

## BAB III GERAK LURUS

---

### Kompetensi Dasar

- Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dengan kecepatan konstan dan gerak lurus dengan percepatan konstan
- Menyajikan hasil pengukuran besaran fisis dengan menggunakan peralatan dan teknik yang tepat untuk penyelidikan ilmiah
- Menyajikan data dan grafik hasil percobaan untuk menyelidiki sifat gerak benda yang bergerak lurus dengan kecepatan konstan dan gerak lurus dengan percepatan konstan

### Indikator Pencapaian Kompetensi

#### A. Materi: Konsep Gerak, jarak, perpindahan, kecepatan, dan kelajuan serta percepatan

1. Siswa dapat mengungkapkan konsep gerak.
2. Siswa dapat mengungkapkan konsep "gerak bersifat relatif".
3. Siswa dapat mengungkapkan konsep "gerak semu"
4. Siswa dapat memberikan fakta minimal dua contoh gerak semu.
5. Siswa dapat membedakan konsep jarak dan perpindahan.
6. Siswa dapat menerapkan prinsip menghitung jarak dan perpindahan
7. Siswa dapat mengungkapkan perbedaan konsep kecepatan dan kelajuan
8. Siswa dapat menerapkan prinsip menghitung jarak dan perpindahan.
9. Siswa dapat membedakan konsep kecepatan rata-rata dan kelajuan rata-rata
10. Siswa dapat menghitung kecepatan rata-rata dalam selang waktu tertentu
11. Siswa dapat menerapkan prinsip kecepatan rata-rata untuk menghitung kecepatan sesaat jika diketahui persamaan posisi terhadap waktu
12. Siswa dapat mempresentasikan hasil data analisis untuk menghitung kecepatan rata-rata melalui data perpindahan waktu
13. Siswa dapat menyimpulkan konsep kecepatan sesaat melalui pendekatan matematik dengan prosedur penalaran yang benar.
14. Siswa dapat mengungkapkan konsep kecepatan sesaat
15. Siswa dapat mengungkapkan konsep percepatan
16. Siswa dapat mengungkapkan perbedaan konsep percepatan dan perlambatan

#### B. Materi: Konsep Gerak Lurus

1. Siswa dapat mengungkapkan konsep gerak lurus beraturan (GLB).
2. Siswa dapat menulis dan menginterpretasikan prinsip hubungan matematik antara besaran-besaran pada GLB
3. Siswa dapat menginterpretasikan grafik GLB perpindahan lawan waktu
4. Siswa dapat menginterpretasikan grafik GLB kecepatan lawan waktu
5. Siswa dapat menerapkan konsep, prinsip, dan prosedur dalam GLB untuk memecahkan masalah soal-soal pada GLB.
6. Siswa dapat mengungkapkan konsep gerak lurus berubah beraturan (GLBB)
7. Siswa dapat mengungkapkan perbedaan konsep gerak lurus dipercepat beraturan dengan gerak lurus diperlambat beraturan

#### C. Materi: Gerak Lurus Berubah Beraturan

1. Siswa dapat menerapkan prinsip-prinsip matematis hubungan kecepatan, percepatan, dan waktu pada GLBB.
2. Siswa dapat menginterpretasikan prinsip-prinsip matematis hubungan perpindahan, percepatan, dan waktu pada GLBB
3. Siswa dapat menuliskan prinsip matematis hubungan perpindahan, kecepatan, dan percepatan pada GLBB
4. Siswa dapat menerapkan prinsip matematis hubungan kecepatan rata-rata, dan kecepatan sesaat pada GLBB
5. Siswa dapat menerapkan prinsip matematis hubungan perpindahan dan kecepatan rata-rata dan waktu pada GLBB
6. Siswa dapat mengungkapkan konsep gerak jatuh bebas
7. Siswa dapat menerapkan prinsip matematis pada GLBB jatuh bebas.
8. Siswa dapat menginterpretasikan grafik GLBB antara perpindahan lawan waktu (s-t)
9. Siswa dapat menginterpretasikan grafik GLBB antara kecepatan lawan waktu (v-t)
10. Siswa dapat menginterpretasikan grafik GLBB antara percepatan lawan waktu (a-t)
11. Siswa dapat menginterpretasikan hasil rekaman gerak lurus menggunakan *ticker timer*
12. Siswa dapat menyusun peta konsep tentang gerak lurus

1. Pengertian Gerak

Gerak mempunyai sifat relatif, artinya sangat tergantung titik acuan yang digunakan. Suatu benda dikatakan bergerak jika posisinya berubah terhadap titik acuan tertentu. Ditinjau dari lintasannya, di alam semesta ini ada bermacam-macam gerak. Di antaranya gerak lurus, gerak parabola, gerak melingkar dan sebagainya. Di sini sementara hanya akan dibicarakan secara khusus mengenai gerak lurus. Gerak lurus adalah gerak suatu benda dengan lintasan berupa garis lurus. Ilmu yang membicarakan gerak benda tanpa harus mengetahui penyebabnya disebut kinematika.

2. Konsep Posisi, Jarak, dan Perpindahan

**Posisi** adalah kedudukan benda diukur dari suatu titik acuan. Posisi merupakan besaran vektor. Gambar 1 menunjukkan pengendara sepeda bergerak searah sumbu  $x$  positif. Posisi A berada di sebelah kiri titik acuan dan posisi C berada di sebelah kanan titik acuan.

Figure 1: Seorang pengendara sepeda

Karena titik B sebagai acuan, maka  $x_B = 0$ . Posisi pengendara sepeda pada saat di A adalah 4 meter di kiri titik acuan B. Dalam hal ini, vektor posisi A adalah  $x_A = -4$  meter. Posisi pengendara sepeda pada saat di C adalah 4 meter di sebelah kanan titik acuan B. Dalam hal ini, vektor posisi C adalah  $x_C = 4$  meter.

**Jarak** adalah panjang lintasan yang ditempuh oleh benda. Jarak merupakan salah satu besaran skalar. Jika pengendara sepeda dari titik A menuju B kemudian ke C dan kembali lagi ke A, maka jarak yang ditempuh oleh pengendara sepeda adalah :  $AB + BC + CB + BA = 4 + 4 + 4 + 4 = 16$  meter.

Jarak = panjang lintasan yang ditempuh

Semakin panjang lintasan yang ditempuh, jarak yang ditempuh benda semakin besar. Jadi jarak sangat dipengaruhi oleh bentuk lintasan.

Perpindahan adalah perubahan posisi atau posisi akhir dikurangi posisi awal. Perpindahan adalah besaran vektor. Vektor perpindahan adalah vektor posisi akhir dikurangi vektor posisi awal. Perpindahan hanya dipengaruhi oleh posisi awal dan posisi akhir, tidak dipengaruhi oleh bentuk lintasan, atau dapat ditulis:

Perpindahan = posisi akhir - posisi awal

Posisi C dinyatakan dengan vektor posisi  $OC = 4\text{m}$ , sedangkan posisi A jika dinyatakan dengan vektor posisi adalah  $OA = -4\text{ m}$ . Jadi perpindahan A ke C = vektor posisi C dikurangi vektor posisi A atau  $OC - OA = 4 - (-4) = 8\text{m}$ .

3. Konsep Kelajuan dan Kecepatan

Kelajuan adalah perbandingan antara jarak yang ditempuh benda dengan selang waktu. Kelajuan merupakan besaran skalar.

$$\text{Kelajuan} = \frac{\text{jarak yang ditempuh}}{\text{selang waktu}}$$

Kecepatan adalah perbandingan antara perpindahan dengan selang waktu. Kecepatan merupakan besaran vektor.

$$\text{kecepatan} = \frac{\text{perpindahan}}{\text{selang waktu}}$$

3.1 Kecepatan Rata-Rata

**Kecepatan rata-rata** adalah perbandingan antara perpindahan total dengan selang waktu. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{kecepatan rata-rata}(\vec{v}) = \frac{\text{perpindahan total}}{\text{selang waktu}}$$

3.2 Kelajuan Rata-Rata

**Kelajuan rata-rata** adalah perbandingan antara jarak yang ditempuh total dengan selang waktu. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{kelajuan rata-rata}(\vec{v}) = \frac{\text{jarak total}}{\text{selang waktu}}$$

contoh 1

Sebuah benda bergerak lurus selama 2 detik pertama menempuh jarak 20 meter. 3 detik kemudian menempuh jarak 45 meter, dan 5 detik kemudian menempuh jarak 135 meter. Hitung kecepatan rata-rata benda selama itu?

**Jawab**

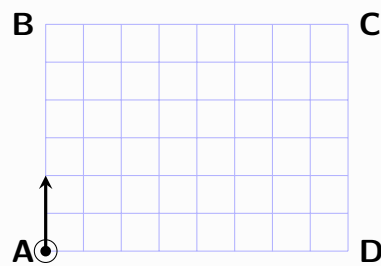
Benda bergerak selama  $2s+3s+5s=10s$

Besar perpindahan selama itu adalah:  $20m + 45m + 135m = 200m$

Jadi kecepatan rata-rata benda selama 10s dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{kecepatan} &= \frac{\text{perpindahan}}{\text{selang waktu}} \\ &= \frac{200m}{10s} \\ &= 20m/s \end{aligned}$$

contoh 2



Sebuah partikel bergerak menelusuri sisi AB, BC, CD dan sisi DA seperti terlihat pada gambar di samping. Selang waktu dari A ke B 5 detik, dari B ke C 3 detik, dari C ke D 2 detik, dan dari D ke A 10 detik. Jika setiap satu petak = 1 meter, hitung:

- a) berapa jarak yang ditempuh partikel dari A ke C, dari A ke D, dari A kembali ke A?
- b) Berapa perpindahan dari A ke C, dari A ke D, dari A kembali ke A?
- c) Berapa kelajuan rata-rata partikel dari A ke C, dari A ke D, dan dari A kembali ke A?
- d) Berapa kecepatan rata-rata partikel dari A ke C, dari A ke D, dan dari A kembali ke A?

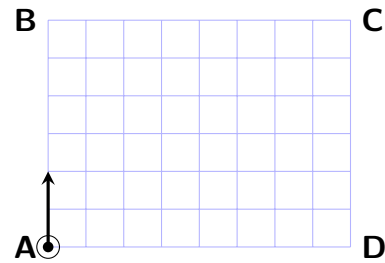
**Jawab**

- a) Jarak yang ditempuh partikel:
  - dari A ke C = jarak AB + jarak BC =  $6m + 8m = 14m$
  - dari A ke D = jarak AB + jarak BC + jarak CD =  $6m + 8m + 6m = 20m$
  - dari A kembali ke A = jarak AB + jarak BC + jarak CD + jarak DA =  $6m + 8m + 6m + 8m = 28m$
- b) Perpindahan partikel:
  - dari A ke C = panjang vektor  $AC = \sqrt{AB^2 + BC^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10m$
  - dari A ke D = panjang vektor AD =  $8m$
  - dari A ke A = vektor yang titik tangkapnya di A dan ujungnya di A adalah 0
- c) kelajuan rata-rata =  $\frac{\text{jarak total}}{\text{selang waktu}}$ 
  - kelajuan rata-rata dari A ke C =  $\frac{\text{jarak total AC}}{\text{selang waktu AC}} = \frac{14}{5+3} = 1,75m/s$
  - kelajuan rata-rata dari A ke D =  $\frac{\text{jarak total AD}}{\text{selang waktu AD}} = \frac{20}{5+3+2} = 2m/s$
  - kelajuan rata-rata dari A ke A =  $\frac{\text{jarak total AA}}{\text{selang waktu AA}} = \frac{28}{5+3+2+10} = 1,4m/s$
- d) kecepatan rata-rata ( $\bar{v}$ ) =  $\frac{\text{perpindahan total}}{\text{selang waktu}}$ 
  - kecepatan rata-rata ( $\bar{v}$ ) dari A ke C =  $\frac{\text{perpindahan total AC}}{\text{selang waktu AC}} = \frac{10}{5+3} = 1,25m/s$
  - kecepatan rata-rata ( $\bar{v}$ ) dari A ke D =  $\frac{\text{perpindahan total AD}}{\text{selang waktu AD}} = \frac{8}{5+3+2} = 0,8m/s$
  - kecepatan rata-rata ( $\bar{v}$ ) dari A ke A =  $\frac{\text{perpindahan total AA}}{\text{selang waktu AA}} = \frac{0}{5+3+2+10} = 0m/s$

Bahan Diskusi I

Kerjakan soal di bawah ini dengan diskusi kelompok!

- 1) Sebuah partikel bergerak dari A menelusuri sisi-sisi persegi panjang ABCD. Jika waktu yang diperlukan dari A ke B 3 detik, dari B ke C 2 detik, dari C ke D 5 detik, dan dari D ke A 10 detik, hitung:



- a) Jarak tempuh partikel dari A sampai dengan C
  - b) Jarak tempuh dari A sampai dengan kembali ke A
  - c) Perpindahan partikel dari A sampai dengan C
  - d) Perpindahan partikel dari A sampai ke A lagi
  - e) kecepatan rata-rata partikel dari A sampai dengan C
  - f) Kelajuan rata-rata partikel dari A sampai dengan C
  - g) Kecepatan rata-rata partikel dari A sampai ke A lagi
  - h) Kelajuan rata-rata partikel dari A sampai kembali di A lagi
- 2) Seekor semut bergerak lurus dari titik A ke utara menuju titik B yang berjarak 30 cm. Kemudian

berbelok ke arah barat menuju titik C yang berjarak 40 cm dari titik B. Jika dari A menuju titik C membutuhkan waktu 2,5 detik, tentukan

- a) Kecepatan rata-rata semut dari A sampai dengan C!
  - b) Kelajuan rata-rata semut dari A ke C!
- 3) Seorang anak berjalan 4 meter ke barat kemudian belok ke selatan sejauh 12 m dan belok lagi ke timur sejauh 20m. Hitung a) Jarak yang ditempuh anak selama itu b) Perpindahan yang dilakukan anak selama itu (UN 2011/2012)
- 4) Sebuah benda bergerak ke timur sejauh 40 m lalu ke timur laut dengan sudut  $37^\circ$  terhadap arah timur sejauh 100 m lalu ke utara 100 m. Hitung perpindahan yang dilakukan benda! ( $\sin 37^\circ = 0,6$ ) (UN Tahun 2013/2014)
- 5) Kapan besar kelajuan benda yang bergerak sama dengan besarnya kecepatan?
- 6) Sebuah perahu di sungai bergerak ke barat dengan kecepatan 30m/s sedangkan kecepatan aliran sungai 10m/s ke arah timur. Pada saat yang sama ada pesawat bergerak dengan kecepatan 100m/s ke arah timur. Kecepatan perahu tersebut menurut penumpang pesawat yang berlari di dalam pesawat ke arah timur dengan kecepatan 4m/s adalah . . .

4. Kecepatan Sesaat

Kalau kecepatan rata-rata menunjukkan kecepatan benda pada selang waktu tertentu, maka kecepatan sesaat menunjukkan kecepatan benda pada suatu saat di titik tertentu. Pada saat menghitung kecepatan rata-rata selalu di antara dua titik pada jarak tertentu, maka untuk menghitung kecepatan sesaat berarti menghitung kecepatan benda pada saat di satu titik tertentu. Sebagai gambaran tentang kecepatan sesaat, perhatikan gambar berikut!

Figure 2: benda jatuh

- Sebuah benda dijatuhkan dari titik A pada ketinggian 125 m di atas tanah.
- Pada saat awal *kecepatan sesaat* benda = 0 m/s
- Pada saat di titik B (setelah 1 s), *kecepatan sesaat* benda = 10 m/s.
- Setelah 4 detik dari B, atau 5 detik dari A, tepat menyentuh tanah (titik C) *kecepatan sesaat* benda = 50 m/s
- Hitung berapa *kecepatan rata-rata* benda sejak dari titik A sampai dengan di titik C!

Jawab : . . . . .

Bagaimana kita memahami kecepatan sesaat secara matematis? Kecepatan sesaat dapat diartikan sama dengan kecepatan rata-rata benda dari titik satu ke titik lain dalam selang waktu  $\Delta t$  mendekati nol.

Kegiatan I

Kegiatan berikut ini bertujuan memahami konsep kecepatan sesaat secara matematis, serta menghitung besar kecepatan sesaat dari sebuah partikel yang bergerak.  
Sebuah partikel sepanjang garis lurus sesuai dengan persamaan posisi  $x = 5t^2$ , di mana  $x$  dalam meter dan  $t$  dalam sekon. Dengan menggunakan tabel data di bawah, tentukan:

- a) kecepatan rata-rata partikel dalam waktu  $t_1 = 1s$  sampai  $t_2 = 2s$ .
- b) kecepatan rata-rata partikel dalam waktu  $t_1 = 1s$  sampai  $t_2 = 1,1s$ .
- c) kecepatan rata-rata partikel dalam waktu  $t_1 = 1s$  sampai  $t_2 = 1,01s$ .
- d) kecepatan rata-rata partikel dalam waktu  $t_1 = 1s$  sampai  $t_2 = 1,001s$ .

No	$t_1$	$t_2$ (s)	Selang waktu ( $\Delta t$ )	posisi Awal $x_1$	Posisi akhir ( $x_2$ )	Perpindahan $\Delta x = x_2 - x_1$	Kecepatan Rata-rata
1	1	2	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
2	1	1,1	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
3	1	1,01	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
4	1	1,001	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .

- a) Dari data di atas, dapat disimpulkan bahwa semakin kecil selang waktu ( $\Delta t$ ), maka nilai kecepatan rata-rata semakin mendekati bilangan tertentu. Coba cermati dan prediksi berapa besarnya bilangan tertentu itu? Jawab : . . . . .
- b) Dari hasil prediksi anda di atas serta pengertian tentang konsep kecepatan sesaat, berapa kecepatan sesaat partikel di atas pada saat  $t = 1$  detik? Jawab : . . . . .

Secara matematis konsep kecepatan sesaat dirumuskan sebagai berikut

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

$v$  : kecepatan sesaat, satuan m/s atau ms<sup>-1</sup>  
 $\Delta x$  : perpindahan atau posisi akhir dikurangi posisi awal atau  $x_2 - x_1$  (m)  
 $\Delta t$  : selang waktu atau waktu akhir dikurangi waktu awal atau  $t_2 - t_1$  (s).

**Catatan :** Cara membacanya: kecepatan sesaat sama dengan limit delta x per delta t untuk delta t mendekati nol

5. Percepatan

**Percepatan** adalah perubahan tiap satuan waktu atau tiap detik. Percepatan merupakan besaran vektor. Secara matematis, percepatan dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

$a$  : percepatan (*acceleration*) m/s<sup>2</sup> atau ms<sup>-2</sup>  
 $\Delta v$  : perubahan kecepatan  $v_2 - v_1$  satuan ms<sup>-1</sup>  
 $v_1$  : kecepatan benda pada keadaan pertama  
 $v_2$  : kecepatan benda pada keadaan kedua  
 $\Delta t$  : Selang waktu,  $t_2 - t_1$  satuan sekon (s)  
 $t_1$  : waktu untuk mencapai keadaan 1 (awal)  
 $t_2$  : waktu untuk mencapai keadaan 2 (akhir)

Kegiatan 2

Dari gambar 2) di atas, jawab pertanyaan berikut dan diskusikan dalam kelompok anda!

- Berapa kecepatan sesaat benda di titik B? jawab . . . .
- Berapa kecepatan sesaat benda di titik C? jawab . . . .
- Berapa selang waktu dari B ke C? jawab . . . .
- Berapa perubahan kecepatan benda dari B ke C? jawab . . . .
- Berapa percepatan benda dari A ke B? Jawab . . .
- Berapa percepatan benda dari B ke C? jawab . . .

5.1 Percepatan rata-rata

**Percepatan** benda bergerak dapat berubah dari waktu ke waktu. Sebagaimana pembicaraan di atas kita telah membicarakan pengertian kecepatan rata-rata. Maka di sini juga akan dibicarakan percepatan rata-rata. Secara matematis, percepatan rata-rata dalam selang waktu tertentu dapat dihitung dengan rumus:

percepatan rata-rata =  $\frac{\text{perubahan kecepatan}}{\text{selang waktu}}$

5.2 Percepatan Sesaat

Percepatan rata-rata menunjukkan percepatan benda dalam selang waktu tertentu, sedangkan percepatan sesaat menunjukkan percepatan pada suatu saat tertentu. Sebagaimana kecepatan sesaat, maka percepatan sesaat juga dapat dihitung dengan dasar percepatan rata-rata dalam selang waktu mendekati nol. Secara matematis percepatan sesaat dapat dituliskan sebagai berikut:

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

$a$  : percepatan sesaat, satuan m/s<sup>2</sup> atau ms<sup>-2</sup>  
 $\Delta v$  : perubahan kecepatan, kecepatan akhir - kecepatan awal  $v_2 - v_1$  (m/s)  
 $\Delta t$  : selang waktu atau waktu akhir dikurangi waktu awal  $t_2 - t_1$  (s).

**Catatan** Cara membacanya: percepatan sesaat sama dengan limit delta v per delta t untuk delta t mendekati nol

6. Gerak Lurus Beraturan

Gerak lurus beraturan (GLB) adalah gerak lurus dengan kecepatan tetap. Benda yang melakukan gerak lurus beraturan mempunyai percepatan sama dengan nol. Diskusikan mengapa? Dalam gerak lurus berubah beraturan besarnya perpindahan sama dengan besarnya jarak. Diskusikan, mengapa? Dalam GLB besar kecepatan sama dengan besar kelajuan. Mengapa? Diskusikan!

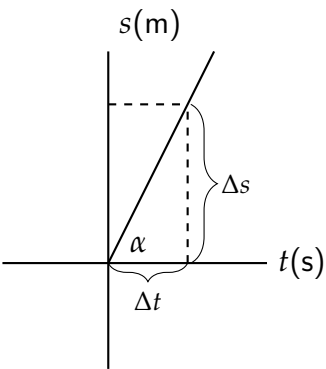
- Jika sebuah benda melakukan gerak lurus beraturan dnegan kecepatan  $v$  m/s, maka setiap sekon benda mengalami perpindahan sebesar  $v$  meter.
- Jadi selama  $t$  sekon benda melakukan perpindahan ( $s$ ) sebesar  $(v.t)$  meter.
- Secara umum dapat dirumuskan bahwa perpindahan benda yang melakukan gerak lurus beraturan dapat ditulis sebagai berikut:

$s = v.t$

$s$  : perpindahan, satuan m  
 $v$  : kecepatan, dalam satuan(m/s) atau  $ms^{-1}$   
 $t$  : selang watku dalam satuan sekon(s).

**Catatan** Untuk GLB, besarnya jarak tempuh sama dengan besar perpindahan

6.1 Grafik GLB Perpindahan lawan waktu

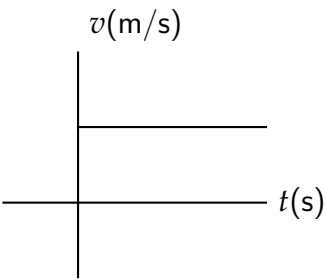


Dalam gerak lurus beraturan, grafik perpindahan ( $s$ ) lawan waktu ( $t$ ) merupakan garis lurus yang miring dengan sudut kemiringan tertentu. Besarnya sudut kemiringan atau gradien menunjukkan besar kecepatan. Semakin besar kecepatan benda, semakin besar sudut kemiringan grafik ( $\alpha$ ). Besar kecepatan benda = tangen sudut kemiringan grafik  $s$  lawan  $t$ . Atau secara matematis

$$v = \tan \alpha$$

*Catatan: Tangen sudut kemiringan = perbandingan antara komponen vertikal dengan komponen horizontal dari grafik  $s$  lawan  $t$ , atau  $\tan \alpha = \Delta s / \Delta t$*

6.2 Grafik GLB Kecepatan lawan waktu



Dalam gerak lurus beraturan, grafik kecepatan ( $v$ ) lawan waktu ( $t$ ) merupakan garis lurus yang sejajar dengan sumbu  $t$ . Semakin besar kecepatan benda, semakin jauh jarak grafik terhadap sumbu  $t$ .

contoh 3

Duah buah mobil terpisah pada jarak 560 meter bergerak saling mendekati pada saat yang bersamaan masing-masing bergerak lurus beraturan. Mobil pertama mula-mula berada di A bergerak lurus beraturan dengan kecepatan 144 km/jam dan mobil kedua mula-mula di B bergerak dengan kecepatan 108 km/jam.

- a. Kapan kedua mobil itu berpapasan.
- b. Pada jarak berapa dari A kedua mobil itu berpapasan?

Penyelesaian :

Diketahui :  
Jarak AB = 560m  
 $v_A = 144 \frac{km}{jam} = 144 \frac{1000m}{3600s} = 40m/s$   
 $v_B = 108 \frac{km}{jam} = 108 \frac{1000m}{3600s} = 30m/s$

- Ditanyakan :  
a. Selang waktu kedua mobil berpapasan?  
b. Jarak dari A ke tempat berpapasan?

Jawab :

- a. Jika jarak yang ditempuh mobil pertama (A) saat berpapasan  $s_A$  dan jarak mobil kedua ke tempat berpapasan  $s_B$  waktu yang diperlukan kedua mobil berpapasan  $t$  sekon, maka  $s_A + s_B = 560\text{m}$ . Dalam hal ini karena kedua mobil melakukan GLB, maka  $s_A = v_A \cdot t$  dan  $s_B = v_B \cdot t$  sehingga :

$$v_A \cdot t + v_B \cdot t = 560$$

$$40 \cdot t + 30 \cdot t = 560$$

$$70t = 560$$

$$t = \frac{560}{70}$$

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

- b Jarak papasan titik A  $= s_A = v_A \cdot t = 40 \cdot 8 = 320$  meter.

#### Contoh 4

Dua orang bergerak meninggalkan kota A menuju kota B yang berjarak 18 km. Orang pertama meninggalkan kota A lebih awal dari pada orang kedua dengan kelajuan 36 km/jam. Beberapa menit kemudian orang kedua menyusul menggunakan mobil dengan kelajuan 108 km/jam. Berapa menit orang pertama berangkat lebih awal agar bisa tepat bersamaan sampai kota B?

**Penyelesaian :**

Diketahui :

Jarak AB = 560m

$$v_A = 36 \frac{\text{km}}{\text{jam}} = 36 \frac{1000\text{m}}{3600\text{s}} = 10\text{m/s}$$

$$v_B = 108 \frac{\text{km}}{\text{jam}} = 108 \frac{1000\text{m}}{3600\text{s}} = 30\text{m/s}$$

Jarak AB = 18km = 18000 m

Ditanyakan :

Berapa menit orang pertama mendahului berangkat agar sampai persamaan di kota B?

Jawab :

Misal orang pertama sampai di kota B membutuhkan waktu  $t_A$  sekon, maka:

$$s_A = v_A \cdot t_A$$

$$18000 = 10 \cdot t_A$$

$$t_A = 18.000/10 = 1800 \text{ detik}$$

Maka orang kedua membutuhkan waktu  $t$  detik lebih singkat dari orang pertama yaitu,  $t_2 = (1800 - t)$  detik, sehingga berlaku:

$$s_B = v_B \cdot t_B$$

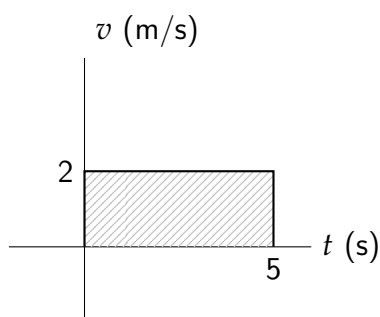
$$18000 = 30 \cdot (1800 - t)$$

$$(1800 - t) = 600$$

$$t = 1200 \text{ detik}$$

Jadi orang pertama harus berangkat 1200 detik atau 20 menit lebih awal dari orang kedua.

### 6.3 Menentukan jarak pada GLB melalui Grafik kecepatan lawan waktu



Pada gambar di samping menunjukkan grafik kecepatan ( $v$ ) lawan waktu ( $t$ ) dari benda yang melakukan GLB, di mana  $v$  dalam m/s dan  $t$  dalam sekon.

Dari grafik dapat dilihat bahwa kecepatan benda adalah 2 m/s. Selama 5 detik, jarak yang ditempuh benda  $s = v \cdot t = 2 \cdot 5 = 10\text{m}$ . Dapat dilihat pada gambar di samping. Bahwa jarak yang ditempuh sama dengan luas daerah grafik yang dibatasi dengan  $v=2$  m/s dan  $t=5$  sekon. Lihat daerah yang diarsir!

#### Kesimpulan:

Untuk menentukan jarak yang ditempuh maupun perpindahan benda yang melakukan GLB, dapat dihitung dengan menghitung luas daerah grafik yang dibatasi oleh sumbu  $v$  dan sumbu  $t$  untuk harga  $v$  dan  $t$  tertentu. (Ingat: pada GLB besar jarak = besar perpindahan)

**Catatan :** Cara menghitung perpindahan dengan menggunakan grafik kecepatan lawan waktu juga digunakan untuk GLBB

Bahan Diskusi II

Kerjakan soal di bawah ini dengan diskusi kelompok!

- 1) Dua pengendara motor bergerak saling mendekat. Pengendara pertama bergerak dari titik A dengan kelajuan 8 m/s dan pengendara kedua bergerak dari titik B dengan kelajuan 4 m/s. Jika jarak AB 240 meter, tentukan:
  - a) Pada detik seberapa kedua pengendara itu berpapasan?
  - b) Berapa jarak titik A ke tempat kedua pengendara itu berpapasan?
- 2) Dua pengendara motor bergerak saling mendekat. Pengendara pertama bergerak dari titik A 5 detik lebih awal dari pengendara kedua dengan kelajuan 8 m/s. Sedangkan pengendara kedua bergerak dari titik B dengan kelajuan 4 m/s. Jika jarak AB 100 meter, tentukan:
  - a) Pada detik seberapa kedua pengendara itu berpapasan dihitung sejak pengendara kedua mulai berangkat?
  - b) Berapa jarak titik A ke tempat kedua pengendara itu berpapasan?
- 3) Seorang berangkat dari kota A menuju kota B dengan kelajuan tetap 8 m/s. 10 detik kemudian orang kedua berangkat dari titik yang sama menyusul menuju kota B melalui jalur yang sama dengan kelajuan 10 m/s.
  - a) Pada detik seberapa orang kedua menyalip orang pertama sejak orang kedua berangkat?
  - b) Berapa jarak yang ditempuh kedua orang tersebut saat orang kedua menyalip orang pertama?

7. Gerak Lurus Berubah Beraturan

Gerak lurus berubah beraturan (GLBB) adalah gerak lurus dengan percepatan yang tetap. Ada dua macam gerak lurus berubah beraturan, yaitu gerak lurus dipercepat beraturan dan gerak lurus diperlambat beraturan

7.1 Gerak Lurus Dipercepat Beraturan

Gerak lurus dipercepat beraturan adalah gerak lurus berubah beraturan yang mempunyai arah kecepatan awal sama dengan arah percepatan. Dalam gerak lurus dipercepat beraturan, kecepatan benda selalu bertambah besar sehingga benda tidak mungkin berhenti tanpa adanya gangguan dari luar sistem. Benda yang bergerak lurus dipercepat beraturan, nilai perpindahan belum tentu sama dengan nilai jarak tempuh. Mengapa? Diskusikan!

7.2 Gerak Lurus Diperlambat Beraturan

Gerak lurus diperlambat beraturan adalah gerak lurus berubah beraturan dengan arah percepatan berlawanan dengan arah kecepatan awal. Dalam gerak lurus diperlambat beraturan istilah "percepatan" sering disebut "perlambatan". Pada gerak lurus berubah beraturan, kecepatan benda semakin kecil pada suatu saat akan berhenti dan berbalik arah dengan nilai kecepatan semakin besar. Benda yang gerak lurus diperlambat beraturan nilai perpindahan belum tentu sama dengan nilai jarak tempuh. Mengapa? Diskusikan!

7.3 Rumus-rumus pada Gerak lurus berubah beraturan

Untuk memperoleh rumus-rumus dalam gerak lurus berubah beraturan, kita membahas dengan cara sederhana, sebagai berikut:

- Sebuah benda melakukan gerak lurus berubah beraturan dengan percepatan  $a \text{ m/s}^2$ . Berarti setiap sekon kecepatan benda bertambah sebesar  $a \text{ m/s}$ .
- Selamat  $t$  sekon besar perubahan kecepatan benda  $(\Delta v) = (a.t) \text{ m/s}$ .
- Jika kecepatan awal benda  $= v_o$ , maka kecepatan benda dalam waktu  $t$  sekon adalah  $v_t = v_o + \Delta v$  atau  $v_t = v_o + a.t$

Jadi secara matematis kecepatan pada saat  $t$  detik dapat dituliskan sebagai berikut:

$v_t = v_o + a.t$

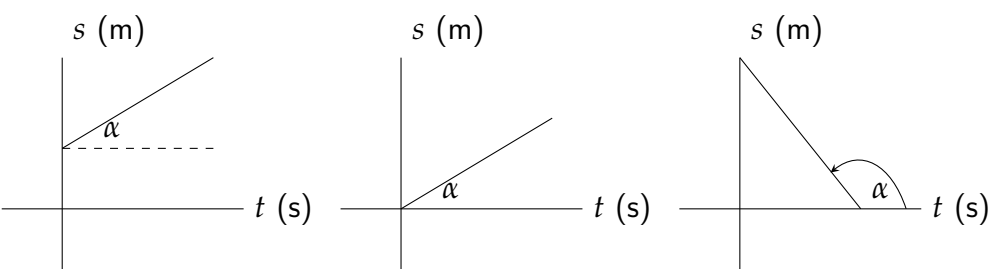
$v_t$  : kecepatan sesaat benda saat  $t$  sekon, dalam satuan(m/s)  
 $v_o$  : kecepatan sesaat benda awal/mula-mula, dlm satuan(m/s) atau  $\text{ms}^{-1}$   
 $t$  : selang waktu dalam satuan sekon(s).  
 $a$  : percepatan benda dalam satuan  $\text{m/s}^2$

Catatan :

- Untuk benda bergerak dipercepat, maka arah percepatan  $a$  searah dengan arah kecepatan awal sehingga tanda  $a$  sama dengan tanda  $v_o$  (jika  $v_o$  positif maka  $a$  juga positif, dan sebaliknya)
- untuk benda yang bergerak diperlambat, maka arah percepatan  $a$  berlawanan dengan arah kecepatan awal sehingga tanda  $a$  berlawanan dengan tanda  $v_o$  (jika tanda  $v_o$  positif, maka tanda  $a$  negatif, dan sebaliknya)

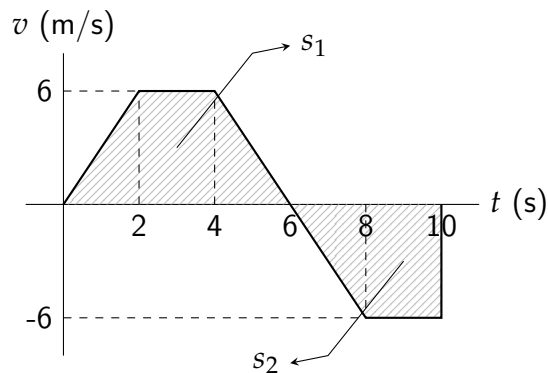
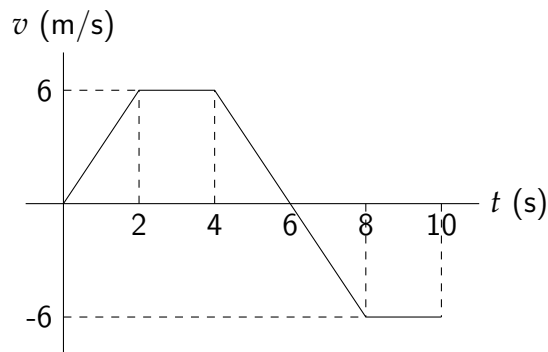
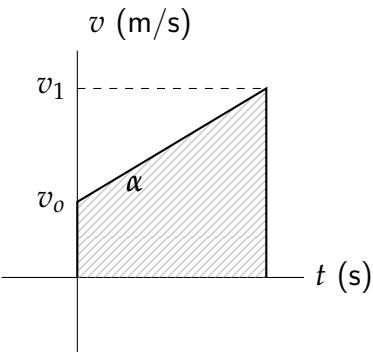
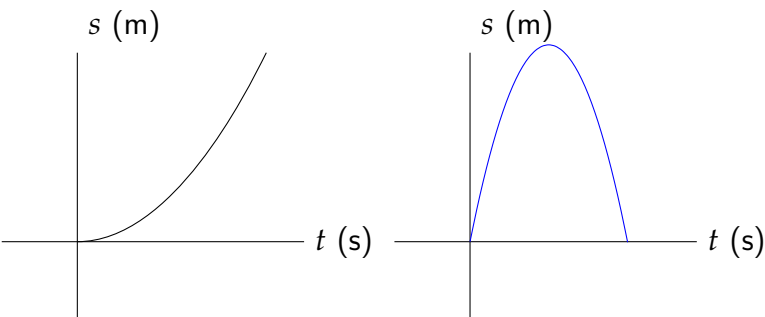


7.4 Grafik GLBB kecepatan lawan waktu

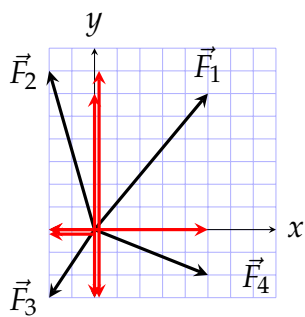


Untuk gerak dipercepat, jika kecepatan awal benda  $v_0$  m/s, percepatan benda  $a$  m/s<sup>2</sup>, maka grafik GLBB kecepatan ( $v$ ) lawan waktu ( $t$ ) dapat dilihat pada gambar di samping.

Jika percepatan tanpa kecepatan awal, maka grafiknya seperti gambar

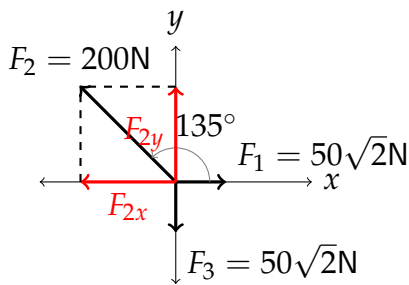


Pembahasan



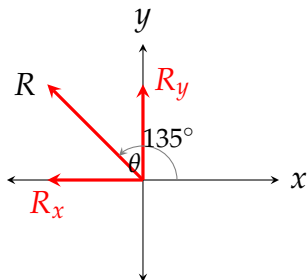
1. Total resultan keempat gaya tersebut adalah :

vektor	komp x	komp y	
$F_1$	5	6	(skor: 2)
$F_2$	-2	7	(skor: 2)
$F_3$	-2	-3	(skor: 2)
$F_4$	5	-2	(skor: 2)
$R_x = 6$		$R_y = 8$	(skor: 2)
$R = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \text{ satuan}$ (skor: 1)			
Resultan = $10 \times 10 \text{ N/petak} = 100 \text{ N}$ (skor: 1)			



2. Total resultan ketiga gaya tersebut adalah :

vektor	komp x	komp y	
$F_1$	$50\sqrt{2}\text{N}$	0	(skor: 2)
$F_2$	$-100\sqrt{2}$	$100\sqrt{2}$	(skor: 2)
$F_3$	0	$-50\sqrt{2}\text{N}$	(skor: 2)
		$R_x = -50\sqrt{2}$	$R_y = 50\sqrt{2}$ (skor: 2)
$R = \sqrt{(50\sqrt{2})^2 + (-50\sqrt{2})^2} = 100 \text{ N}$ (skor: 2)			



Berdasarkan gambar di samping, maka vektor resultan berada pada arah  $\theta$  dari sumbu  $y$  positif.

$\cos \theta = \frac{R_y}{R} = \frac{50\sqrt{2}}{100} = \frac{1}{2}\sqrt{2} \longrightarrow \theta = 45^\circ$  (skor: 2)

Oleh karena itu sudut vektor dari  $R$  dari sumbu  $x$  positif adalah  $90^\circ + 45^\circ = 135^\circ$  (skor: 2)

(skor: 2)

3. Dua buah vektor  $\vec{a} = -4\hat{i} + 3\hat{j}$  dan  $\vec{b} = 8\hat{i} - 6\hat{j}$

a) besar  $(\vec{a} + \vec{b})$

$(\vec{a} + \vec{b}) = (-4\hat{i} + 3\hat{j}) + (8\hat{i} - 6\hat{j})$

$(\vec{a} + \vec{b}) = (4\hat{i} - 3\hat{j})$  (skor: 2)

besar  $(\vec{a} + \vec{b}) = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ satuan}$  (skor: 2)

b) besar  $(\vec{a} - \vec{b})$

$(\vec{a} - \vec{b}) = (-4\hat{i} + 3\hat{j}) - (8\hat{i} - 6\hat{j})$

$(\vec{a} - \vec{b}) = -12\hat{i} + 9\hat{j}$  (skor: 2)

besar  $(\vec{a} - \vec{b}) = \sqrt{(-12)^2 + 9^2} = \sqrt{225} = 15 \text{ satuan}$  (skor: 2)

c)  $\vec{a} \cdot \vec{b} = (-4\hat{i} + 3\hat{j}) \cdot (8\hat{i} - 6\hat{j})$

$\vec{a} \cdot \vec{b} = (-4.8)\hat{i} \cdot \hat{i} + -4. - 6\hat{j} \cdot \hat{j} + 3.8\hat{j} \cdot \hat{i} + 3.(-6)\hat{j} \cdot \hat{j}$

$\vec{a} \cdot \vec{b} = -32 - 18 = -50$  (skor: 4)

d)  $\vec{a} \times \vec{b} = (-4\hat{i} + 3\hat{j}) \times (8\hat{i} - 6\hat{j})$

$\vec{a} \times \vec{b} = (-4.8)\hat{i} \times \hat{i} + -4. - 6\hat{i} \times \hat{j} + 3.8\hat{j} \times \hat{i} + 3.(-6)\hat{j} \times \hat{j}$

$\vec{a} \times \vec{b} = (-4.8)(0) + -4. - 6(\hat{k}) + 3.8(-\hat{k}) + 3.(-6)(0)$

$\vec{a} \times \vec{b} = -24\hat{k} + 24(-\hat{k}) = -48\hat{k}$

(skor: 4)

e) nilai cosinus  $\alpha$

$\vec{a} \cdot \vec{b} = |a||b| \cos \alpha$

$\vec{a} \cdot \vec{b} = |5||10| \cos \alpha$

$-50 = 50 \cos \alpha$

$\cos \alpha = -1$

(skor: 4)