

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

### GERAK LURUS

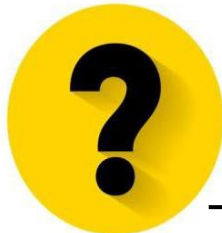
#### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan kalian mampu:

1. Menjelaskan karakteristik benda yang disebut bergerak
2. Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dengan kecepatan konstan (tetap) dan gerak lurus dengan percepatan konstan (tetap) berikut penerapannya dalam kehidupan sehari-hari misalnya keselamatan lalu lintas
3. Menyajikan data dan grafik hasil percobaan gerak benda untuk menyelidiki karakteristik gerak lurus dengan kecepatan konstan (tetap) dan gerak lurus dengan percepatan konstan (tetap) berikut makna fisisnya

#### B. Uraian Materi

Pada kegiatan pembelajaran 1 ini kalian akan belajar tentang besaran-besaran gerak lurus seperti: Posisi, Perpindahan, Jarak, Waktu, Kelajuan dan Kecepatan, percepatan dan perlajuan serta kalian juga akan belajar tentang gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Di pertemuan sebelumnya kalian telah mempelajari tentang besaran vektor dan skalar. Sebagai kegiatan awal berdasarkan apa yang kalian ketahui, jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini



1. Apakah yang dimaksud dengan gerak ?
2. Kapan suatu benda dikatakan bergerak ?

**Untuk dapat memahami materi ini baca dan ceramati uraian singkat materi berikut :**

##### 1. Gerak

Dalam aktivitas kita sehari-hari, kita tidak pernah terlepas dari yang namanya **gerak**. Kita berangkat dan pulang sekolah dikatakan bergerak. Menulis, berjalan, berlari, bersepeda, olahraga dan aktivitas lainnya tidak lepas dari gerak. Lalu apa yang dimaksud dengan gerak itu? Bilamanakah suatu benda dikatakan bergerak? Bilamanakah suatu benda dikatakan tidak bergerak? Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, simak baik-baik penjelasan berikut ini.

##### a. Pengertian Gerak

Coba kamu perhatikan benda-benda di sekitarmu! Adakah yang diam? Adakah yang bergerak? Batu-batu di pinggir jalan diam terhadap jalan kecuali jika ditendang oleh kaki maka benda tersebut akan bergerak, rumah-rumah di sekitar kita diam terhadap pohon-pohon di sekelilingnya, seseorang berlari pagi di taman, dikatakan orang tersebut bergerak terhadap jalan, batu-batu, rumah-rumah, maupun pohon-pohon yang dilewatinya, dan masih banyak lagi. Jadi apakah yang disebut gerak itu?

Suatu benda dikatakan bergerak jika benda itu mengalami perubahan kedudukan terhadap **titik tertentu sebagai acuan**. Jadi, gerak adalah perubahan posisi atau kedudukan terhadap titik acuan tertentu. Gerak juga dapat dikatakan sebagai perubahan kedudukan suatu benda dalam selang waktu tertentu. Untuk lebih memahami mengenai **titik acuan** perhatikan gambar ilustrasi berikut ini.



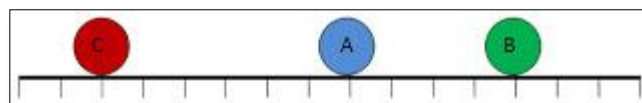
Gb1. Titik Acuan

Pada suatu hari sodik berangkat dari rumah menuju ke pasar untuk membeli buah-buahan. Jika kita tinjau gambar ilustrasi di atas, terdapat dua titik acuan yaitu rumah sebagai *titik acuan 1* dan pasar sebagai *titik acuan 2*. Jika kita menggunakan rumah sebagai titik acuan, maka sodik dikatakan bergerak **menjauh** dari titik acuan sedangkan jika kita menganggap pasar sebagai titik acuan maka sodik dikatakan bergerak **mendekati** titik acuan.

Berbeda halnya dengan peristiwa berikut, orang berlari di mesin lari fitness (mesin kebugaran), anak yang bermain komputer dan lain sebagainya. Apakah mereka mengalami perubahan posisi atau kedudukan dalam selang waktu tertentu? Kegiatan tersebut tidak mengalami perubahan posisi atau kedudukan karena kerangka acuannya diam. Penempatan kerangka acuan dalam peninjauan gerak merupakan hal yang sangat penting, mengingat gerak dan diam itu mengandung pengertian yang relatif. Sebagai contoh, ada seorang yang duduk di dalam kereta api yang sedang bergerak, dapat dikatakan bahwa orang tersebut diam terhadap kursi yang didudukinya dan terhadap kereta api tersebut, namun orang tersebut bergerak relatif terhadap stasiun maupun terhadap pohon-pohon yang dilewatinya.

### b. Posisi atau Kedudukan

Posisi merupakan besaran vektor yang menyatakan kedudukan suatu benda terhadap titik acuan. Kedudukan tersebut dinyatakan dalam *besar* dan *arah*.



Gb2. Ilustrasi Posisi atau Kedudukan

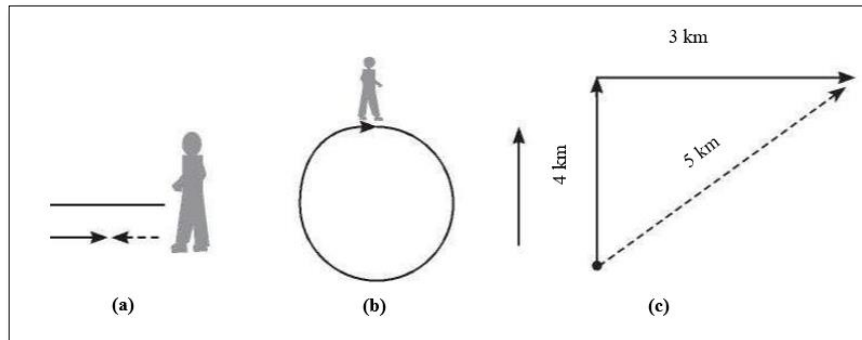
Pada gambar di atas. Jika titik A sebagai acuan maka Posisi C = - 6 meter dari A Jika titik A sebagai acuan maka Posisi B = 4 meter dari A Sebuah benda dikatakan bergerak jika posisinya telah **berubah** terhadap titik acuan.

### c. Jarak dan Perpindahan

Jarak dan perpindahan mempunyai pengertian yang berbeda. Misalkan Kira berjalan ke barat sejauh 4 km dari rumahnya, kemudian 3 km ke timur. Berarti Kira

sudah berjalan menempuh jarak 7 km dari rumahnya, sedangkan perpindahannya sejauh 1 km (Gambar 3a).

Berbeda halnya dengan contoh berikut. Seorang siswa berlari mengelilingi lapangan satu kali putaran. Berarti ia menempuh jarak sama dengan keliling lapangan, tetapi tidak menempuh perpindahan karena ia kembali ke titik semula (Gambar 3b).



Gb3. Lintasan yang ditempuh pejalan kaki

Contoh lain, perhatikan gambar 3c, Rama bergerak ke utara sejauh 4 km, kemudian berbelok ke timur sejauh 3 km, lalu berhenti. Berapa jarak yang ditempuh Rama? Berapa pula perpindahannya?

#### d. Kecepatan dan Kelajuan

Istilah kecepatan dan kelajuan dikenal dalam perubahan gerak. Kecepatan termasuk besaran vektor, sedangkan kelajuan merupakan besaran skalar. Besaran vektor memperhitungkan arah gerak, sedangkan besaran skalar hanya memiliki besar tanpa memperhitungkan arah gerak benda. Kecepatan merupakan perpindahan yang ditempuh tiap satuan waktu, sedangkan kelajuan didefinisikan sebagai jarak yang ditempuh tiap satuan waktu. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$\text{Kecepatan} = \frac{\text{Perpindahan (meter)}}{\text{Selang Waktu (detik)}}$$

$$\text{Kecepatan} = \frac{\text{Jarak (meter)}}{\text{Selang Waktu (detik)}}$$

#### Kecepatan Rata-Rata dan Kelajuan Rata-Rata

Kecepatan rata-rata  $v$  didefinisikan sebagai perpindahan yang ditempuh terhadap waktu. Jika suatu benda bergerak sepanjang sumbu-x dan posisinya dinyatakan dengan koordinat-x, secara matematis persamaan kecepatan rata-rata dapat ditulis sebagai berikut:

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

#### Keterangan:

$v$  = kecepatan rata-rata (m/s)

$\Delta x = x$  akhir = perpindahan

$\Delta t =$  perubahan waktu (s)

Kelajuan rata-rata merupakan jarak yang ditempuh tiap satuan waktu. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

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

**Keterangan:**

$v =$  kecepatan rata-rata (m/s)

$s =$  jarak tempuh (meter)

$t =$  waktu tempuh (s)

**Kecepatan Sesaat**

Kecepatan sesaat merupakan kecepatan benda pada saat tertentu. Kecepatan inilah yang ditunjukkan pada jarum speedometer. Kecepatan sesaat pada waktu tertentu adalah kecepatan rata-rata selama selang waktu yang sangat kecil mendekati nol, kecepatan sesaat dinyatakan oleh persamaan:

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

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

Kecepatan sesaat merupakan turunan posisi terhadap waktu

**e. Percepatan**

Di dalam kehidupan sehari-hari, sangatlah sulit kita jumpai sebuah benda yang bergerak dengan kecepatan konstan. Pasti benda akan mengalami perlambatan atau penambahan kecepatan (dipercepat) dalam selang waktu tertentu. Perubahan kecepatan dalam selang waktu tertentu inilah kemudian kita namakan sebagai percepatan.

Percepatan merupakan besaran vektor sehingga nilainya bisa positif atau negatif. Percepatan positif artinya bahwa arah percepatan searah dengan arah perpindahan benda, dengan kata lain gerakannya akan dipercepat. Sedangkan percepatan yang bernilai negatif artinya bahwa gerakan benda sedang diperlambat. Besarnya percepatan dinamakan sebagai perlajuan. Perlajuan merupakan besaran skalar.

**Percepatan** adalah perubahan kecepatan dan atau arah dalam selang waktu tertentu. Percepatan merupakan besaran vektor. Percepatan berharga positif jika kecepatan suatu benda bertambah dalam selang waktu tertentu. Percepatan berharga negatif jika kecepatan suatu benda berkurang dalam selang waktu tertentu.

Sebuah benda yang kecepataannya berubah tiap satuan waktu dikatakan mengalami percepatan. Sebuah mobil yang kecepataannya diperbesar dari nol sampai 90 km/jam berarti dipercepat. Apabila sebuah mobil dapat mengalami perubahan kecepatan seperti ini dalam waktu yang lebih cepat dari mobil lainnya, maka dikatakan bahwa mobil tersebut mendapat percepatan yang lebih besar. Dengan demikian, percepatan menyatakan seberapa cepat kecepatan sebuah benda berubah.

**Percepatan Rata-Rata**

Tiap benda yang mengalami perubahan kecepatan, baik besarnya saja atau arahnya saja atau kedua-duanya, akan mengalami percepatan. Percepatan rata-rata ( $a$ ) adalah hasil bagi antara perubahan kecepatan ( $\Delta v$ ) dengan selang waktu yang digunakan

selama perubahan kecepatan tersebut ( $\Delta t$ ). Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

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

Keterangan:

$a$  : percepatan rata-rata (m/s<sup>2</sup>)

$\Delta v$  : perubahan kecepatan (m/s)

$\Delta t$  : selang waktu (s)

$v_1$  : kecepatan awal (m/s)

$v_2$  : kecepatan akhir (m/s)

$t_1$  : waktu awal (s)

$t_2$  : waktu akhir (s)

Percepatan juga termasuk besaran vektor, tetapi untuk gerak satu dimensi kita hanya perlu menggunakan tanda positif (+) atau negatif (-) untuk menunjukkan arah relatif terhadap sistem koordinat yang dipakai.

### Percepatan Sesaat

Percepatan sesaat adalah perubahan kecepatan dalam waktu yang sangat singkat. Seperti halnya menghitung kecepatan sesaat, untuk menghitung percepatan sesaat, kita perlu mengukur perubahan kecepatan dalam selang waktu yang singkat (mendekati nol). Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}, \text{ dengan } \Delta t \text{ sangat kecil}$$

Percepatan sesaat dapat didefinisikan sebagai percepatan rata-rata pada limit  $\Delta t$  yang menjadi sangat kecil, mendekati nol. Percepatan sesaat ( $a$ ) untuk satu dimensi dapat dituliskan sebagai berikut:

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

Dalam hal ini  $\Delta v$  menyatakan perubahan yang sangat kecil pada kecepatan selama selang waktu  $\Delta t$  yang sangat pendek. Perhatikan dengan teliti bahwa kecepatan menunjukkan seberapa cepat posisi berubah sementara seberapa cepat kecepatan berubah disebut sebagai percepatan.

### Contoh Soal:

1. Azriel berlari ke timur sejauh 24 m selama 14 s lalu bebalik ke barat sejauh 12 m dalam waktu 4 s. Hitunglah kelajuan rata-rata dan kecepatan rata-rata Azriel!

*Penyelesaian:*

Kelajuan rata-rata:

$$\bar{v} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}; v = \frac{24 + 12}{14 + 4}; \bar{v} = 2 \text{ m/s}$$

Kecepatan rata-rata (anggap perpindahan ke timur bernilai positif, ke barat negatif)

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}; = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}; = \frac{24 - 12}{14 - 4}; = \frac{10}{8}; = 1,25 \text{ m/s}$$

## 2. Gerak Lurus

### a. Pengertian Gerak Lurus

Pernahkan kamu memperhatikan kereta api yang bergerak diatas relnya? Apakah lintasannya berbelok-belok? Bahwasannya lintasan kereta api adalah garis lurus, karena kereta api bergerak pada lintasan yang lurus, maka kereta api mengalami gerak lurus. Jika masinis kereta api menjalankan kereta api dengan kelajuan yang sama, kereta api akan menempuh jarak yang sama.



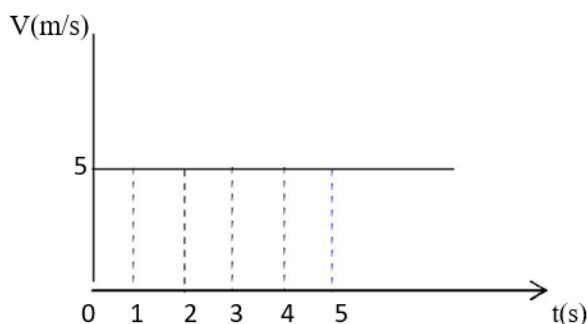
Gambar 4. Lintasan Kereta Api

Benda yang bergerak dengan kecepatan tetap dikatakan melakukan gerak lurus beraturan, jadi syarat benda bergerak lurus beraturan apabila gerak benda menempuh lintasan lurus dan kelajuan benda tidak berubah.

### b. Gerak Lurus Beraturan (GLB)

Gerak Lurus Beraturan adalah gerak suatu benda pada lintasan yang lurus di mana pada setiap selang waktu yang sama, benda tersebut menempuh jarak yang sama (gerak suatu benda pada lintasan yang lurus dengan kelajuan tetap).

Pada gerak lurus beraturan, benda menempuh jarak yang sama dalam selang waktu yang sama pula. Sebagai contoh, mobil yang melaju menempuh jarak 2 meter dalam waktu 1 detik, maka satu detik berikutnya menempuh jarak dua meter lagi, begitu seterusnya. Dengan kata lain, perbandingan jarak dengan selang waktu selalu konstan atau kecepatannya konstan perhatikan gambar 2. Berikut ini.

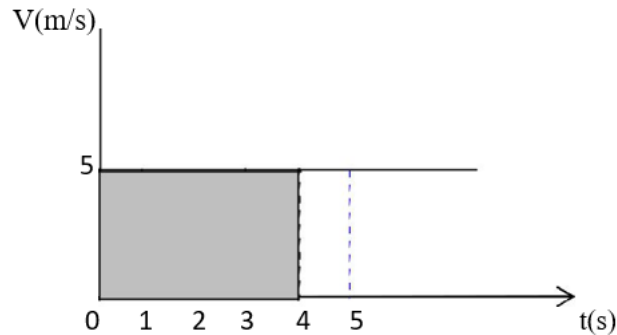


Gambar 5. Grafik v-t untuk GLB

Grafik v-t menunjukkan hubungan antara kecepatan ( $v$ ) dan waktu tempuh ( $t$ ) suatu benda yang bergerak lurus. Berdasarkan grafik tersebut coba saudara tentukan berapa besar kecepatan benda pada saat  $t = 0$  s,  $t = 1$  s,  $t = 2$  s?.

Kita dapat ketahui bahwa pada gambar 2 di atas kecepatan benda sama dari waktu ke waktu yakni 5 m/s.

Semua benda yang bergerak lurus beraturan akan memiliki grafik  $v-t$  yang bentuknya seperti gambar 6 itu. Sekarang, dapatkah saudara menghitung berapa jarak yang ditempuh oleh benda dalam waktu 5 s? Saudara dapat menghitung jarak yang ditempuh oleh benda dengan cara menghitung luas daerah di bawah kurva bila diketahui grafik ( $v-t$ )



Gambar 6. Menentukan jarak dengan menghitung luas dibawah kurva

**Jarak yang ditempuh = luas daerah yang diarsir pada grafik  $v - t$ .**

Cara menghitung jarak pada GLB, tentu saja satu gerak satuan panjang, bukan satuan luas, berdasarkan gambar 2.1 diatas, jarak yang ditempuh benda = 20 m. Cara lain menghitung jarak tempuh adalah dengan menggunakan persamaan GLB, telah anda ketahui bahwa kecepatan pada GLB dirumuskan :

Dimana hubungan jarak terhadap waktu adalah sebagai berikut :

Jarak = Kelajuan . Waktu

$$s = v \cdot t \dots\dots\dots \text{persamaan 1}$$

Jika benda memiliki jarak tertentu terhadap acuan, maka:

$$s = s_0 + v \cdot t \dots\dots\dots \text{persamaan 2}$$

dengan  $S_0$  = kedudukan benda pada  $t = 0$  (kedudukan awal)

Dari gambar 2.1 dimana  $v = 5 \text{ m/s}$ , sedangkan  $t = 4 \text{ s}$ , sehingga jarak yang ditempuh :

$$s = v \cdot t$$

$$\dots = 5 \text{ m/s} \cdot 4 \text{ s} = 20 \text{ m}$$

Persamaan GLB, berlaku bila gerak benda memenuhi grafik seperti pada gambar 2.1 pada grafik tersebut terlihat bahwa pada saat  $t = 0 \text{ s}$ , maka  $v = 0$ . Artinya, pada mulanya benda diam, baru kemudian bergerak dengan kecepatan  $5 \text{ m/s}$ . Padahal dapat saja terjadi bahwa saat awal kita amati benda sudah dalam keadaan bergerak, sehingga benda telah memiliki kecepatan awal  $S_0$ . Untuk keadaan ini, maka GLB sedikit mengalami perubahan. Persamaan benda yang sudah bergerak sejak awal pengamatan. Dengan  $S_0$  menyatakan posisi awal benda dalam satuan meter. Selain grafik  $v-t$  di atas, pada gerak lurus terdapat juga grafik  $s-t$ , yakni grafik yang menyatakan hubungan antara jarak tempuh ( $s$ ) dan waktu tempuh ( $t$ )

**Contoh Soal:**

1. Sebuah mobil bergerak kecepatan tetap 45 km/jam. Hitung jarak yang ditempuh mobil selama 10 sekon?

*Penyelesaian:*

Diketahui:

$$\begin{aligned} v &= 45 \text{ km/jam} \\ &= 45.000 \text{ m}/3600 \text{ s} \\ &= 12,5 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$t = 10 \text{ sekon}$$

Ditanya:  $s$ ?

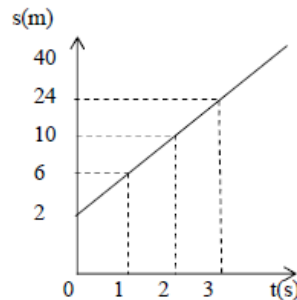
Jawab:

$$s = v \times t$$

$$s = 12,5 \text{ m/s} \times 10 \text{ sekon} = 125 \text{ m}$$

2. Gerak sebuah benda yang melakukan GLB diwakili oleh grafik s-t dibawah, berdasarkan grafik tersebut, hitunglah jarak yang ditempuh oleh benda itu dalam waktu:

- a) 2 sekon, dan  
b) 5 sekon



Gambar diatas sebenarnya menyatakan sebuah benda yang melakukan GLB yang memiliki posisi awal  $S_0$ , dari grafik tersebut kita dapat membaca kecepatan benda yakni  $V = 4 \text{ m/s}$ . Seperti telah dibicarakan, hal ini berarti bahwa pada saat awal mengamati benda telah bergerak dan menempuh jarak sejauh  $S_0 = 2 \text{ m}$ . Jadi untuk menyelesaikan soal ini, kita akan menggunakan persamaan GLB untuk benda yang sudah bergerak sejak awal pengamatan.

*Penyelesaian:*

Diketahui:

$$S_0 = 2 \text{ m}$$

$$v = 4 \text{ m/s}$$

Ditanya:

- a) Jarak yang ditempuh benda pada saat  $t = 2$  sekon  
b) Jarak yang ditempuh benda pada saat  $t = 5$  sekon

Jawab:

$$a) \quad s(t) = S_0 + v.t$$

$$s(2s) = 2 \text{ m} + (4 \text{ m/s} \times 2s) = 10 \text{ meter}$$

$$b) \quad s(t) = S_0 + v.t$$

$$s(5s) = 2 \text{ m} + (4 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ s}) = 40 \text{ meter}$$

3. Perhatikan gambar di bawah ini. Sebuah mobil A dan B bergerak dengan arah berlawanan masing-masing dengan kecepatan tetap 20 m/s dan 10 m/s. Hitung kapan dan di mana mobil A berpapasan jika jarak kedua mobil mula-mula 210m.



*Penyelesaian:*

Diketahui:

Kecepatan mobil A =  $V_A = 20$  m/s

Kecepatan mobil B =  $V_B = 10$  m/s

Jarak mobil A dan B = 210 m



Ditanya:

$t_A$  (waktu mobil A berpapasan dengan mobil B) ?

$s_A$  (jarak tempuh mobil A ketika berpapasan dengan mobil) ?

Jawab:

$s_A + s_B =$  Jarak ketika mobil A berpapasan dengan mobil B

$v_A t + v_B t = 20 t + 10 t = 210$  m

$30 t = 210 \rightarrow t = 210 = 7$  s

$t = 7$  sekon setelah mobil A berjalan  $s_A = v_A t = 20 \cdot 7 = 140$  m

Jadi, mobil A berpapasan dengan mobil B setelah 7 sekon dan berjalan 140 m.

### c. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Coba kamu perhatikan apabila sebuah sepeda bergerak menuruni sebuah bukit, bagaimanakah kecepatannya? Atau pada peristiwa jatuh bebas, benda jatuh dari ketinggian tertentu di atas, Tentu saja kecepatannya semakin bertambah besar.

Peristiwa ini disebut dengan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). Gerak lurus berubah beraturan (GLBB) adalah gerak benda pada lintasan lurus dengan

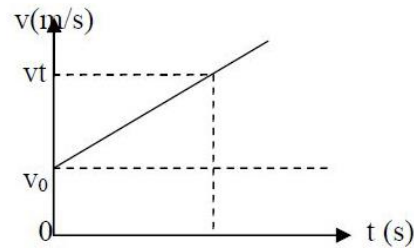


kecepatannya berubah secara teratur tiap detik. Kamu tentunya masih ingat bahwa perubahan kecepatan tiap detik adalah percepatan. Dengan demikian, pada GLBB benda mengalami percepatan secara teratur atau tetap.

Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) adalah Gerak benda dalam lintasan garis lurus dengan percepatan tetap. Jadi, ciri umum glbb adalah bahwa dari waktu ke waktu kecepatan benda berubah, semakin lama semakin cepat, dengan kata lain gerak benda dipercepat, namun demikian, GLBB juga berarti bahwa dari waktu ke waktu kecepatan benda berubah, semakin lambat hingga akhirnya berhenti.

Dalam hal ini benda mengalami perlambatan tetap. Dalam modul ini, menggunakan istilah perlambatan untuk gerak benda diperlambat. Kita tetap saja menamakannya percepatan, hanya saja nilainya negatif, perlambatan sama dengan percepatan negatif.

Hubungan antara besar kecepatan ( $v$ ) dengan waktu ( $t$ ) pada gerak lurus berubah beraturan (GLBB) ditunjukkan pada grafik di bawah ini:



Besar percepatan benda :

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

Dalam hal ini maka

$$v_1 = v_0 ; v_2 = v_t ; t_1 = 0 ; t_2 = t$$

Sehingga,

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} \text{ atau } a \cdot t = v_t - v_0$$

Akan didapatkan

$$v_t = a \cdot t + v_0$$

→ *Persamaan GLBB*

Dimana :

$v_t$  = kecepatan akhir (m/s)

$a$  = percepatan (m/s<sup>2</sup>)

$v_0$  = kecepatan awal ( m/s)

$t$  = selang waktu (s)

Perhatikan bahwa selang waktu  $t$  (kita beri simbol ( $t$ ), kecepatan benda berubah dari  $v_0$  menjadi  $v_t$  sehingga kecepatan rata-rata benda dapat dituliskan :

$$v = \frac{v_0 + v_t}{2}$$

Karena  $v_t = a \cdot t + v_0$  maka,

$$v = \frac{v_0 + v_0 + a \cdot t}{2} = \frac{2v_0 + a \cdot t}{2}$$

Kita tahu bahwa kecepatan rata-rata, maka

$$v = \frac{s}{t}, \text{ maka } \frac{s}{t} = \frac{2v_0}{2} + \frac{a \cdot t}{2}$$

Atau

$$s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

→ *Persamaan Jarak GLBB*

Keterangan :

$s$  = jarak yang ditempuh (m)

$v_0$  = kecepatan awal (m/s)

$t$  = selang waktu (s)

$a$  = percepatan (m/s<sup>2</sup>)

Bila dua persamaan GLBB diatas kita gabungkan, maka akan didapatkan persamaan GLBB yang ketiga

$$s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

Dimana

$$s = \frac{v_0(v_t - v_0)}{a} + \frac{a(v_t - v_0)^2}{2a^2}$$

$$s = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2a}$$

$$2as = v_t^2 - v_0^2$$

Jadi,

$$v_t^2 = 2as + v_0^2$$

→ *Persamaan kecepatan sebagai fungsi jarak*

### Contoh Soal

1. Benda yang semula diam kemudian didorong sehingga bergerak dengan percepatan tetap  $4 \text{ m/s}^2$ . Berapakah besar kecepatan benda tersebut setelah bergerak  $6 \text{ s}$ ?

Penyelesaian : Diketahui :  $v_0 = 0$

$$a = 4$$

$$\text{m/s}$$

$$t = 6 \text{ s}$$

Ditanyakan :  $v_t = ?$

$$\text{Jawab : } v_t = v_0 + a.t$$

$$= 0 + 4 \text{ m/s}^2 \cdot 6 \text{ s}$$

$$= \mathbf{24 \text{ m/s}}$$

2. Mobil yang semula bergerak lurus dengan kecepatan  $6 \text{ m/s}$  berubah menjadi  $12 \text{ m/s}$  dalam waktu  $6 \text{ s}$ . Bila mobil itu mengalami percepatan tetap, berapakah jarak yang ditempuh dalam selang waktu  $5 \text{ s}$  itu ?

Penyelesaian :

Diketahui :  $v_0 = 6 \text{ m/s}$

$$v_t = 12$$

$$\text{m/s}$$

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

Ditanya : s

= ? Jawab:

Untuk menyelesaikan soal ini kita harus mencari persamaannya dahulu

$$V_t = V_0 + a.t$$

$$12 = 6 \text{ m/s} + a \cdot 5 \text{ s}$$

$$12 - 6 = 5a$$

$$a = 6/5, a = 1,2 \text{ m/s}^2$$

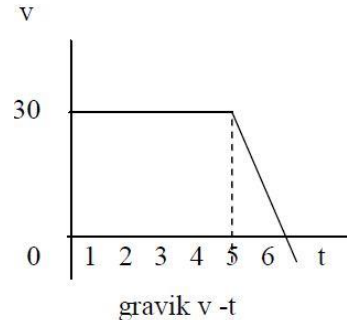
setelah dapat percepatan a, maka dapat dihitung jarak yang ditempuh mobil dalam waktu  $5 \text{ s}$ ;

$$s = v_0.t + \frac{1}{2} a.t^2$$

$$s = 6 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ s} + \frac{1}{2} 1,2 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ s}^2; \quad s = 30 \text{ m} + 15 \text{ m};$$

$$s = \mathbf{45 \text{ m}}$$

3. Mobil yang bergerak GLBB diawali oleh grafik  $v - t$  seperti pada gambar dibawah ini.



Berapa jarak total yang ditempuh oleh mobil itu?

Soal seperti ini agak berbeda dengan soal-soal sebelumnya. Oleh karenanya sebelum menjawab pertanyaan diatas, ada baiknya kalian perhatikan penjelasan berikut ini, dari grafik tersebut tampak selama perjalanannya, mobil mengalami 2 macam gerakan. 5 sekon pertama dari 0 - 5 pada sumbu  $t$ , mobil bergerak dengan kecepatan tetap, yakni 30 m/s. Ini berarti mobil mengalami GLB. Satu sekon berikutnya dari 5 - 6 mobil mengalami perlambatan, mula-mula bergerak dengan kecepatan awal 30 m/s kemudian berhenti. Artinya mobil mengalami GLBB diperlambat. Jarak total yang ditempuh mobil dapat dihitung dengan menggunakan 2 cara sebagai berikut :

#### Cara Pertama

Jarak yang ditempuh selama 5 sekon pertama (GLB)

Diketahui :

$$v = 30 \text{ m/s}$$

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

$$s_1 = v \cdot t$$

$$= 30 \text{ m/s} \times 5 \text{ s}$$

$$= 150 \text{ m}$$

Jarak yang ditempuh selama 2 sekon berikutnya (GLBB)

Diketahui :

$$v_0 = 30 \text{ m/s}$$

$$v_t = 0$$

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

$$v_t = v_0 + a \cdot t$$

$$v_t = 30 \text{ m/s} + a \cdot 1 \text{ s}$$

$$a = -30 \text{ m/s}$$

Jarak yang ditempuh mobil selama 1 sekon terakhir kita hitung dengan menggunakan persamaan GLBB kedua,

$$s_2 = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$= 30 \times 1 + \frac{1}{2} (-30) \cdot 1^2$$

$$= 30 - 15$$

$$= 15 \text{ m}$$

Jarak total yang ditempuh mobil :

$$s = s_1 + s_2$$

$$s = 150 \text{ m} + 15 \text{ m} = \mathbf{165 \text{ m}}$$

#### Cara Kedua

Jarak total yang ditempuh mobil dapat ditemukan dengan cara menghitung daerah di bawah kurva grafik. Bila saudara perhatikan grafik di atas berbentuk trapesium

dengan tinggi 30 m/s dan panjang sisi sisi sejajar 5 m dan 6 m. Nah, jarak total yang ditempuh mobil sama dengan luas trapesium

itu. Jadi jarak total = luas trapesium

$$S = 30 (6 + 5) \times \frac{1}{2}$$

$$S = 30 \times 11 \times \frac{1}{2}$$

$$S = \mathbf{165 \text{ m}}$$

## C. Rangkuman

1. Suatu benda dikatakan bergerak jika benda itu mengalami perubahan kedudukan terhadap titik tertentu sebagai acuan.
2. Jarak yang ditempuh benda merupakan panjang seluruh lintasan yang dilewati.
3. Perpindahan adalah selisih kedudukan akhir dan kedudukan awal
4. Jarak merupakan besaran skalar dan perpindahan termasuk besaran vektor
5. Kecepatan benda bergerak didefinisikan sebagai perpindahan yang ditempuh terhadap satuan waktu.
6. Kelajuan benda merupakan besarnya kecepatan dan termasuk dalam besaran skalar
7. **Gerak lurus beraturan (GLB)** adalah gerak suatu benda pada lintasan yang lurus di mana pada setiap selang waktu yang sama, benda tersebut menempuh jarak yang sama (gerak suatu benda pada lintasan yang lurus dengan kelajuan tetap).
8. **Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)** adalah Gerak benda dalam lintasan garis lurus dengan percepatan tetap. Ciri umum GLBB adalah bahwa dari waktu ke waktu kecepatan benda berubah, semakin lama semakin cepat, dengan kata lain gerak benda dipercepat, namun demikian, GLBB juga berarti bahwa dari waktu ke waktu kecepatan benda berubah, semakin lambat hingga akhirnya berhenti.
9. Gerak dipercepat adalah gerak benda yang kecepatannya bertambah dalam satu waktu.
10. Gerak diperlambat adalah gerak suatu benda yang kecepatannya berkurang  
Persamaan GLBB pada lintasan datar, berlaku :
 
$$v_t = a \cdot t + v_0$$

$$s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$v_t^2 = 2as + v^2$$
11. Suatu benda akan mengalami percepatan apabila benda tersebut bergerak dengan kecepatan yang tidak konstan dalam selang waktu tertentu.

### D. Penugasan Mandiri

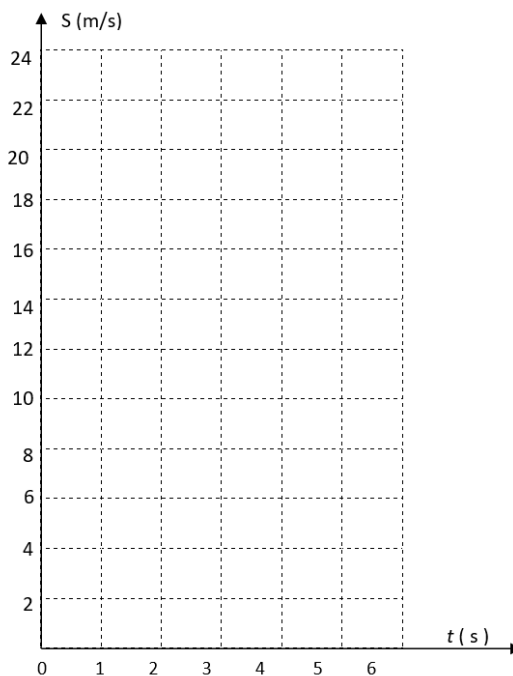
1. Agar lebih memahami gerak lurus beraturan, buatlah grafik jarak tempuh terhadap waktu dari sebuah benda yang bergerak lurus dengan kecepatan tetap 2 m/s selama 10 sekon pada kertas grafik. Dengan terlebih dahulu melengkapi tabel jarak tempuh setiap saat dari benda tersebut seperti berikut ini :

$t (s)$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$S (m)$	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

2. Untuk mengetahui grafik jarak tempuh terhadap waktu dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut. Misal diketahui benda mula-mula diam kemudian bergerak dengan percepatan tetap 2 m/s<sup>2</sup> selama 5 sekon. Dengan menggunakan persamaan jarak tempuh  $S = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ , lengkapi tabel jarak terhadap waktu berikut.

$t (s)$	0	1	2	3	4	5
$S (m)$						

Dari tabel di atas buat grafik jarak tempuh terhadap waktu pada sumbu koordinat berikut:

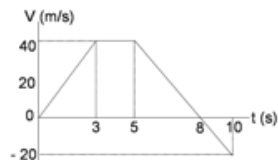


Dari grafik di atas dapat dikatakan bahwa bentuk grafik jarak tempuh terhadap waktu adalah .....

## E. Latihan Soal

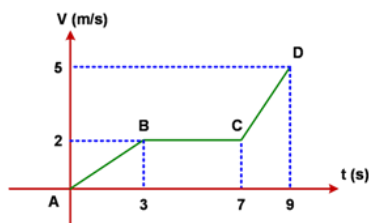
Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!

1. Sebuah mobil bergerak dengan kelajuan awal 72 km/jam kemudian direm hingga berhenti pada jarak 8 meter dari tempat mulainya pengereman. Tentukan nilai perlambatan yang diberikan pada mobil tersebut!
2. Perhatikan grafik berikut ini.



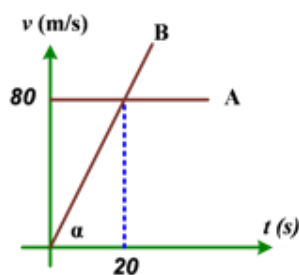
Dari grafik diatas tentukanlah:

- a. jarak tempuh gerak benda dari  $t = 5$  s hingga  $t = 10$  s
  - b. perpindahan benda dari  $t = 5$  s hingga  $t = 10$  s
3. Diberikan grafik kecepatan terhadap waktu seperti gambar berikut:



Tentukan besar percepatan dan jenis gerak dari:

- a) A - B
  - b) B - C
  - c) C - D
4. Diberikan grafik kecepatan terhadap waktu dari gerak dua buah mobil, A dan B.



Tentukan pada jarak berapakah mobil A dan B bertemu lagi di jalan jika keduanya berangkat dari tempat yang sama!

5. Besar kecepatan suatu partikel yang mengalami perlambatan konstan ternyata berubah dari 30 m/s menjadi 15 m/s setelah menempuh jarak sejauh 75 m. Partikel tersebut akan berhenti setelah menempuh jarak...

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

### GERAK VERTIKAL

#### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan kalian mampu:

- ❖ Menjelaskan karakteristik benda yang bergerak dengan arah vertikal
- ❖ Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak vertikal berikut penerapannya dalam kehidupan sehari-hari

#### B. Uraian Materi

Selanjutnya kegiatan ini kita belajar tentang aplikasi gerak lurus berubah beraturan ( Gerak Jatuh bebas ). Di pertemuan sebelumnya kalian telah mempelajari tentang GLBB. Sebagai kegiatan awal berdasarkan apa yang kalian ketahui, jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini :



1. *Apakah yang dimaksud dengan Gerak Jatuh bebas ?*
2. *Apakah yang dimaksud dengan Gerak Vertikal keatas?*
3. *Apakah yang dimaksud dengan Gerak Vertikal kebawah?*
4. *Bagaimana percepatan pada Gerak Vertikal ?*

**Untuk dapat memahami materi ini baca dan ceramati uraian singkat materi berikut :**

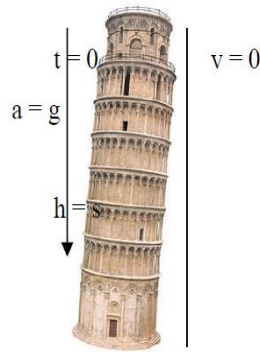
##### 1. Gerak Jatuh Bebas

Bila dua buah bola yang berbeda beratnya di jatuhkan tanpa kecepatan dari ketinggian yang sama dalam waktu yang sama, bola manakah yang sampai ditanah duluan? Peristiwa tersebut dalam fisika disebut sebagai benda jatuh bebas karena pengaruh gaya gravitasi bumi. Gerak lurus berubah beraturan pada lintasan vertikal. Cirinya adalah benda jatuh tanpa kecepatan awal ( $v_0 = \text{nol}$ ) semakin ke bawah gerak benda semakin cepat

Percepatan yang dialami oleh setiap benda jatuh bebas selalu sama, yakni sama dengan percepatan gravitasi bumi. Dimana percepatan gravitasi bumi itu besarnya  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$  dan sering dibulatkan menjadi  $10 \text{ m/s}^2$

Pada jatuh bebas ketiga persamaan GLBB dipercepat yang kita bicarakan pada kegiatan sebelumnya tetap berlaku, hanya saja  $v_0$  kita hilangkan dari persamaan karena harganya nol dan lambang  $s$  pada persamaan tersebut kita ganti dengan  $h$  yang menyatakan ketinggian dan  $a$  kita ganti dengan  $g$ .





Gambar 5. Benda jatuh bebas mengalami percepatan yang besarnya sama dengan percepatan gravitasi

Jadi, ketiga persamaan tersebut yaitu:

1.  $v_t = g \cdot t$
2.  $h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$
3.  $v_t = \sqrt{2gh}$

Keterangan:

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

$h$  = ketinggian benda (m)

$t$  = waktu (s)

$v_t$  = kecepatan pada saat  $t$  (m/s)

Perhatikan persamaan jatuh bebas yang ke  $2 \cdot h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$ , bila ruas kiri dan kanan sama-sama kita kalikan dengan 2, kita dapat  $2h = 2 g \cdot t^2$  Atau  $t^2 = \frac{2h}{g} \cdot t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$  persamaan waktu benda jatuh bebas.

Dari persamaan tersebut, terlihat bahwa waktu jatuh benda bebas hanya di pengaruhi oleh dua faktor yaitu  $h$  = ketinggian, dan  $g$  = percepatan gravitasi bumi.

### Contoh Soal

1. Dari salah satu bagian gedung yang tingginya 25 m, dua buah batu dijatuhkan secara berurutan. Massa kedua batu masing-masing  $\frac{1}{2}$  kg dan 5 kg. Bila kecepatan gravitasi bumi di tempat itu  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , tentukan waktu jatuh untuk kedua batu itu (gesekan udara diabaikan).

*Penyelesaian:*

Diketahui:

$h_1 = h_2 = 32$  meter

$m_1 = 0,5$  kg

$m_2 = 5$  kg

$g = 10 \text{ m}^2$

Ditanya:  $t_1 = 0$  dan  $t_2 = 0$

Jawab:

Karena gesekan di udara diabaikan (umumnya memang demikian), maka gerak kedua batu memenuhi persamaan waktu jatuh benda jatuh bebas. Untuk batu pertama,

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2.45}{10}}; t = \sqrt{\frac{90}{10}} = \sqrt{9} = 3$$

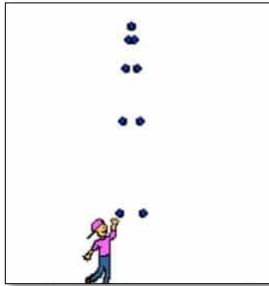
Untuk batu kedua

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

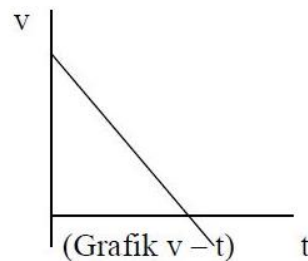
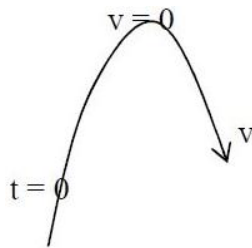
$h_1 = h_2 = 20$  meter, sehingga  $t_2 = t_1 = 3$  sekon

Jadi, benda yang jatuh bebas dari ketinggian yang sama di tempat yang sama = percepatan gravitasinya sama akan jatuh dalam waktu yang sama.

## 2. Gerak Vertikal Keatas



Lemparkan bola vertikal keatas, amati gerakannya. Bagaimana kecepatan bola dari waktu ke waktu? Selama bola bergerak keatas, gerakan bola melawan gaya gravitasi yang menariknya ke bumi. Akhirnya bola diperlambat, setelah mencapai tinggi tertentu yang disebut tinggi maksimum, bola tidak dapat naik lagi, pada saat ini kecepatan bola nol. Oleh karena tarikan gaya gravitasi bumi tak pernah berhenti bekerja pada bola, menyebabkan bola bergerak turun. Pada saat ini bola mengalami jatuh bebas, bergerak turun dipercepat.



Jadi bola mengalami dua fase gerakan. Saat bergerak ke atas bola bergerak GLBB diperlambat ( $a = g$ ) dengan kecepatan awal tertentu lalu setelah mencapai tinggi maksimum bola jatuh bebas yang merupakan GLBB dipercepat dengan kecepatan awal nol. Dalam hal ini berlaku persamaan-persamaan GLBB yang telah kita pelajari pada kegiatan sebelumnya. Pada saat benda bergerak naik berlaku persamaan :

$$v_t = v_0 - g \cdot t$$

$$h = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_t^2 = v_0^2 - 2 g h$$

Dimana :

$v_0$  = Kecepatan awal (m/s)

$g$  = Percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$t$  = waktu (s)

$v_t$  = kecepatan akhir (m/s)

$h$  = ketinggian (m)

Sedangkan pada saat jatuh bebas berlaku persamaan-persamaan gerak jatuh bebas yang sudah kita pelajari pada kegiatan sebelumnya.

### Contoh Soal

1. Sebuah bola dilemparkan vertikal ke atas dengan kecepatan awal 40 m/s ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

Hitunglah :

- Waktu yang dibutuhkan bola untuk sampai ke titik tertinggi
- Tinggi maksimum yang dicapai bola
- Waktu total bola berada di udara

Penyelesaian

Diketahui :  $v_0 = 40 \text{ m/s}$

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

Ditanya:

- $t = ?$
- $h = ?$
- $t$  di udara?

Jawaban :

- a) Bola mencapai titik maksimum pada saat  $v_t = 0$ , selanjutnya kita gunakan persamaan pertama gerak vertikal ke atas,

$$v_t = v_0 - g \cdot t$$

$$0 = 40 \text{ m/s} - 10 \text{ m/s}^2 \cdot t$$

$$10 \text{ /s}^2 \cdot t = 40 \text{ m/s}$$

$$= 40/10$$

$$= 4 \text{ s}$$

- b) Tinggi maksimum bola,  $h = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$
- $$= 40 \cdot 4 - \frac{1}{2} 10 \cdot 4^2$$
- $$= 160 - 80$$
- $$= 80 \text{ m}$$

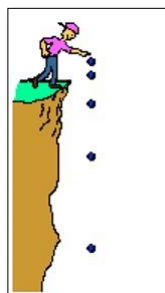
- c) Waktu total di sini maksudnya waktu yang dibutuhkan oleh bola sejak dilemparkan ke atas sampai jatuh kembali ke tanah. Terdiri dari waktu mencapai tinggi maksimum (jawaban pertanyaan a) dan waktu untuk jatuh bebas yang akan kami hitung sekarang.

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 80}{10}} = \sqrt{\frac{160}{10}} = \sqrt{16} = 4 \text{ s}$$

Jadi *jadi* waktu total benda yang bergerak vertikal ke atas lalu jatuh kembali adalah 8 s, sama dengan dua kali waktu capai tinggi maksimum.

### C. Gerak Vertikal ke Bawah



Berbeda dengan jatuh bebas, gerak vertikal ke bawah yang dimaksud adalah gerak benda-benda yang dilemparkan vertikal ke bawah dengan kecepatan awal tertentu. Jadi seperti gerak vertikal ke atas hanya saja arahnya ke bawah, sehingga persamaan-persamaannya pada gerak vertikal ke atas, kecuali tanda negatif pada persamaan-persamaan gerak vertikal ke atas diganti dengan tanda positif. Sebab gerak vertikal ke bawah adalah GLBB yang dipercepat dengan percepatan yang sama untuk setiap benda yakni  $g$ .

Jadi persamaannya,

$$v_t = v_0 + g.t$$

$$h = v_0.t + \frac{1}{2}gt^2$$

$$v_t^2 = v_0^2 + 2gh$$

### Contoh Soal

1. Sebuah bola dilemparkan vertikal dengan kecepatan 10 m/s dari atas bangunan bertingkat ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ). Bila tinggi bangunan itu 40 m, hitunglah:
  - a. Kecepatan benda 2 s setelah dilemparkan
  - b. Waktu untuk mencapai tanah
  - c. Kecepatan benda saat sampai di tanah

Penyelesaian

- a) Kecepatan benda 2 s setelah dilemparkan :

$$\begin{aligned} v_t &= v_0 + g.t \\ &= 10 + 10.2 \\ &= 25 \text{ m/s} \end{aligned}$$

- b) Waktu untuk mencapai

$$\begin{aligned} \text{tanah } h &= v_0.t + \frac{1}{2}gt^2 \\ 40 &= 10t + \frac{1}{2}10t^2 \\ 40 &= 10t + 5t^2 \end{aligned}$$

Bila ruas kiri dan kanan sama-sama dibagi 5, maka:

$$\begin{aligned} 8 &= 2t + t^2 \text{ atau, } t^2 + 2t - 8 = 0 \\ (t+4)(t-2) &= 0 \\ t_1 &= -4 \text{ dan } t_2 = +2 \end{aligned}$$

kita ambil  $t = t_2 = 2 \text{ s}$  (sebab tidak ada waktu berharga negatif). Jadi waktu untuk mencapai tanah = 2 s

- c) Kecepatan benda sampai tanah

$$\begin{aligned} v_t &= v_0 + gt \\ &= 10 + 10.2 \\ &= 30 \text{ m/s} \end{aligned}$$

*Dapat juga dengan cara lain*

$$\begin{aligned} v_t^2 &= v_0^2 + 2gh \\ &= 10^2 + 2 \cdot 10 \cdot 40 \\ &= 100 + 800 \\ &= 900 \\ &= \sqrt{900} \\ &= 30 \text{ m/s} \end{aligned}$$

bila di cermati gerak vertikal ke bawah ini sama dengan gerak GLBB pada arah mendatar.

### C. Rangkuman

Gerak jatuh bebas	Gerak vertikal keatas	Gerak vertikal kebawah
$v_t = g.t$	$v_t = v_0 - g.t$	$v_t = v_0 + g.t$
$h = \frac{1}{2}gt^2$	$h = v_0.t - \frac{1}{2}gt^2$	$h = v_0.t + \frac{1}{2}gt^2$
$v_t = \sqrt{2gh}$	$v_t^2 = v_0^2 - 2gh$	$v_t^2 = v_0^2 + 2gh$

## D. Latihan Soal

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!

1. Batu bermassa 200 gram dilempar lurus ke atas dengan kecepatan awal 50 m/s. Jika percepatan gravitasi ditempat tersebut adalah  $10 \text{ m/s}^2$ , dan gesekan udara diabaikan, tentukan :
  - a) Tinggi maksimum yang bisa dicapai batu
  - b) Waktu yang diperlukan batu untuk mencapai ketinggian maksimum
  - c) Lama batu berada diudara sebelum kemudian jatuh ke tanah
2. Sebuah benda dijatuhkan dari ujung sebuah menara tanpa kecepatan awal. Setelah 2 detik benda sampai di tanah ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ). Tinggi menara tersebut ...
3. Sebuah batu dijatuhkan dari puncak menara yang tingginya 40 m di atas tanah. Jika  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , maka kecepatan batu saat menyentuh tanah adalah....
4. Buah kelapa terlepas dari tangkainya dan tiba di tanah setelah tiga detik. Berapa kelajuan buah kelapa ketika menyentuh tanah ?  $g = 10 \text{ m/s}^2$
5. Bola dijatuhkan dari ketinggian tertentu. Tentukan:
  - (a) percepatan benda
  - (b) jarak tempuh selama 3 detik
  - (c) Selang waktu benda mencapai laju 20 m/s $g = 10 \text{ m/s}^2$