

Materi Kuliah
Fisika Mekanika

Gerak Sepanjang Garis Lurus

Dosen :
Tri Surawan, M.Si

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Jayabaya

Pendahuluan

- **Kinematika** merupakan ilmu yang mempelajari tentang gerak *tanpa memperhatikan* penyebab timbulnya gerak.
- **Dinamika** adalah ilmu yang mempelajari gerak suatu benda *dengan memperhatikan* penyebabnya.
 - *Dinamika akan kita bahas pada saat mempelajari hukum-hukum Newton.*

Konsep Dasar

- Titik Acuan
- Kedudukan
- Jarak dan Perpindahan
- Kelajuan dan Kecepatan
- Percepatan

Titik Acuan

Titik acuan adalah suatu titik yang dianggap tidak bergerak.

Gerak merupakan perubahan posisi (kedudukan) suatu benda terhadap sebuah acuan tertentu.

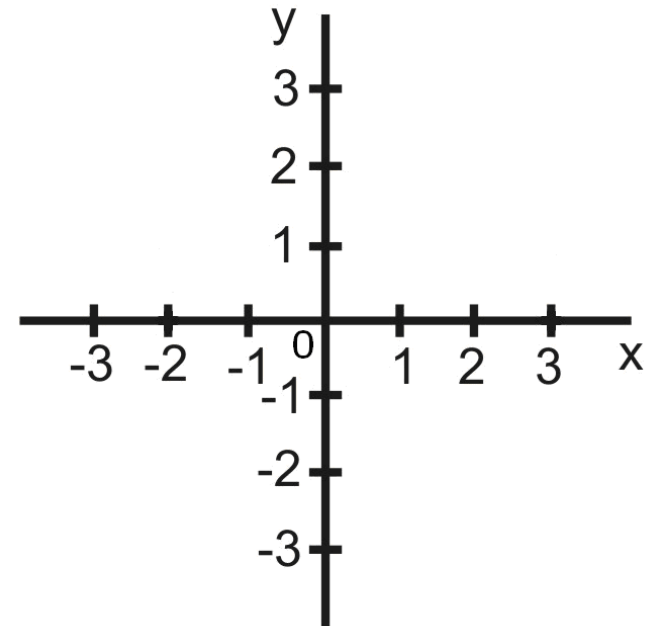
Dalam ilmu fisika kita sering menggunakan **koordinat kartesius** dengan menganggap titik 0 sebagai titik acuan.

Pada sumbu X :

- posisi di **sebelah kanan titik 0** memiliki nilai koordinat x *positif*
- posisi di **sebelah kiri titik 0** memiliki nilai koordinat x *negatif*

Pada sumbu Y :

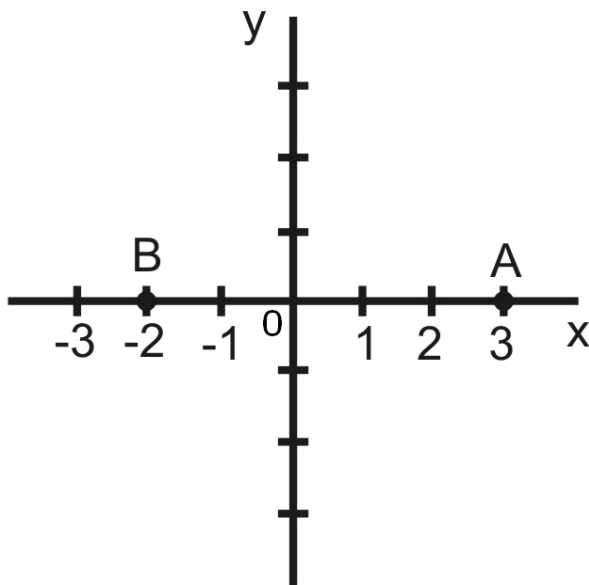
- posisi **di atas titik 0** memiliki nilai koordinat y *positif*
- posisi **di bawah titik 0** memiliki nilai koordinat y *negatif*



Kedudukan

Kedudukan menyatakan posisi atau letak suatu benda terhadap suatu titik acuan.

Kedudukan suatu benda ditentukan oleh **jaraknya terhadap titik acuan**.



Pada gambar di samping, jika kita anggap titik 0 sebagai acuan maka :

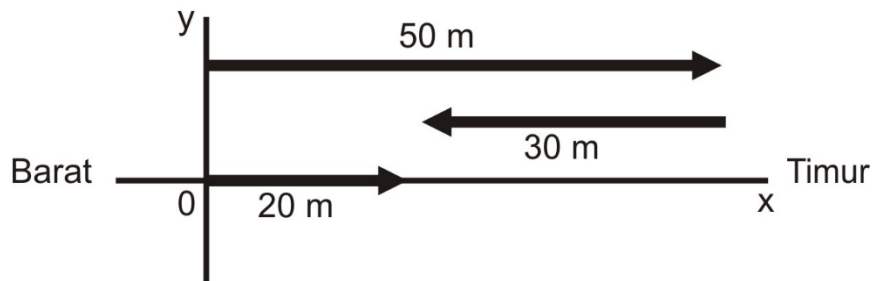
- Kedudukan A yang berjarak 3 satuan di sebelah kanan titik 0 dikatakan kedudukan $A = 3$.
- Kedudukan B yang berjarak 2 satuan di sebelah kiri titik 0 maka dikatakan kedudukan $B = - 2$.

Jarak dan Perpindahan

- **Jarak** merupakan panjang lintasan yang ditempuh oleh suatu benda yang bergerak.
 - Jarak termasuk **besaran skalar**, sehingga **tidak tergantung pada arah** dan **nilainya selalu positif**.
- **Perpindahan** adalah perubahan posisi benda dari titik awalnya.
 - Perpindahan termasuk **besaran vektor** sehingga **tergantung pada arahnya**.
- Simbol untuk Jarak dan Perpindahan biasanya **x** dengan satuan **meter (m)**.

Contoh :

Seseorang berjalan ke arah timur sejauh 50 meter, kemudian ke arah barat sejauh 30 meter.



Maka :

$$\text{Jarak} = 50 \text{ m} + 30 \text{ m} = 80 \text{ meter.}$$

$$\text{Perpindahan} = 50 \text{ m} - 30 \text{ m} = 20 \text{ meter ke arah timur.}$$

Kelajuan dan Kecepatan

- **Kelajuan** menyatakan jarak sebuah benda yang bergerak dalam selang waktu tertentu.
 - Kelajuan merupakan **besaran skalar**, maka tidak tergantung arahnya.
- **Kecepatan** menyatakan perpindahan sebuah benda yang bergerak dalam selang waktu tertentu.
 - Kecepatan termasuk **besaran vektor**, sehingga tergantung arahnya.
- **Simbol** untuk **kelajuan** dan **kecepatan** biasanya **v** dengan satuan **m/s** .

Kelajuan Rata-rata

- **Kelajuan rata-rata** sebuah benda didefinisikan sebagai **jarak** total yang ditempuh dibagi waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak tersebut.

$$\text{Kelajuan rata - rata} = \frac{\text{jarak total}}{\text{waktu tempuh}}$$

$$v = \frac{x_1 + x_2}{t_1 + t_2} = \frac{x}{t}$$

Dimana :

v = kelajuan rata-rata (m/s)

x = jarak total yang ditempuh (m).

→ selalu bernilai **positif**

t = waktu tempuh total (s)

→ selalu bernilai **positif**

Kecepatan Rata-rata

- **Kecepatan rata-rata** sebuah benda didefinisikan sebagai **perpindahan** yang terjadi pada benda tersebut dibagi waktu yang diperlukan untuk berpindah.

$$\text{Kecepatan rata - rata} = \frac{\text{perpindahan}}{\text{waktu tempuh}}$$

$$v = \frac{x_1 + x_2}{t_1 + t_2}$$

Dimana :

v = kecepatan rata-rata (m/s)

x_2, x_1 = perpindahan benda (m)

→ jika ke arah kanan, **bernilai positif**

→ jika ke arah kiri, **bernilai negatif**

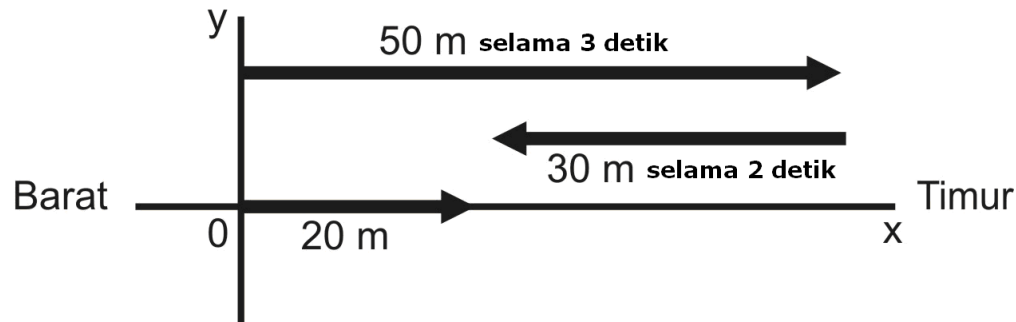
t_2, t_1 = waktu yang diperlukan (s)

→ **selalu bernilai positif**

Contoh soal

Seseorang berlari ke arah timur sejauh 50 meter selama 3 detik, kemudian ke arah barat sejauh 30 meter 2 detik.

Penyelesaian :



Maka :

Kelajuan rata-rata :

$$v = \frac{x_1 + x_2}{t_1 + t_2} = \frac{50 \text{ m} + 30 \text{ m}}{3 \text{ s} + 2 \text{ s}} = \frac{80 \text{ m}}{5 \text{ s}} = 16 \text{ m/s}$$

Kecepatan rata-rata :

$$v = \frac{x_1 + x_2}{t_1 + t_2} = \frac{50 \text{ m} + (-30 \text{ m})}{3 \text{ s} + 2 \text{ s}} = \frac{20 \text{ m}}{5 \text{ s}} = 4 \text{ m/s}$$

Contoh soal

Seekor burung naik di punggung kura-kura Galapagos, yang berjalan pada kelajuan 0,060 m/s. Setelah 1,2 menit, burung merasa bosan akibat lambatnya kura-kura, dan mengambil penerbangan ke arah yang sama selama 1,2 menit dengan kelajuan 12 m/s. Berapa kelajuan rata-rata burung untuk interval 2,4 menit ini?

Penyelesaian :

Jarak total yang ditempuh :

$$\begin{aligned}d &= v_1 \Delta t_1 + v_2 \Delta t_2 \\&= [(0,060 \text{ m/s}) (1,2 \text{ menit}) + (12 \text{ m/s}) (1,2 \text{ menit})] \times 60 \text{ s/menit} \\&= 870 \text{ m} \\&= 0,87 \text{ km}\end{aligned}$$

Kelajuan rata-rata burung adalah :

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{870 \text{ m}}{2,4 \text{ min} \times 60 \text{ s/min}} = 6,0 \text{ m/s}$$

Contoh soal

Anda berjalan dengan kelajuan 9,5 km/jam sejauh 8,0 km, kemudian dilanjutkan Anda mengendarai mobil, sehingga perjalanan bertambah 16 km. Dengan kelajuan rata-rata berapa Anda harus mengendarai mobil jika kelajuan rata-rata untuk seluruh perjalanan 24 km adalah 22 km/jam?

Penyelesaian :

Total waktu tempuh adalah :

$$\Delta t = \frac{d}{s_{av}} = \frac{8,0 + 16 \text{ km}}{22 \text{ km/h}} = 1,1 \text{ h}$$

Waktu yang ditempuh saat berjalan :

$$\Delta t_1 = \frac{8,0 \text{ km}}{9,5 \text{ km/h}} = 0,84 \text{ h}$$

Waktu tempuh ketika mengendarai mobil:

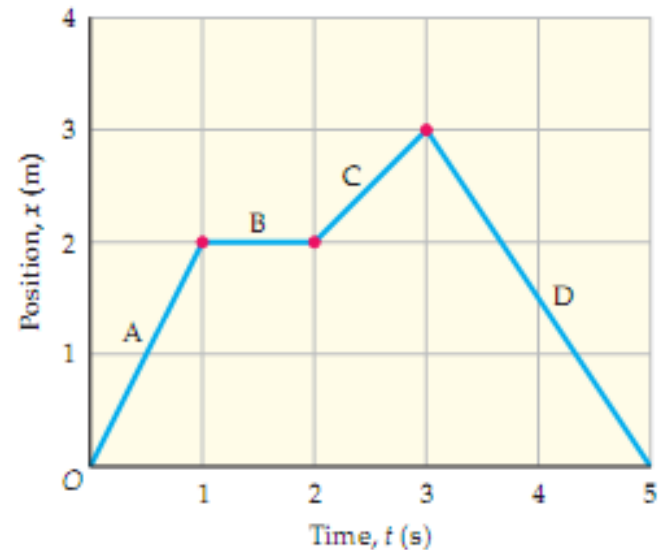
$$\Delta t_2 = \Delta t - \Delta t_1 = 1,1 \text{ h} - 0,84 \text{ h} = 0,3 \text{ h}$$

Kelajuan rata-rata ketika mengendarai mobil adalah :

$$s_2 = \frac{d_2}{\Delta t_2} = \frac{16 \text{ km}}{0,3 \text{ h}} = \boxed{50 \text{ km/h}}$$

Contoh soal

Seseorang berjalan mondar-mandir, menghasilkan grafik posisi terhadap waktu yang ditunjukkan pada Gambar.



Tanpa melakukan perhitungan, tunjukkan apakah kecepatan orang tersebut positif, negatif, atau nol pada masing-masing bagian grafik:

(a) A, (b) B, (c) C, dan (d) D.

Hitung nilai numerik kecepatan orang tersebut untuk bagian :

(e) A, (f) B, dan (g) C.

Penyelesaian :

(a) Kemiringan di A adalah positif, maka kecepatan positif.

(b) Kecepatan di B adalah Nol.

(c) Kecepatan di C positif.

(d) Kecepatan di D adalah negatif.

(e) Cari kemiringan grafik di A :

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2.0 \text{ m}}{1.0 \text{ s}} = \boxed{2.0 \text{ m/s}}$$

(f) Cari kemiringan grafik di B :

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0.0 \text{ m}}{1.0 \text{ s}} = \boxed{0.0 \text{ m/s}}$$

(g) Cari kemiringan grafik di C :

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1.0 \text{ m}}{1.0 \text{ s}} = \boxed{1.0 \text{ m/s}}$$

Kecepatan Sesaat

Kecepatan sesaat adalah kecepatan benda pada saat tertentu (selang waktu yang sangat kecil).

Kecepatan sesaat pada kendaraan bermotor biasanya ditunjukkan oleh **spidometer**.

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

Penulisan $\lim_{\Delta t \rightarrow 0}$ maksudnya adalah

perbandingan $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ dihitung dengan

nilai Δt mendekati nol.

Contoh Soal

Seekor kucing bergerak pada lintasan garis lurus dan dinyatakan dalam persamaan

$$x = 2t^2 + 5t - 3 \quad (x \text{ dalam meter dan } t \text{ dalam sekon}).$$

Berapakah kecepatan sesaat kucing pada $t = 2 \text{ s}$?

Penyelesaian :

Nilai x pada saat $t = 2 \text{ s}$ adalah :

$$x_2 = 2t^2 + 5t - 3 = 2(2)^2 + 5(2) - 3 = 15 \text{ m}$$

Kecepatan sesaat ditentukan dengan mengambil Δt sekecil mungkin pada saat $t = 2 \text{ s}$, maka :

Jika : $\Delta t = 0,1 \text{ s}$, maka $t_2 = 2,1 \text{ s}$

$$x_{2,1} = 2(2,1)^2 + 5(2,1) - 3 = 16,32 \text{ m}$$

$$\text{kec. rata - rata}(v) = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{16,32 \text{ m} - 15 \text{ m}}{0,1 \text{ s}} = 13,2 \text{ m/s}$$

Jika : $\Delta t = 0,01 \text{ s}$, maka $t_2 = 2,01 \text{ s}$

$$x_{2,2} = 2(2,01)^2 + 5(2,01) - 3 = 15,1302 \text{ m}$$

$$\text{kec. rata - rata}(v) = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{15,1302 \text{ m} - 15 \text{ m}}{0,01 \text{ s}} = 13,02 \text{ m/s}$$

Jika : $\Delta t = 0,001 \text{ s}$, maka $t_2 = 2,001 \text{ s}$

$$x_{2,3} = 2(2,001)^2 + 5(2,001) - 3 = 15,013002 \text{ m}$$

$$\text{kec. rata - rata}(v) = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{15,013002 \text{ m} - 15 \text{ m}}{0,001 \text{ s}} = 13,002 \text{ m/s}$$

Jika hasil perhitungan di samping dimasukkan dalam tabel, maka :

$\Delta t \text{ (s)}$	$v \text{ (m/s)}$
0,1	13,2
0,01	13,02
0,001	13,002

Semakin kecil Δt yang diambil, maka kecepatan rata-rata mendekati 13 m/s . Jadi, dapat disimpulkan bahwa kecepatan sesaat kucing pada $t = 2 \text{ s}$ adalah 13 m/s .

Contoh soal

Seekor burung terbang ke gedung tinggi yang berada pada arah timur. Jarak burung dari gedung tinggi diberikan oleh $x(t) = 28,0 \text{ m} + (12,4 \text{ m/s})t - (0,0450 \text{ m/s}^3)t^3$. Berapakah kecepatan sesaat burung pada $t = 8,00 \text{ s}$?

Penyelesaian :

Jarak burung dari gedung tinggi dinyatakan :

$$x(t) = 28,0 \text{ m} + (12,4 \text{ m/s})t - (0,0450 \text{ m/s}^3)t^3$$

Kecepatan sesaat adalah turunan pertama dari persamaan perpindahan.

$$\begin{aligned} v_x(t) &= \frac{dx}{dt} = \frac{d(28,0 \text{ m} + (12,4 \text{ m/s})t - (0,0450 \text{ m/s}^3)t^3)}{dt} \\ &= 12,4 \text{ m/s} - (0,135 \text{ m/s}^3)t^2 \end{aligned}$$

Jadi, kecepatan sesaat pada $t = 8,0 \text{ s}$ adalah :

$$\begin{aligned} v_x(8,0 \text{ s}) &= 12,4 \text{ m/s} - (0,135 \text{ m/s}^3)t^2 \\ &= 12,4 \text{ m/s} - (0,135 \text{ m/s}^3)(8,0 \text{ s})^2 \\ &= 3,76 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Percepatan

- **Percepatan** adalah perubahan kecepatan dari gerak benda.
- Contoh :
 - Sebuah mobil yang sedang berhenti memiliki kecepatan 0. Pada saat mobil mulai berjalan maka akan mengalami perubahan kecepatan.
 - Sebuah mobil yang sedang berjalan dengan kecepatan tertentu dan kemudian direm, maka mobil tersebut mengalami perubahan kecepatan.
- ❖ *Perubahan kecepatan menjadi **lebih tinggi** disebut **percepatan**.*
- ❖ *Perubahan kecepatan menjadi **lebih rendah** disebut **perlambatan** (atau lebih dikenal **percepatan negatif**).*
- Percepatan termasuk **besaran vektor**, sehingga tergantung dengan nilai dan arahnya.
- **Simbol untuk percepatan** adalah **a** dengan satuan **m/s²**.

Percepatan

- **Percepatan rata-rata** didefinisikan sebagai perubahan kecepatan dibagi waktu yang diperlukan untuk perubahan tersebut.

$$\text{percepatan} = \frac{\text{perubahan kecepatan}}{\text{waktu}}$$

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

Dimana :

a = percepatan rata-rata (m/s^2)

$\Delta v = v_2 - v_1$ = perubahan kecepatan (m/s)

$\Delta t = t_2 - t_1$ = interval waktu yang diperlukan (s)

Contoh soal

Kecepatan gerak sebuah mobil berubah dari 10 m/s menjadi 16 m/s dalam selang waktu 3 sekon. Berapakah percepatan rata-rata mobil dalam selang waktu tersebut?

Penyelesaian :

Diketahui:

$$v_1 = 10 \text{ m/s} ;$$

$$v_2 = 16 \text{ m/s} ;$$

$$\Delta t = 3 \text{ s}$$

Ditanya: $a = \dots ?$

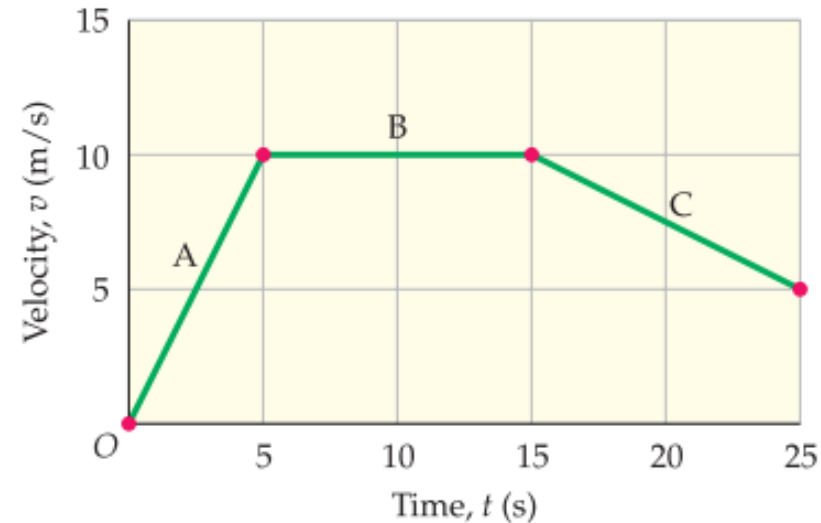
Jawab:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{16 \text{ m/s} - 10 \text{ m/s}}{3 \text{ s}} = \frac{6 \text{ m/s}}{3 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}^2$$

Contoh soal

Sebuah sepeda motor bergerak sesuai dengan grafik kecepatan terhadap waktu yang ditunjukkan pada Gambar di samping. Tentukan percepatan rata-rata sepeda motor selama masing-masing bagian berikut dalam gerakan:

- (a) Di garis A,
- (b) Di garis B,
- (c) Di garis C.



Penyelesaian :

(a) Percepatan rata-rata di garis A ditentukan dari kemiringan garis A :

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{5,0 \text{ s} - 0} = \frac{10 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}^2$$

(b) Percepatan rata-rata di garis B ditentukan dari kemiringan garis B :

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10 \text{ m/s} - 10 \text{ m/s}}{15,0 \text{ s} - 5,0 \text{ s}} = \frac{0 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = 0 \text{ m/s}^2$$

(b) Percepatan rata-rata di garis C ditentukan dari kemiringan garis C :

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{5,0 \text{ m/s} - 10 \text{ m/s}}{25,0 \text{ s} - 15,0 \text{ s}} = \frac{-5,0 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = -0,50 \text{ m/s}^2$$

Percepatan Sesaat

- **Percepatan sesaat** adalah percepatan rata-rata gerak benda pada Δt yang sangat kecil (mendekati nol).
- Percepatan sesaat (**a**) dituliskan sebagai berikut :

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

- Dalam hal ini $\Delta \mathbf{v}$ menyatakan perubahan kecepatan selama selang waktu Δt yang sangat pendek.
- Percepatan sesaat (**a**) juga dapat diperoleh dari turunan pertama dari fungsi kecepatan atau turunan kedua dari fungsi perpindahan :

$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}(t)}{dt} \quad \text{atau} \quad \mathbf{a} = \frac{d^2\mathbf{x}(t)}{dt^2}$$

Contoh soal

Sebuah mobil mulai dari berhenti kemudian berjalan ke arah timur sepanjang jalur lurus dan rata. Pada 5,0 s pertama dari gerakan mobil, komponen arah timur dari kecepatan mobil yang diberikan oleh $v_x(t) = (0,860 \text{ m/s}^3) t^2$. Berapa percepatan sesaat mobil ketika $v_x = 16,0 \text{ m/s}$?

Penyelesaian :

Kecepatan dari mobil sebagai fungsi waktu : $v_x(t) = (0,860 \text{ m/s}^3) t^2$.

Mencari percepatan sesaat ketika kecepatannya adalah 16,0 m/s.

Ketika $v_x = 16,0 \text{ m/s}$, maka nilai t adalah :

$$\begin{aligned} v_x(t) &= (0,860 \text{ m/s}^3) t^2 \\ (16,0 \text{ m/s}) &= (0,860 \text{ m/s}^3) t^2 \end{aligned} \quad t = \sqrt{\frac{16,0 \text{ m/s}}{0,860 \text{ m/s}^3}} = 4,313 \text{ s}$$

Percepatan sesaat adalah turunan pertama dari kecepatan.

$$a_x(t) = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d((0,860 \text{ m/s}^3)t^2)}{dt} = (1,72 \text{ m/s}^3)t$$

Percepatan sesaat pada $t = 4,313 \text{ s}$ adalah :

$$a_x = (1,72 \text{ m/s}^3)(4,313 \text{ s}) = \mathbf{7,42 \text{ m/s}^2}$$

Gerak Lurus Beraturan (GLB)

Suatu benda dikatakan mengalami **gerak lurus beraturan (GLB)** jika lintasan yang ditempuh oleh benda itu berupa garis lurus dan **kecepatannya selalu tetap** setiap saat.

Sebuah benda yang bergerak lurus beraturan (GLB) akan menempuh jarak yang sama untuk selang waktu yang sama.

Jadi :

apabila dalam waktu 5 sekon pertama sebuah mobil menempuh jarak 100 m, maka untuk waktu 5 sekon berikutnya mobil tersebut juga menempuh jarak 100 m.

Persamaan gerak lurus beraturan (GLB) adalah:

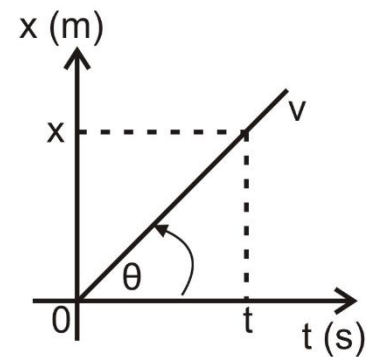
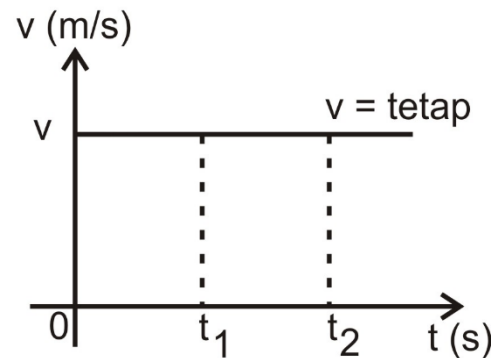
$$x = v t \quad \text{atau} \quad v = \frac{x}{t} \quad \text{atau} \quad t = \frac{x}{v}$$

Dimana :

x = jarak yang ditempuh (m)

v = kecepatan (m/s)

t = waktu yang diperlukan (s)



Grafik hubungan $v - t$ Grafik hubungan $x - t$

Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Suatu benda yang **kecepatannya berubah secara beraturan** terhadap waktu dan lintasanya berupa garis lurus, maka benda tersebut telah melakukan **gerak lurus berubah beraturan (GLBB)**.

Jadi, benda yang melakukan GLBB akan memiliki **percepatan tetap**.

Rumus-rumus untuk GLBB :

$$v_t = v_o + a t$$

$$x = v_o t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v_t^2 = v_o^2 + 2ax$$

Dimana :

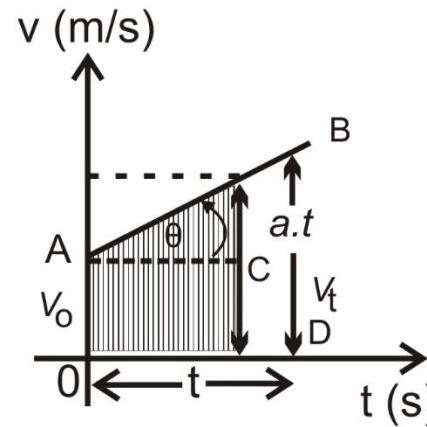
x = perpindahan (m)

v_t = kecepatan akhir (m/s)

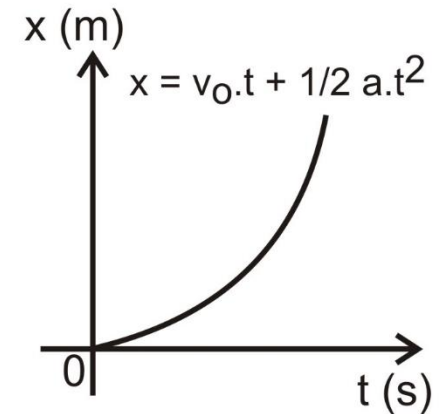
v_o = kecepatan mula-mula (m/s)

a = percepatan (m/s^2)

t = waktu yang diperlukan selama perubahan kecepatan (s)



Grafik hubungan $v - t$



Grafik hubungan $x - t$

Contoh Soal

Sebuah mobil dipercepat dari kecepatan 20 m/s menjadi 40 m/s dalam waktu 10 sekon. Berapakah jarak yang ditempuh mobil dalam waktu tersebut?

Penyelesaian :

Diketahui : $v_o = 20 \text{ m/s}$; $v_t = 40 \text{ m/s}$; $t = 10 \text{ s}$

Percepatan mobil dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\begin{aligned} v_t &= v_o + a t & x &= v_o \cdot t + \frac{1}{2} a t^2 \\ 40 &= 20 + a \cdot 10 & &= (20)(10) + \frac{1}{2} \cdot (2) (10)^2 \\ a &= 2 \text{ m/s}^2 & &= 300 \text{ m} \end{aligned}$$

Sebuah mobil mula-mula bergerak dengan kecepatan 10 m/s. Karena jalannya sepi dan lurus, pengemudinya mempercepat mobilnya sebesar $0,5 \text{ m/s}^2$ hingga kecepataannya menjadi 30 m/s. Berapakah jarak yang ditempuh mobil selama itu?

Penyelesaian :

Diketahui : $v_o = 10 \text{ m/s}$; $v_t = 30 \text{ m/s}$; $a = 0,5 \text{ m/s}^2$

Jawab :

Jarak tempuh mobil adalah :

$$\begin{aligned} v_t^2 &= v_o^2 + 2 a x \\ 30^2 &= 10^2 + 2 \cdot 0,5 \cdot x \\ 900 &= 100 + x \\ x &= 800 \text{ m} \end{aligned}$$

Gerak Jatuh Bebas

Salah satu contoh gerak yang paling umum mengenai gerak lurus berubah beraturan (GLBB) adalah **benda yang mengalami jatuh bebas dengan jarak yang tidak jauh dari permukaan bumi.**

Galileo menemukan bahwa semua benda akan jatuh dengan **percepatan konstan yang sama** dan **tidak tergantung oleh massanya**, jika **tidak ada hambatan udara atau hambatan lainnya.**

- (a). Sebuah bola dan lembaran kertas yang ringan dijatuhkan pada tinggi dan waktu yang sama,
- (b). Percobaan yang sama diulangi, dengan kertas dibentuk gumpalan



Gerak Jatuh Bebas

Gerak jatuh bebas adalah gerak vertikal ke bawah dari ketinggian tertentu dari permukaan bumi dengan kecepatan awal 0.

Gerak jatuh bebas, memakai rumus-rumus pada GLBB dengan perubahan :

Percepatan a diganti dengan **percepatan gravitasi g** dengan nilai $9,8 \text{ m/s}^2$ atau biasanya dibulatkan menjadi 10 m/s^2 .

Karena gerak tersebut arahnya vertikal, kita akan mengganti **perpindahan (x)** menjadi **ketinggian (y)**.

Persamaan-persamaan untuk Gerak Jatuh Bebas :

$$v_t = v_o + g t$$

$$y = v_o t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_t^2 = v_o^2 + 2 g y$$

Dimana :

v_o = kecepatan awal (m/s)

v_t = kecepatan akhir (m/s)

g = percepatan gravitasi

($9,8 \text{ m/s}^2$ atau $\sim 10 \text{ m/s}^2$)

y = ketinggian benda (m)

t = waktu (s)

Setiap benda yang jatuh dari ketinggian y akan sampai di permukaan bumi dalam waktu :

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

Kecepatan jatuh benda dari ketinggian y :

$$v_t = \sqrt{2 g y}$$

Contoh Soal

Sebuah batu bata dijatuhkan dengan kelajuan awal nol dari atap sebuah bangunan. Batu bata menyentuh tanah dalam 2,50 s. Hambatan udara diabaikan, sehingga batu bata dianggap mengalami gerak jatuh bebas.

- a) Berapa tinggi bangunan yang dinyatakan dalam satuan meter?
- b) Berapakah kelajuan batu bata tepat sebelum menyentuh tanah?

Penyelesaian

Misalkan arah turun dianggap bernilai positif. dan $g = 9,80 \text{ m/s}^2$

Posisi awal batu bata : $y_0 = 0$.

Kelajuan awal : $v_{0y} = 0$.

Waktu yang dibutuhkan sampai menyentuh tanah : $t = 2,50 \text{ s}$.

(a) Tinggi bangunan, dinyatakan dalam satuan meter.

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

$$y - 0 = 0 + \frac{1}{2}(9,80 \text{ m/s}^2)(2,50 \text{ s})^2$$

$$y = \boxed{30,6 \text{ m}}$$

(b) Kelajuan batu bata tepat sebelum menyentuh tanah adalah :

$$v_y = v_{0y} + gt = 0 + (9,80 \text{ m/s}^2)(2,50 \text{ s}) = \boxed{24,5 \text{ m/s}}$$

Contoh Soal

Ketika Anda berada di dalam lift yang bergerak turun dengan kelajuan konstan 3,0 m/s, Anda menjatuhkan buku dari tangan Anda.

- Berapa lama waktu yang diperlukan buku untuk mencapai lantai lift yang berada 1,2 m di bawah tangan Anda?
- Berapa kelajuan buku relatif terhadap Anda, ketika menyentuh lantai lift?

Penyelesaian

Kelajuan konstan Lift tidak mempengaruhi percepatan buku. Dari perspektif pengamat luar lift, baik buku dan lantai memiliki kelajuan turun 3,0 m/s. Oleh karena itu, dari perspektif Anda, gerakan buku ini tidak berbeda daripada jika lift berada dalam keadaan diam.

Misalkan arah ke bawah sebagai arah positif dan kelajuan awal buku $v_0 = 0$.

(a) Waktu yang diperlukan buku untuk mencapai lantai lift adalah :

$$t = \sqrt{\frac{2x}{g}} = \sqrt{\frac{2(1.2 \text{ m})}{9.81 \text{ m/s}^2}} = \boxed{0.49 \text{ s}}$$

(b) Kelajuan buku relatif terhadap Anda, ketika menyentuh lantai lift adalah :

$$v = v_0 + gt = 0 + (9.81 \text{ m/s}^2)(0.49 \text{ s}) = \boxed{4.8 \text{ m/s}}$$

Gerak Lurus Ke Atas

Benda yang bergerak lurus ke atas juga merupakan contoh dari gerak lurus berubah beraturan (GLBB) dengan **percepatan tetap** yaitu sama dengan percepatan gravitasi. Gerak lurus ke atas harus memiliki kecepatan awal ($v_0 \neq 0$).

Percepatan gravitasi yang bekerja pada benda yang dilemparkan vertikal ke atas akan **memperlambat gerak** benda, sehingga **nilai g menjadi negatif (-g)**.

Rumus-rumus untuk Gerak Lurus Ke Atas :

$$v_t = v_0 - g t$$

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

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

Dimana :

v_0 = kecepatan awal (m/s)

v_t = kecepatan akhir (m/s)

g = percepatan gravitasi

($9,8 \text{ m/s}^2$ atau $\sim 10 \text{ m/s}^2$)

y = ketinggian benda (m)

t = waktu (s)

Ketinggian maksimum benda yang bergerak lurus ke atas adalah :

$$y_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

Waktu yang dibutuhkan benda untuk mencapai titik tertinggi adalah :

$$t = \frac{v_0}{g}$$

Contoh soal

Gunung berapi aktif yang pertama diamati di luar Bumi ditemukan pada tahun 1979 yaitu di Io, salah satu bulan dari planet Jupiter. Gunung berapi itu diamati menyemburkan material pada ketinggian maksimum sekitar $2,00 \times 10^5$ m. Jika diketahui percepatan gravitasi pada Io adalah $1,80 \text{ m/s}^2$, Hitunglah kecepatan awal dari material yang disemburkan tersebut.

Penyelesaian :

Material bergerak lurus ke atas, diperlambat karena pengaruh gravitasi sampai akhirnya berhenti di ketinggian maksimum.

Misalkan arah naik sebagai arah positif, sehingga $a = -1,80 \text{ m/s}^2$.

Kecepatan pada ketinggian maksimum $v = 0$.

Maka, kecepatan awal material yang disemburkan tersebut adalah :

$$v_0 = \sqrt{v^2 - 2a\Delta x} = \sqrt{0^2 - 2(-1.80 \text{ m/s}^2)(2.00 \times 10^5 \text{ m})} = \boxed{849 \text{ m/s}}$$

Contoh Soal

Sebuah benda dilemparkan ke atas dengan kecepatan awal 20 m/s. Berapakah ketinggian benda tersebut saat kecepatannya menjadi 5 m/s? (dianggap $g = 10 \text{ m/s}^2$)

Penyelesaian :

Diketahui : $v_o = 20 \text{ m/s}$; $v_t = 5 \text{ m/s}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$

Jawab :

Waktu yang dibutuhkan benda dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}v_t &= v_o - g t \\5 &= 20 - 10 t \\10 t &= 20 - 5 \\t &= 15 / 10 \\t &= 1,5 \text{ s}\end{aligned}$$

Berarti ketinggian benda saat kecepatan 5 m/s adalah :

$$\begin{aligned}y &= v_o t - \frac{1}{2} g t^2 \\&= (20 \cdot 1,5) - (\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot (1,5)^2) \\&= 30 - (5 \cdot 2,25) \\&= 30 - 11,25 \\&= 18,75 \text{ m}\end{aligned}$$

Thank You