: Pilihan Ganda			
<b>Mata Pelajaran</b>	: Fisika	<b>Nama Penyusun</b>	:			
<b>KOMPETENSI DASAR</b>  Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan konstan.	<b>Buku Sumber :</b>	<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman	<input checked="" type="checkbox"/> Aplikasi	<input type="checkbox"/> Penalaran		
		<b>RUMUSAN BUTIR SOAL</b>				
	<table border="1"> <tr><td>Nomor Soal</td></tr> <tr><td>5</td></tr> </table>	Nomor Soal	5	Jika sebuah benda jatuh dari ketinggian 20 meter, maka berapakah kecepatannya saat benda berada pada ketinggian setengah dari ketinggian awalnya?  a. 5 m/s b. $5\sqrt{2}$ m/s c. 10 m/s d. $10\sqrt{2}$ m/s e. $10\sqrt{5}$ m/s		
	Nomor Soal					
5						
<table border="1"> <tr><td>Kunci Jawaban</td></tr> <tr><td>D</td></tr> </table>	Kunci Jawaban	D				
Kunci Jawaban						
D						
<b>LINGKUP MATERI</b>	Gerak Lurus					
<b>MATERI</b>	Gerak Jatuh Bebas					
<b>INDIKATOR SOAL</b>	Diberikan pernyataan sebuah benda yang jatuh bebas. Peserta didik dapat menghitung kecepatan benda tersebut.					





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
KARTU SOAL  
Tahun Pelajaran 2018/2019

<b>Jenis Sekolah</b>	: SMK	<b>Kurikulum</b>	: 2013	
<b>Kelas</b>	: X	<b>Bentuk Soal</b>	: Pilihan Ganda	
<b>Mata Pelajaran</b>	: Fisika	<b>Nama Penyusun</b>	:	
<b>KOMPETENSI DASAR</b>  Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan konstan.	<b>Buku Sumber :</b>	<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman	<input checked="" type="checkbox"/> Aplikasi	<input type="checkbox"/> Penalaran
	<b>LINGKUP MATERI</b> Gerak Lurus	<b>RUMUSAN BUTIR SOAL</b>  Seorang anak ingin mengetahui kedalaman sumurnya yang sudah mengering melalui percobaan sederhana dengan menjatuhkan sebuah batu ke dalam sumur dan mencatat lama waktu dari mulai batu dijatuhkan hingga terdengar bunyi batu mencapai air. Jika tercatat lama waktu sampai terdengar bunyi adalah 3 sekon, maka kedalaman sumur adalah ... (cepat rambat bunyi di udara = 330 m/s) a. 67 m b. 52 m c. 41 m d. 33 m e. 27 m		
	<b>MATERI</b> Gerak Jatuh Bebas			
	<b>INDIKATOR SOAL</b> Disajikan deskripsi mengenai situasi seorang anak yang hendak mengetahui kedalaman sumur yang sulit diukur dengan meteran. Anak tersebut menjatuhkan benda kecil ke dalam sumur lalu mencatat waktu sampai terdengar bunyi benda yang menyentuh permukaan air. Jika percepatan gravitasi $10 \text{ m/s}^2$ dan cepat rambat bunyi di udara 330 m/s, peserta didik dapat menentukan kedalaman sumur tersebut.			
	<b>Nomor Soal</b> 6			
	<b>Kunci Jawaban</b> C			





**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**KARTU SOAL**  
**Tahun Pelajaran 2018/2019**

<b>Jenis Sekolah</b>	: SMK	<b>Kurikulum</b>	: 2013
<b>Kelas</b>	: X	<b>Bentuk Soal</b>	: Pilihan Ganda
<b>Mata Pelajaran</b>	: Fisika	<b>Nama Penyusun</b>	:
<b>KOMPETENSI DASAR</b>  Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan konstan.	<b>Buku Sumber :</b>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;"> <input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px; margin-left: 20px;"> <input type="checkbox"/> Aplikasi                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> <input checked="" type="checkbox"/> Penalaran                 </div>	<b>RUMUSAN BUTIR SOAL</b>  Peluru A dan B ditembakkan dari senapan yang sama dengan sudut elevasi berbeda. Peluru A dengan sudut $30^\circ$ dan peluru B dengan sudut $60^\circ$ . Tentukanlah perbandingan tinggi maksimum yang dicapai peluru A dan peluru B. a. 1 : 2 b. 2 : 1 c. 1 : 3 d. 3 : 1 e. 3 : 2	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; margin-bottom: 5px;">                     Nomor Soal                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; width: 50px; margin: 0 auto;">                     7                 </div>		
<b>LINGKUP MATERI</b> Gerak Lurus Beraturan			
<b>MATERI</b> Gerak parabola			
<b>INDIKATOR SOAL</b> Diberikan pernyataan tentang dua peluru yang ditembakkan dengan sudut yang berbeda. Peserta didik dapat membandingkan tinggi maksimum kedua peluru tersebut.	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; margin-bottom: 5px;">                     Kunci Jawaban                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; width: 50px; margin: 0 auto;">                     B                 </div>		



## KESIMPULAN

Unit ini dikembangkan berdasarkan pasangan KD 3.2. Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan konstan dan 4.9 Menyajikan data dan grafik hasil percobaan gerak lurus untuk menyelidiki sifat gerak benda pada gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB) di kelas X. Berdasarkan KD pengetahuan dapat diketahui bahwa indikator yang dikembangkan perlu mencapai level analisis (C4). Artinya, KD ini sudah menuntut Saudara melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi kepada peserta didik. Adapun KD keterampilan menuntut Saudara memfasilitasi peserta didik berkreasi. Hal ini berarti Saudara perlu memberikan ruang dan waktu kepada untuk mengembangkan kreativitasnya untuk menghasilkan produk berupa laporan hasil percobaan pada materi gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan..

Penguasaan keterampilan berpikir tingkat tinggi oleh peserta didik memerlukan proses pembelajaran yang relevan. Oleh karena itu, aktivitas pembelajaran pada subtopik gerak lurus menggunakan pembelajaran saintifik dan model *discovery learning*, dengan metode praktik dan diskusi melalui tiga kali pertemuan. Seperti telah diketahui, kedua model pembelajaran ini merupakan model yang dapat membekalkan kemampuan berpikir tingkat tinggi kepada peserta didik. Ketika implementasi, pembelajaran juga dipandu dengan menggunakan LKPD yang dirancang untuk memudahkan penguasaan konsep sesuai tingkat kognitifnya dan penguasaan keterampilan yang mengedepankan konstruktivisme. Artinya, peserta didik memperoleh konsep dengan merumuskannya terlebih dahulu.

Adapun konten yang dikembangkan pada subtopik gerak lurus terdiri atas: 1) konsep gerak, 2) gerak lurus beraturan, 3) gerak lurus berubah beraturan, 3)



gerak jatuh bebas, dan 4) gerak vertikal dan parabola. Subtopik ini merupakan konten yang kaya akan pengetahuan kontekstual dan penalaran bagi peserta didik. Artinya, Saudara dapat mendorong serta memfasilitasi peserta didik untuk menemukan fenomena gerak di kehidupan sehari-hari yang berkaitan subtopik ini. Pada sub topik aplikasi dunia nyata, dicontohkan bahwa kita melakukan gerak setiap hari, mobil, motor, kerta api, kapal laut bergerak pada arah tertentu, bahwasanya gerak merupakan kegiatan kita dan hal yang biasa dilihat pada kehidupan sehari-hari sehingga peserta didik dapat memahami konsep gerak lebih nyata.

Berkaitan dengan penilaian, subtopik ini muncul dalam instrumen tes UN selama tiga tahun terakhir. Jenis pertanyaan yang diajukan masih didominasi pada taraf level kognitif L1 pengetahuan dan pemahaman (dari C1 – C3). Oleh karena itu, Saudara perlu meyakinkan bahwa peserta didik memahami subtopik ini dengan baik agar siap menghadapi UN. Lebih dari itu, Saudara perlu mengembangkan soal-soal pengetahuan subtopik ini pada tingkat level berpikir yang lebih tinggi lagi. Artinya, Saudara dituntut dapat memfasilitasi peserta didik agar dapat memecahkan soal-soal yang mengedepankan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Oleh karena itu, Saudara perlu terus menyusun bank soal yang relevan dengan indikator yang telah dikembangkan.

## UMPAN BALIK

Dalam rangka mengetahui pemahaman terhadap unit ini, Saudara perlu mengisi lembar persepsi pemahaman. Berdasarkan hasil pengisian instrumen ini, Saudara dapat mengetahui posisi pemahaman beserta umpan baliknya. Oleh karena itu, isilah lembar persepsi diri ini dengan objektif dan jujur dengan memberikan tanda silang (X) pada kriteria yang menurut saudara tepat.

### Lembar Persepsi Pemahaman Unit

No	Aspek	Kriteria			
		1	2	3	4
1.	Memahami dengan baik semua indikator yang telah dikembangkan di unit ini.				
2	Mampu menghubungkan konten dengan fenomena kehidupan sehari-hari.				
3	Memahami dengan baik bahwa aktivitas pembelajaran yang disusun dapat mengembangkan HOTS peserta didik.				
4	Memahami dengan baik tahapan urutan aktivitas pembelajaran yang disajikan.				
5	Mampu dengan baik mengaplikasikan aktivitas pembelajaran di dalam kelas.				
6	Memahami dengan baik lembar kerja peserta didik yang dikembangkan.				
7	Mampu melaksanakan dengan baik lembar kerja peserta didik yang dikembangkan.				
8	Memahami konten secara menyeluruh dengan baik.				
9	Memahami prosedur penyusunan soal HOTS dengan baik.				
10	Mampu membahas soal HOTS yang disajikan dengan tepat.				
<b>Jumlah</b>					
<b>Jumlah Total</b>					



<p>Keterangan                  1=tidak menguasai                  2 = cukup menguasai                  3 = menguasai                  4 = Sangat Menguasai</p>	<p>Pedoman Penskoran                   Skor = <math>\frac{\text{Jumlah Total}}{40} \times 100</math></p>
--	--

Keterangan Umpan Balik

Skor	Umpan Balik
< 70	: Masih banyak yang belum dipahami, di antara konten, cara membelajarkannya, mengembangkan penilaian dan melaksanakan penilaian berorientasi HOTS. Saudara perlu membaca ulang unit ini dan mendiskusikannya dengan dengan fasilitator di MGMP sampai Saudara memahaminya.
70-79	: Masih ada yang belum dipahami dengan baik, di antara konten, cara membelajarkan, mengembangkan penilaian dan melaksanakan penilaian berorientasi HOTS. Saudara perlu mendiskusikan bagian yang belum dipahami dengan fasilitator atau teman lain di MGMP.
80-89	: Memahami konten, cara membelajarkan, mengembangkan penilaian dan melaksanakan penilaian berorientasi HOTS dengan baik.
≥ 90	: Memahami konten, cara membelajarkan, mengembangkan penilaian dan melaksanakan penilaian berorientasi HOTS dengan sangat baik. Saudara dapat menjadi fasilitator bagi teman-teman lain di MGMP untuk membelajarkan unit ini.



## PENUTUP

Besar harapan kami, Unit-unit pembelajaran yang telah dikembangkan ini dapat menjadi acuan Saudara dalam mengembangkan desain pembelajaran dan penilaian yang berorientasi *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) yang terintegrasi dengan 5 (lima) unsur utama Penguatan Pendidikan Karakter (PPK) dan literasi dalam rangka mencapai kecakapan Abad ke-21. Selanjutnya, saudara dapat menerapkan desain yang telah disusun dalam pembelajaran kepada peserta didik di kelas masing-masing.

Dalam rangka mencapai tujuan tersebut, Saudara perlu memahami unit-unit ini dengan baik. Oleh karena itu, unit-unit perlu dipelajari dan dikaji lebih lanjut oleh Saudara bersama guru-guru Fisika lainnya dalam Program Peningkatan Kompetensi Pembelajaran (PKP) di MGMP di Zona masing-masing. Saudara bersama guru-guru lainnya perlu mengkaji dengan baik semua komponen unit pembelajaran yang disajikan sehingga dapat memudahkan Saudara mengimplementasikannya di kelas. Selain itu, saudara dapat mengantisipasi kesulitan-kesulitan yang mungkin dihadapi.

Unit-unit pembelajaran dikembangkan agar memudahkan Saudara dalam menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Hal ini karena aktivitas pembelajaran yang disajikan merupakan acuan umum langkah pembelajaran untuk mencapai masing-masing KD. Saudara perlu memerinci aktivitas pembelajaran menjadi skenario di dalam RPP agar lebih mudah diimplementasikan. Selain itu, Saudara masih perlu mengembangkan soal-soal tes dan instrumen penilaian lainnya yang berorientasi HOTS dengan mengacu pada contoh yang disajikan.

Dalam melaksanakan kegiatan praktikum sesuai LKPD, Saudara dapat memenuhi kebutuhan alat dan bahan yang digunakan dengan bahan-bahan yang terdapat di lingkungan masing-masing (kontekstual). Begitu pula dalam



mengalokasikan waktu pembelajaran, saudara dapat menyesuainya. Selain itu, Saudara dapat mengadaptasi langkah-langkah pembelajaran yang disajikan di unit pembelajaran untuk mengembangkan RPP topik-topik lainnya.

Selama mengimplementasikan unit-unit ini, Saudara perlu terus merefleksikan dan mengevaluasi keefektifan, keberhasilan serta permasalahannya. Permasalahan-permasalahan yang ditemukan dapat langsung didiskusikan bersama guru lainnya, instruktur, kepala sekolah, atau pengawas agar dapat dengan segera menemukan solusinya. Setiap keberhasilan, permasalahan, dan solusi yang ditemukan selama pembelajaran perlu Saudara tuliskan dalam bentuk karya tulis *best practice* atau lainnya. Pada akhirnya, Saudara dapat melaksanakan pembelajaran dengan baik, peserta didik mencapai hasil belajar yang optimal, sekaligus Saudara dapat menghasilkan karya tulis yang berguna bagi pengembangan keprofesian.

Dalam rangka perbaikan dan pengembangan unit-unit lainnya, Kami mengharapkan saran, masukan, dan usulan penyempurnaan yang dapat disampaikan kepada tim penulis melalui surat elektronik (*e-mail*).



## DAFTAR PUSTAKA

- Ariyana, Y., Pudjiastuti, A., Bestary, R., Zamroni (2018). Buku Pegangan Pembelajaran Berorientasi pada Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. Jakarta. Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Badan Standar Nasional Pendidikan. (2018). Surat Keputusan BSNP Nomor 0296/SKEP/BSNP/XI/2018 tentang Kisi-Kisi Ujian Nasional untuk Jenjang Pendidikan Dasar dan Menengah. Jakarta. Badan Standar Nasional Pendidikan
- Bob Foster. 2005. Terpadu Fisika SMA Jilid 2A untuk Kelas XI. Bandung : Erlangga Sri Handayani. 2009. Fisika Kelas XI SMA. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional Sunardi. 2009. Siaga dan Sukses Jelang Ujian Nasional Fisika SMA/MA. Bandung
- Halliday., Resnick., Terjemahan: Silaban, Pantur., Sucipto, Erwin., 1985, Fisika, Jilid 1, edisi ketiga, Erlangga, Jakarta
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2018). Permendikbud Nomor 34 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 24 tahun 2016 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar pelajaran pada Kurikulum 2013 pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Kertiasa, Nyoman, 1993, Fisika 1 Untuk Sekolah Menengah Umum, Dikdasmen Depdikbud, Jakarta
- Mashuri, dkk., 2008, Fisika –non Teknologi, Dikdasmen Depdiknas, Jakarta.
- Tridayanto, Hary. (2010). Modul Praktikum Fisika Dasar, Laboratorium Fisika, PPPPTK Pertanian.
- Marthen Kanginan. (2004). Fisika Kelas XI SMA. Jakarta: Erlangga.
- Sulaeman, A.A., Noeraida, Devi, P.K., Nuraeni, R. (2018). Energi dalam Sistem Kehidupan. *Modul Pengembangan Keprofesional Berkelanjutan Kelompok Kompetensi B*. Jakarta. Direktorat Pembinaan Guru Pendidikan Dasar. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.



Supriharyono (2002). *Pelestraian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Wasis dan Hasanah, Retno, 2004, Modul Sistem Satuan dan Pengukuran, Jakarta, Penerbit Direktorat Dikmenjur

Wibowo, Ibnu Nurdi.. (2015). Listrik Magnet 2 dan Optik 1,. *Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Kelompok Kompetensi H*. Jakarta. Direktorat Pembinaan Guru Pendidikan Dasar. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

**Sumber Artikel dan Gambar**

<http://kesehatan.kontan.co.id>

<http://semi-yanto.blogspot.co.id/2011/10/pengaruh-kepadatan-populasi-terhadap.html>

<https://biologiklaten.wordpress.com/bab-10-ekosistem-x/>

<https://commons.wikimedia.org>

<https://hisham.id/2015/09/pengertian-biotik-dan-abiotik.html>

<https://infogram.com>

<https://makewealthhistory.org>

<https://nationalgeographic.grid.id/read/131638315/habitatnya-terganggu-kawanan-gajah-liar-serang-permukiman-warga?page=all>

<https://nationalgeographic.grid.id/read/13711340/ledakan-penduduk-dunia-dan-efek-domino-yang-mengancam-kehidupan?page=all>

<https://www.galena.co.id/q/apa-perbedaan-rantai-makanan-dan-jaring-makanan>

<https://www.google.com/imgres?imgurl=x-raw-image%>

<https://www.google.com/imgres?imgurl=x-raw-image%>

<https://www.infopelajaran.com/2016/07/pengertian-dan-contoh-simbiosis.html>

[www.liveandinvestoverseas.com](http://www.liveandinvestoverseas.com)

[www.pngtree.com](http://www.pngtree.com)





## LAMPIRAN

**SALINAN  
LAMPIRAN  
PERATURAN MENTERI PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
NOMOR 37 TAHUN 2018  
TENTANG  
PERUBAHAN ATAS PERATURAN MENTERI PENDIDIKAN  
DAN KEBUDAYAAN NOMOR 24 TAHUN 2016 TENTANG  
KOMPETENSI INTI DAN KOMPETENSI DASAR  
PELAJARAN PADA KURIKULUM 2013 PADA PENDIDIKAN  
DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH**

**KOMPETENSI INTI DAN KOMPETENSI DASAR SEKOLAH MENENGAH  
KEJURUAN/MADRASAH ALIYAH KEJURUAN**

Tujuan kurikulum mencakup empat aspek kompetensi, yaitu (1) aspek kompetensi sikap spiritual, (2) sikap sosial, (3) pengetahuan, dan (4) keterampilan. Aspek-aspek kompetensi tersebut dicapai melalui proses pembelajaran intrakurikuler, kokurikuler, dan ekstrakurikuler.

Rumusan kompetensi sikap spiritual yaitu, “Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya”. Sedangkan rumusan kompetensi sikap sosial yaitu, “Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, santun, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), bertanggung-jawab, responsif, dan proaktif melalui keteladanan, pemberian nasihat, penguatan, pembiasaan, dan pengkondisian secara berkesinambungan serta menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia”. Kedua kompetensi tersebut dicapai melalui pembelajaran tidak langsung (indirect teaching) yaitu keteladanan, pembiasaan, dan budaya sekolah, dengan memperhatikan karakteristik mata pelajaran serta kebutuhan dan kondisi peserta didik.

Penumbuhan dan pengembangan kompetensi sikap dilakukan sepanjang proses pembelajaran berlangsung, dan dapat digunakan sebagai pertimbangan guru dalam mengembangkan karakter peserta didik lebih lanjut.

Mata Pelajaran : Fisika



Jam Pelajaran : 72 JP (@ 45 menit)

KOMPETENSI INTI 3 (PENGETAHUAN)	KOMPETENSI INTI 4 (KETERAMPILAN)
<p>3 Memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi tentang pengetahuan faktual, konseptual, operasional dasar, dan metakognitif sesuai dengan bidang dan lingkup Simulasi dan Komunikasi Digital, dan Dasar Bidang Agribisnis dan Agroteknologi pada tingkat teknis, spesifik, detil, dan kompleks, berkenaan dengan ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam konteks pengembangan potensi diri sebagai bagian dari keluarga, sekolah, dunia kerja, warga masyarakat nasional, regional, dan internasional.</p>	<p>4 Melaksanakan tugas spesifik dengan menggunakan alat, informasi, dan prosedur kerja yang lazim dilakukan serta memecahkan masalah sesuai dengan lingkup Simulasi dan Komunikasi Digital, dan Dasar Bidang Agribisnis dan Agroteknologi. Menampilkan kinerja di bawah bimbingan dengan mutu dan kuantitas yang terukur sesuai dengan standar kompetensi kerja. Menunjukkan keterampilan menalar, mengolah, dan menyaji secara efektif, kreatif, produktif, kritis, mandiri, kolaboratif, komunikatif, dan solutif dalam ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung. Menunjukkan keterampilan mempersepsi, kesiapan, meniru, membiasakan, gerak mahir, menjadikan gerak alami dalam ranah konkret terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.</p>
KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
<p>3.1 Menerapkan prinsip pengukuran</p>	<p>4.1 Mengukur besaran-besaran fisis dan menghitung konversi satuan</p>
<p>3.2 Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dan melingkar dengan kecepatan dan laju konstan dan gerak lurus dan gerak melingkar dengan percepatan</p>	<p>4.2 Menyajikan data dan grafik hasil percobaan gerak lurus untuk menyelidiki sifat gerak benda pada gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB)</p>



KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
konstan	
3.3 Memahami hubungan antara gaya, massa, dan gerak benda pada gerak lurus	4.3 Menyajikan data dan grafik hasil percobaan Hukum Newton dalam menyelidiki hubungan antara gaya, massa, dan percepatan pada gerak lurus
3.4 Memahami hubungan antara usaha, energi dan daya	4.4 Melakukan percobaan percobaan usaha, energi dan daya
3.5 Menerapkan konsep sifat mekanik bahan	4.5 Melakukan percobaan sifat mekanik bahan
3.6 Memahami konsep keseimbangan benda tegar	4.6 Melakukan percobaan keseimbangan benda tegar
3.7 Menerapkan konsep impuls dan momentum	4.7 Melakukan percobaan impuls dan momentum
3.8 Menerapkan konsep, hukum, dan azas fluida statis dan fluida dinamis	4.8 Melakukan percobaan fluida statis dan fluida dinamis
3.9 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor	4.9 Melakukan percobaan suhu dan kalor dalam menyelidiki karakteristik termal suatu bahan
3.10 Menganalisis persamaan umum gas ideal	4.10 Menyajikan persamaan umum gas ideal
3.11 Menganalisis hukum-hukum termodinamika	4.11 Menyajikan grafik siklus carnot
3.12 Mengevaluasi besaran-besaran fisis getaran dan gelombang	4.12 Menyajikan data hasil percobaan getaran dan gelombang
3.13 Memahami besaran-besaran fisis gelombang bunyi	4.13 Mengidentifikasi besaran fisis gelombang bunyi
3.14 Menerapkan sifat pencerminan dan pembiasan cahaya pada cara kerja alat optik	4.14 Menggambarkan sifat pencerminan dan pembiasan cahaya pada alat optik



KOMPETENSI DASAR	KOMPETENSI DASAR
3.15 Menerapkan medan magnet dan induksi elektromagnetik	4.15 Menyajikan prinsip kerja proses generator dan dinamo
3.16 Menerapkan rangkaian dan prinsip kerja listrik arus searah (DC) dan Bolak-balik (AC)	4.16 Melakukan percobaan Hukum Ohm
3.17 Mendeskripsikan secara kualitatif pemanfaatan dan dampak radioaktifitas dalam kehidupan sehari-hari	4.17 Menyajikan informasi secara kualitatif tentang pemanfaatan radioaktifitas dan dampaknya bagi kehidupan sehari-hari

**KISI-KISI UJIAN SEKOLAH BERSTANDAR NASIONAL  
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN/MADRASAH ALIYAH KEJURUAN  
TAHUN PELAJARAN 2018/2019**

395

Mata Pelajaran : Fisika  
Kurikulum : 2013

Level Kognitif	Lingkup Materi				
	Mekanika	Suhu, Kalor, dan Termodinamika	Getaran dan Gelombang	Listrik dan Magnet	Optik
<b>Pengetahuan dan Pemahaman</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Membedakan</li> <li>- Menjelaskan</li> </ul>	Siswa mampu: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membedakan besaran pokok dan besaran turunan</li> <li>• Menjelaskan besaran-besaran pada gerak melingkar dengan percepatan sudut tetap</li> </ul>	Siswa mampu: <p>Menjelaskan sifat-sifat gas ideal</p>	Siswa mampu: <p>Menjelaskan hubungan frekuensi, cepat rambat dan panjang gelombang</p>	Siswa mampu <p>menjelaskan jenis - jenis muatan listrik statis</p>	Siswa mampu: <p>Menjelaskan ciri-ciri cermin dan lensa</p>
<b>Aplikasi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menjumlahkan</li> <li>- Menentukan</li> <li>- Menghitung</li> <li>- Menerapkan</li> </ul>	Siswa mampu: <ul style="list-style-type: none"> <li>☑ Menjumlahkan dua buah vektor</li> <li>☑ Menentukan:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ besaran-besaran fisika pada konsep gerak benda titik</li> <li>○ besarnya usaha yang diperlukan pada benda bergerak</li> <li>○ letak titik berat suatu benda</li> </ul> </li> </ul>	Siswa mampu: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menghitung:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ besarnya suhu dalam skala <math>^{\circ}\text{C}</math>, <math>^{\circ}\text{R}</math>, <math>^{\circ}\text{F}</math> dan K</li> <li>○ besarnya kalor untuk menaikkan suhu dan perubahan wujud suatu zat</li> </ul> </li> <li>• Menerapkan hukum termodinamika 1</li> </ul>	Siswa mampu: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menghitung:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ besaran-besaran pada gerak harmonik sederhana</li> <li>○ besaran-besaran fisika menggunakan Efek Doppler</li> </ul> </li> <li>• Menerapkan konsep dan prinsip energi dalam gerak harmonik</li> </ul>	Siswa mampu: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menghitung besarnya gaya, medan dan potensial listrik</li> <li>• Menentukan:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ hubungan tegangan, arus listrik dan hambatan menggunakan hukum Ohm</li> </ul> </li> </ul>	Siswa mampu: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menghitung besaran- besaran pada cermin dan lensa</li> <li>• Menentukan besaran-besaran fisika pada penggunaan alat-alat optic</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"><li>○ besar elastisitas bahan</li><li>○ konstanta pegas dalam rangkaian menggunakan hukum Hooke</li><li>• Menghitung:<ul style="list-style-type: none"><li>○ besaran-besaran pada gerak lurus dengan kecepatan tetap</li><li>○ besarnya energi kinetic dan potensial menggunakan hukum kekekalan energi mekanik</li></ul></li><li>• Menerapkan:<ul style="list-style-type: none"><li>○ hukum Newton pada kehidupan sehari-hari</li><li>○ konsep impuls dan hukum kekekalan momentum</li><li>○ hukum-hukum yang berhubungan dengan fluida static</li></ul></li></ul>		sederhana	<ul style="list-style-type: none"><li>○ besarnya induksi magnetik di sekitar arus listrik</li><li>○ besarnya gaya Lorentz</li><li>○ nilai efektif dan nilai maksimum pada arus bolak-balik</li></ul>	
--	---	--	-----------	--	--



<b>Penalaran dan Logika</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Menganalisis</li><li>- Memecahkan masalah</li><li>- Memproyeksikan</li></ul>	Siswa mampu: <ul style="list-style-type: none"><li>• Menganalisis:<ul style="list-style-type: none"><li>○ konsep gerak lurus dengan kecepatan tetap dan gerak lurus dengan percepatan tetap</li><li>○ gerak translasi dan rotasi</li><li>○ hukum-hukum yang berhubungan dengan fluida dinamik</li></ul></li><li>• Memecahkan masalah:<ul style="list-style-type: none"><li>○ menggunakan konsep usaha, energi dan daya</li><li>○ menggunakan hukum kekekalan momentum</li></ul></li></ul>	Siswa mampu memecahkan masalah menggunakan hukum-hukum termodinamika	Siswa mampu: Menganalisis perbedaan jenis-jenis gelombang	Siswa mampu: <ul style="list-style-type: none"><li>• Menganalisis hubungan tegangan, arus listrik dan tegangan pada rangkaian menggunakan hukum Khirchoff</li><li>• Memecahkan masalah dengan hukum-hukum kemagnetan</li><li>• Menganalisis hubungan antara tegangan, impedansi, dan kuat arus pada listrik arus bolak-balik</li></ul>	Siswa mampu memproyeksikan jatuh bayangan pada cermin dan lensa
--	---	--	---	--	---

# Paket Unit dan Unit Pembelajaran

Program Pengembangan  
Keprofesian Berkelanjutan (PKB)  
melalui Peningkatan  
Kompetensi Pembelajaran (PKP)  
Berbasis Zonasi



**DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
2019**

Jalan Jenderal Sudirman, Gedung D Lantai 15, Senayan, Jakarta 10270  
Telepon/Fax: (021) 5797 4130

[www.gtk.kemdikbud.go.id](http://www.gtk.kemdikbud.go.id)