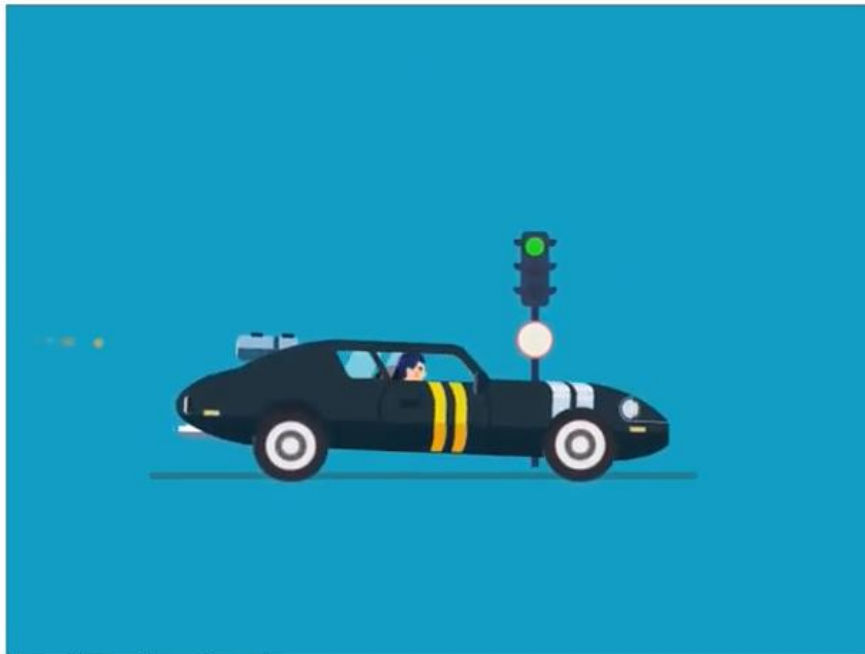


FISIKA DASAR

Kinematika 1 Dimensi
Besaran dan Gerak

Miftahul Djana, S.T., M.T

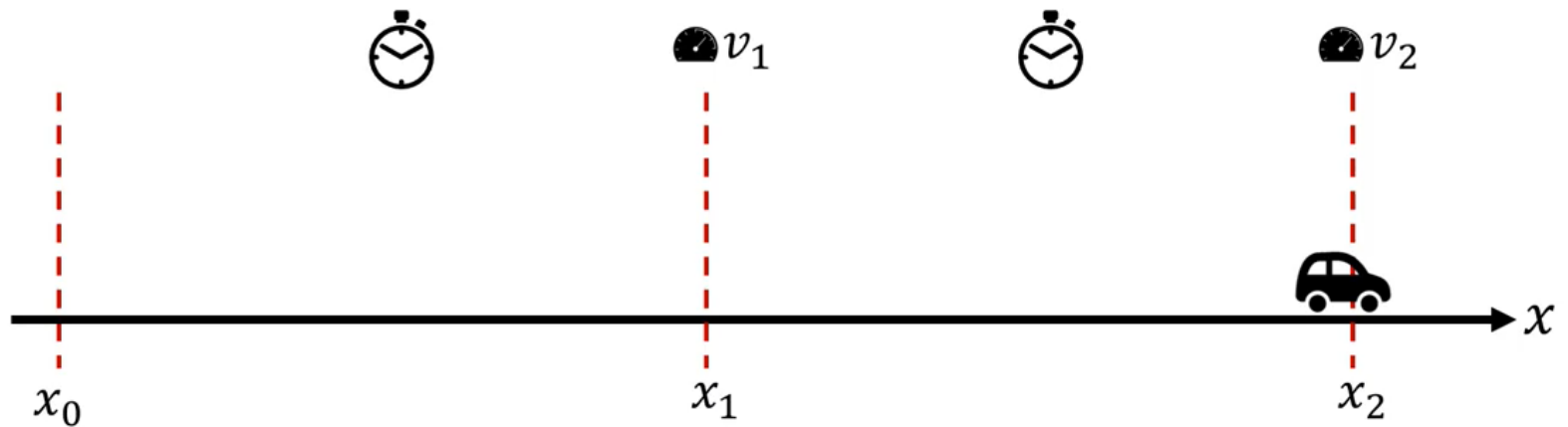
Pendahuluan



<http://www.lowgif.com/>



Besaran gerak



Posisi

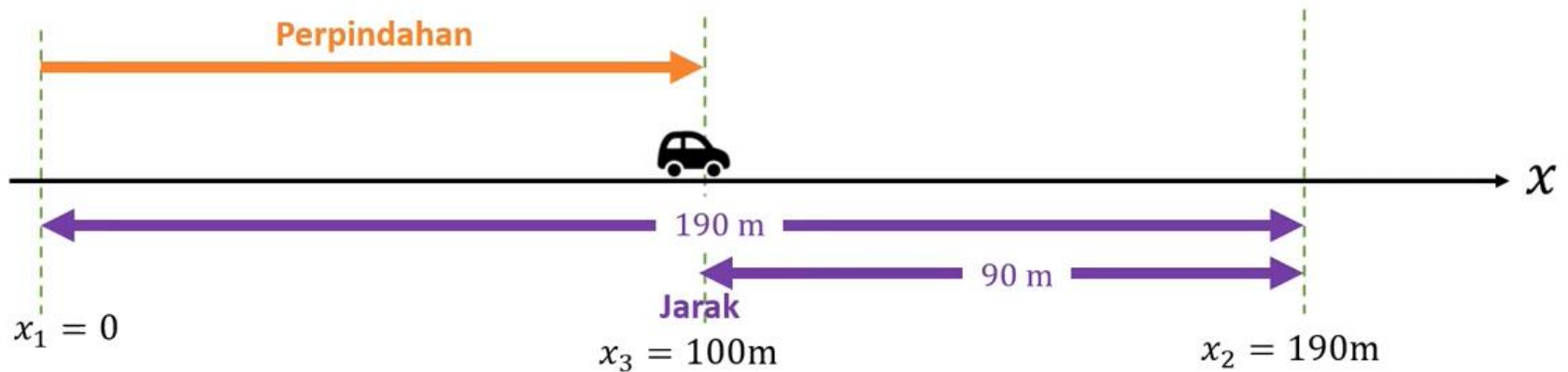
Jarak & Perpindahan

Kelajuan & Kecepatan

Percepatan



Posisi, jarak, dan perpindahan



Jarak (**distance**) (d) (garis ungu) mengukur seluruh jejak lintasan gerak tanpa memperhitungkan arah

$$d = d_{\text{maju}} + d_{\text{mundur}} = 190 \text{ m} + 90 \text{ m} = 280 \text{ m}$$

SKALAR

Perpindahan (**displacement**) (Δx) (garis jingga) mengukur perubahan posisi benda antara awal dan akhir tanpa memperhitungkan lintasan (hanya butuh data posisi awal dan akhir)

$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_{\text{akhir}} - \vec{x}_{\text{awal}} = (100\text{m})\hat{i} - 0 = (100\text{m})\hat{i}$$

VEKTOR

Ilustrasi kasus

Mungkinkah ketika suatu benda bergerak dengan jarak tertentu namun perpindahannya nol?

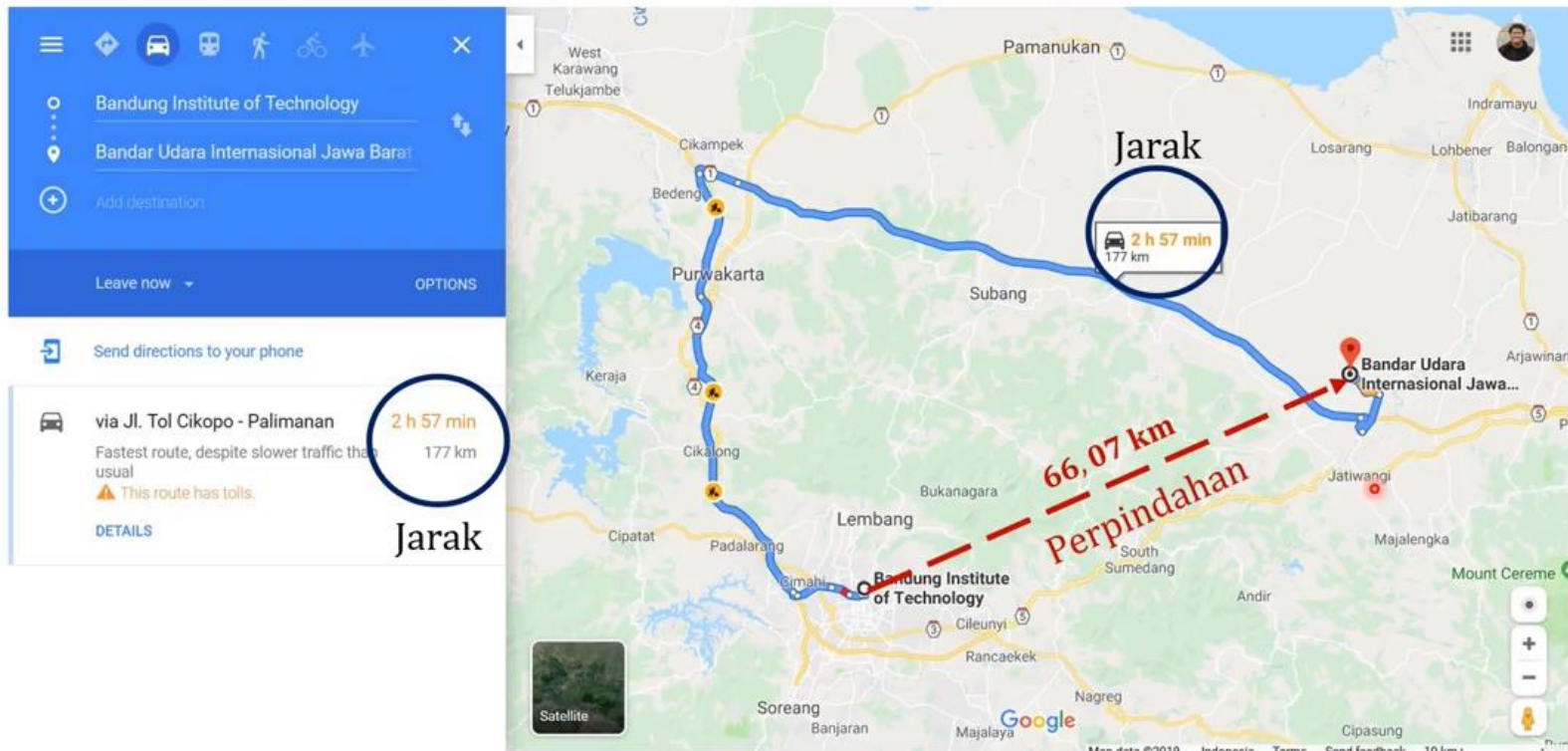


Saat terjadi *home run*, pemain berlari dengan **jarak tempuh 110 m**, namun **perpindahannya 0 m**

Jika benda bergerak dengan posisi awal dan akhir yang tepat sama, maka perpindahannya nol, namun jaraknya tidak nol.

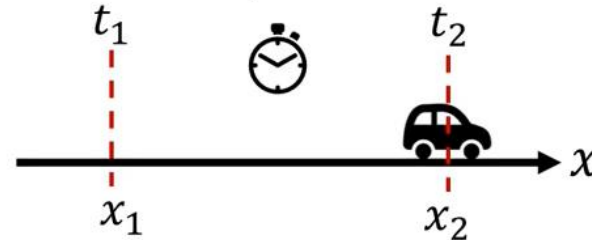


Ilustrasi kasus



Kelajuan dan kecepatan (rata-rata)

Seberapa cepatkah suatu benda bergerak?



Kelajuan rata-rata, u_{avg} , $\langle u \rangle$

seberapa jauh jarak tempuh benda dalam suatu selang waktu

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

$$u_{avg} = \langle u \rangle = \frac{d}{t_2 - t_1} = \frac{d}{\Delta t}$$

SKALAR

Kecepatan rata-rata (v_{avg}), $\langle v \rangle$

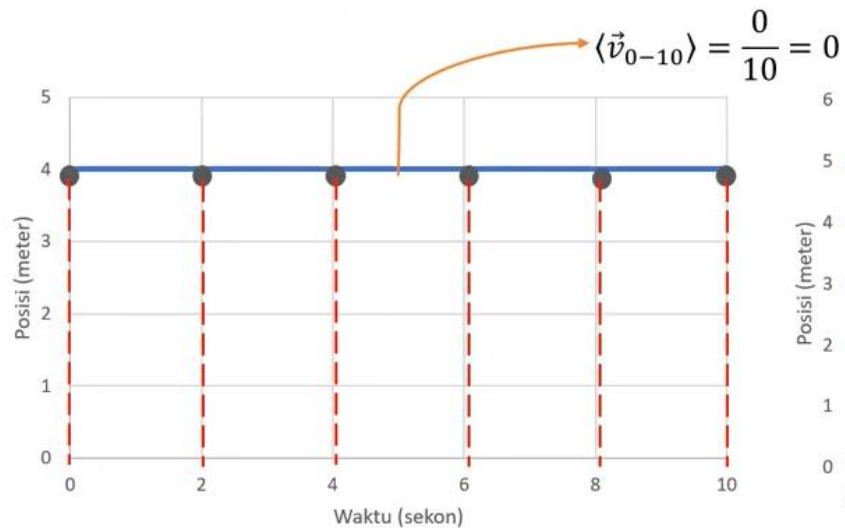
seberapa jauh perpindahan benda dalam suatu selang waktu

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

$$\vec{v}_{avg} = \langle \vec{v} \rangle = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

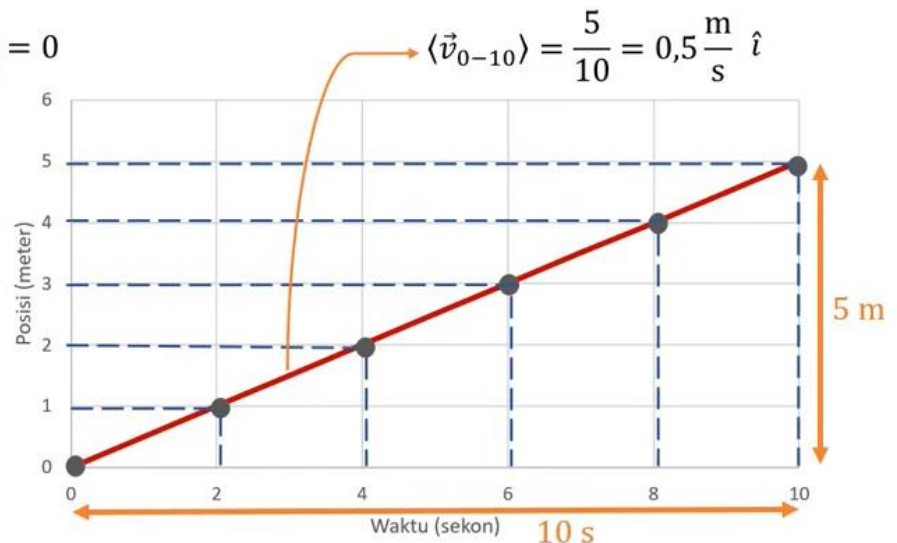
VEKTOR

Analisis grafik $x - t$



Pada selang waktu 0 – 10s, posisi benda tidak berubah:

Benda diam



Pada selang waktu 0 – 10s, posisi berubah:

Benda bergerak

Menentukan kecepatan rata-rata dari grafik $x - t$:

Perbandingan panjang sumbu tegak dan mendatar

Kecepatan dan kelajuan (sesaat)

Seberapa cepatkah mobil bergerak tepat saat melintas di hadapan kita?



Kecepatan sesaat, “kecepatan”, ($\vec{v}$)

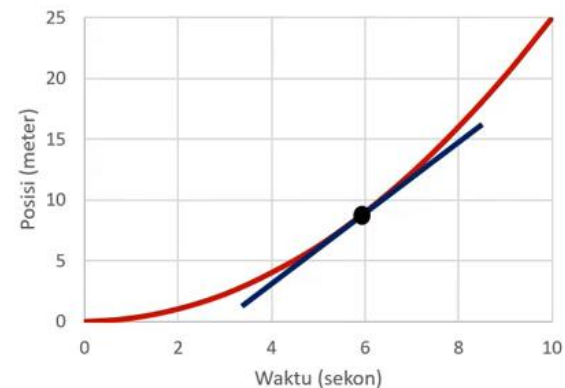
seberapa jauh perpindahan benda dalam suatu selang waktu yang sangat sempit, $\Delta t \rightarrow 0$

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

Kelajuan sesaat, “kelajuan”, (v)

Merupakan besar dari kecepatan sesaat

$$v = |\vec{v}|$$



Percepatan

Bagaimana jika mobil awalnya diam kemudian bergerak semakin cepat seiring waktu?

Percepatan rata-rata ($\vec{a}_{\text{avg}}$), $\langle \vec{a} \rangle$
perubahan kecepatan benda dalam suatu selang waktu

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

$$\vec{a}_{\text{avg}} = \langle \vec{a} \rangle = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

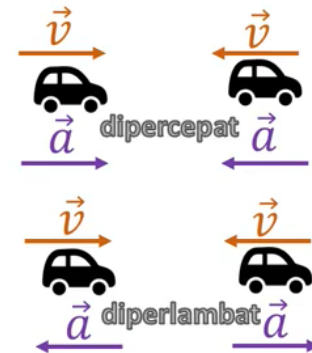
Kapan benda disebut dipercepat? Kapan pula disebut diperlambat?

Jika arah kecepatan dan percepatan sama, maka benda dipercepat

Jika arah kecepatan dan percepatan saling berlawanan, maka benda diperlambat

Percepatan sesaat, “percepatan”, $\vec{a}$
perubahan kecepatan benda

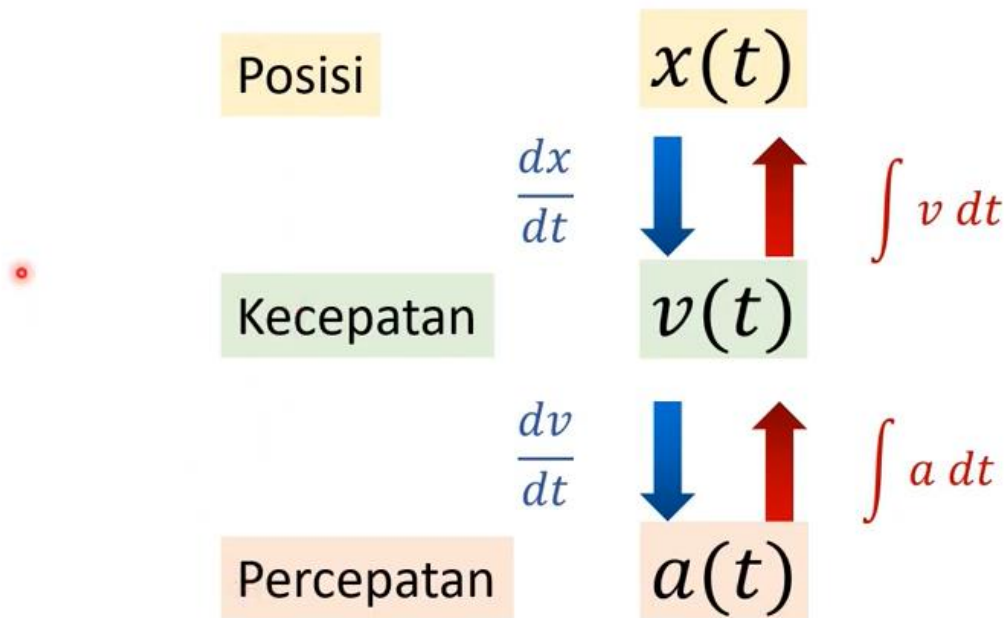
$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$



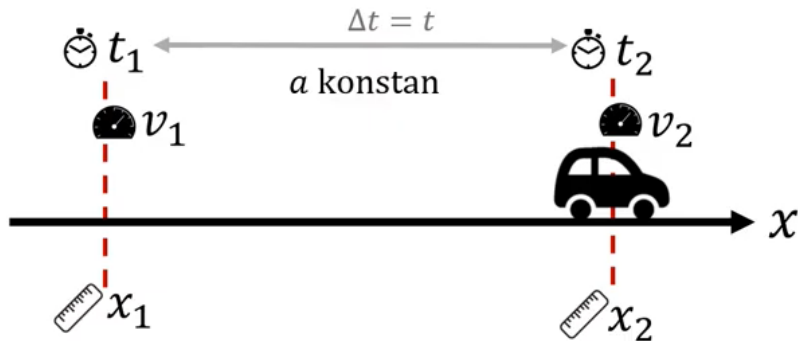
KINEMATIKA 1 DIMENSI

PERSAMAAN KINEMATIKA 1D

Resume besaran gerak



Persamaan gerak 1D dengan percepatan konstan



x_1 : posisi awal (m)
 x_2 : posisi akhir (m)
 t_1 : waktu ketika di posisi awal (s)
 t_2 : waktu ketika di posisi akhir (s)
 v_1 : kecepatan ketika di posisi awal (m/s)
 v_2 : kecepatan ketika di posisi akhir (m/s)
 a : percepatan (m/s^2)

Kembali ke definisi percepatan rata-rata:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \quad \Leftrightarrow v_2 - v_1 = a(t_2 - t_1) \quad \Leftrightarrow v_2 - v_1 = a\Delta t$$

$$x_2 - x_1 = \int_{t_1}^{t_2} v dt = \int_{t_1}^{t_2} (v_1 + at) dt = v_1 \Delta t + \frac{1}{2} a \Delta t^2$$

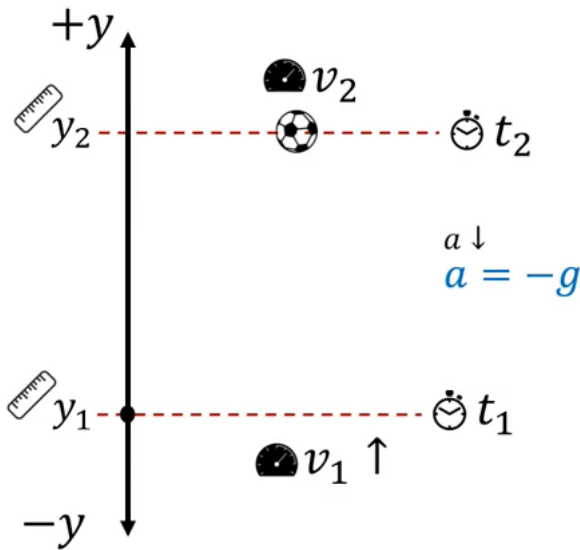
Eliminasi t dari kedua persamaan di atas, maka diperoleh

$$v_2 = v_1 + at$$

$$x_2 = x_1 + v_1 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$v_2^2 = v_1^2 + 2a\Delta x$$

Gerak vertikal



Pada gerak vertikal, percepatan yang berlaku adalah percepatan gravitasi (g)

Arahnya menuju pusat bumi (**ke arah sumbu y negatif**)

Di sekitar permukaan bumi besarnya $g \approx 9,87 \text{ m/s}^2 \cong 10 \text{ m/s}^2$

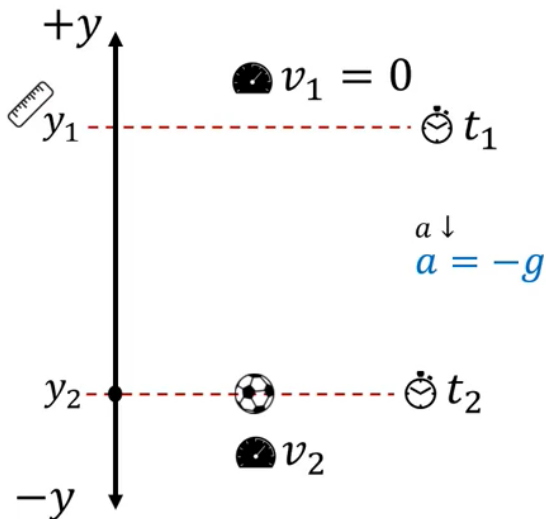
Dengan memanfaatkan persamaan sebelumnya:

$$v_2 = v_1 - gt$$

$$y_2 = y_1 + v_1 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_2^2 = v_1^2 - 2g\Delta y$$

Gerak jatuh bebas



Jika dari suatu posisi dengan ketinggian tertentu benda “dijatuhkan”, “dilepas”, “bergerak tanpa kecepatan awal” maka benda mengalami **gerak jatuh bebas**.

Kecepatan awal $v_1 = 0$, implikasinya pada persamaan gerak:

$$v_2 = 0 - gt$$

$$y_2 = y_1 + 0 - \frac{1}{2}gt^2$$

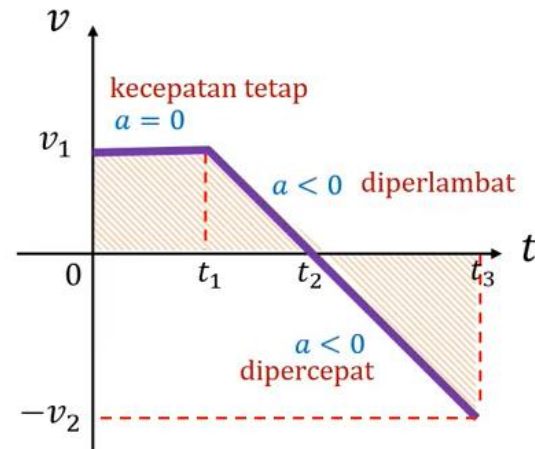
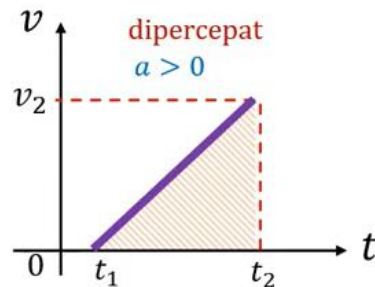
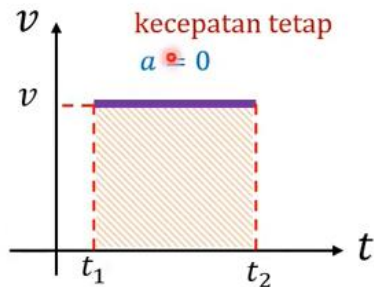
$$v_2^2 = 0 - 2g\Delta y$$

$$v_2 = -gt$$

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

$$u_2 = \sqrt{2g\Delta y}$$

Analisis grafik $v - t$



Menentukan percepatan rata-rata dan sesaat

Kemiringan kurva menggambarkan percepatan

Menentukan jarak tempuh dan perpindahan

$$\int_{t_1}^{t_2} v dt = \text{luas daerah yang diapit oleh kurva dengan sumbu horizontal}$$

perpindahan: tanda negatif diperhitungkan

jarak tempuh: tanda negatif diabaikan

KINEMATIKA 1 DIMENSI

Latihan Soal

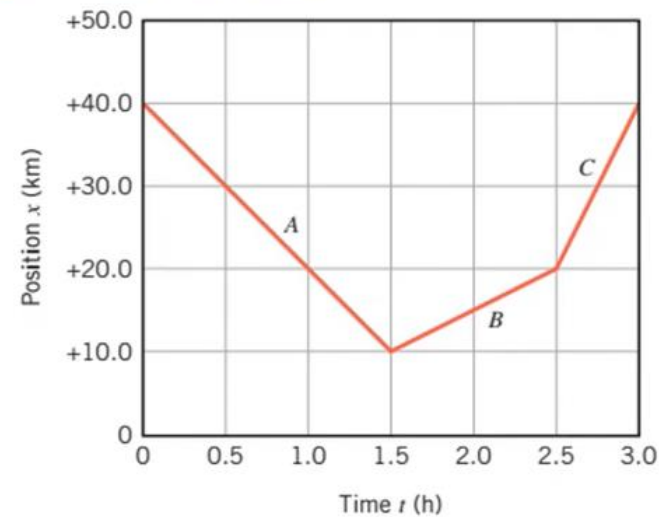
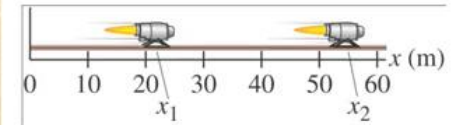
Contoh 1

Speed gun yang digunakan di jalan tol telah melewati proses kalibrasi. Hal ini diperlukan untuk memastikan kelajuan kendaraan di tol dapat dicatat dengan tepat.

Pada proses kalibrasi, digunakan mesin jet pada trek lurus. Jet tersebut bergerak dengan mengikuti grafik sebagai berikut.

Tentukan besar dan arah kecepatan rata-rata jet pada selang waktu berikut:

- a. $0,0 - 1,5$ jam
- b. $1,5 - 2,5$ jam
- c. $2,5 - 3,0$ jam

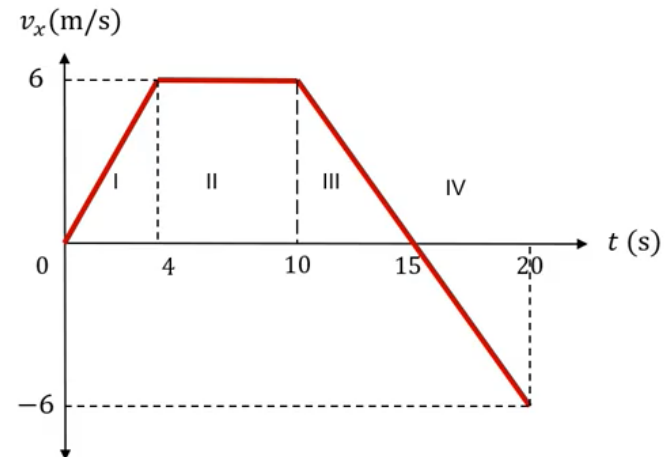


Contoh 2

Kecepatan dari sebuah kereta mainan di atas *track* lurus sepanjang sumbu x digambarkan untuk 4 interval waktu (I, II, III, IV).

Jika posisinya pada $t = 0$ adalah nol, tentukan:

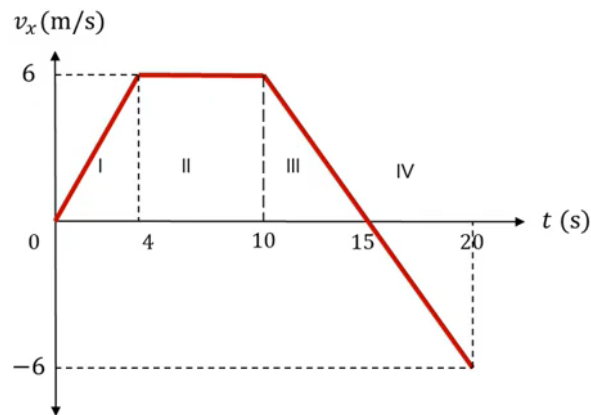
- percepatan rata-rata untuk masing-masing interval beserta jenis gerakanya (kecepatan tetap/dipercepat/diperlambat)
- jarak dan perpindahan yang ditempuh selama 20 s pertama,
- kecepatan rata-rata selama 20 s pertama.



Kecepatan dari sebuah kereta mainan di atas *track* lurus sepanjang sumbu x digambarkan untuk 4 interval waktu (I, II, III, IV).

Jika posisinya pada $t = 0$ adalah nol, tentukan:

- percepatan rata-rata untuk masing-masing interval beserta jenis gerakanya (kecepatan tetap/dipercepat/diperlambat)
- jarak dan perpindahan yang ditempuh selama 20 s pertama,
- kecepatan rata-rata selama 20 s pertama.



Contoh 3

Uji waktu reaksi (reaction-time test)

Salah satu metode sederhana untuk menguji kecepatan reaksi tangan atlet (misal: penjaga gawang sepakbola, pembalap F1, dll) adalah dengan cara penguji menjatuhkan dua buah bola untuk kemudian ditangkap oleh atlet seperti pada ilustrasi di samping. Terdapat dua buah bola yang akan dijatuhkan, yaitu bola 1 dan 2. Ketinggian awal kedua bola dari lantai adalah 1,75 m. Pada $t = 0$, kedua bola dilepaskan secara bersamaan. Bola 1 berhasil ditangkap oleh tangan kanan tepat selama 0,4 detik setelah dilepaskan. Namun bola 2 tidak berhasil ditangkap oleh tangan kiri. Percepatan gravitasi di tempat tersebut adalah 10 m/s^2

Tentukan:

- (a) Berapa jarak antara tangan kanan atlet dengan posisi awal bola saat tepat saat ia menangkap bola 1?
- (b) Berapa kecepatan bola 1 tepat sebelum menyentuh tangan kanan atlet?
- (c) Berapa kelajuan bola 2 tepat sebelum menumbuk lantai?
- (d) Berapa waktu tempuh bola 2 sejak dilepaskan hingga menumbuk lantai?



IU Health

Uji waktu reaksi (reaction-time test)

Salah satu metode sederhana untuk menguji kecepatan reaksi tangan atlet (misal: penjaga gawang sepakbola, pembalap F1, dll) adalah dengan cara pengujian menjatuhkan dua buah bola untuk kemudian ditangkap oleh atlet seperti pada ilustrasi di samping. Terdapat dua buah bola yang akan dijatuhkan, yaitu bola 1 dan 2. **Ketinggian awal kedua bola dari lantai adalah 1,75 m.** Pada $t = 0$, **kedua bola dilepaskan secara bersamaan. Bola 1 berhasil ditangkap oleh tangan kanan tepat selama 0,4 detik setelah dilepaskan.** Namun **bola 2 tidak berhasil ditangkap oleh tangan kiri.** Percepatan gravitasi di tempat tersebut adalah 10 m/s^2

Tentukan:

- (a) Berapa jarak antara tangan kanan atlet dengan posisi awal bola saat tepat saat ia menangkap bola 1?
- (b) Berapa kecepatan bola 1 tepat sebelum menyentuh tangan kanan atlet?
- (c) Berapa kelajuan bola 2 tepat sebelum menumbuk lantai?
- (d) Berapa waktu tempuh bola 2 sejak dilepaskan hingga menumbuk lantai?



TERIMA KASIH

