

Kinematika

Hoga saragih

BAB II

Penggambaran Gerak Kinematika Dalam Satu Dimensi

- Mempelajari tentang gerak benda, konsep-konsep gaya dan energi yang berhubungan serta membentuk suatu bidang yang disebut **mekanika**.

Dua Macam Mekanika

- **Mekanika** dibagi menjadi 2 bagian yaitu :
 - **Kinematika** yaitu mempelajari tentang bagaimana benda bergerak.
 - **Dinamika** yaitu mempelajari tentang bagaimana menangani masalah gaya dan menjelaskan mengapa benda bergerak sedemikian rupa.

Kinematika

- Mempelajari tentang gerak benda tanpa memperhitungkan penyebab gerak atau perubahan gerak.
- Pengertian dasar dari kinematika benda titik adalah pengertian lintasan hasil pengamatan gerak
- Keadaan gerak ditentukan oleh data dari posisi (letak) pada setiap saat

Gerak yang dipelajari

- Gerak 1 dimensi → lintasan berbentuk garis lurus
 - *Gerak lurus beraturan (GLB)*
 - *Gerak lurus berubah beraturan (GLBB)*
 - *Gerak lurus berubah tidak beraturan*
- Gerak 2 dimensi → lintasan berada dalam sebuah bidang datar
 - *Gerak melingkar*
 - *Gerak parabola*
- Gerak 3 dimensi → lintasan berada dalam ruang (tidak dibahas)
- Gerak Relatif

Besaran fisika dalam studi Kinematika

- Perpindahan (displacement)
- Kecepatan (velocity)
- Percepatan (acceleration)

Perpindahan

- Perpindahan (displacement) $\rightarrow \Delta \vec{r}$
 - letak sebuah titik \rightarrow vektor posisi, yaitu vektor yang dibuat dari titik acuan ke arah titik tersebut $\rightarrow \vec{r}$
 - 2D $\rightarrow \vec{r} = \vec{x}\hat{i} + \vec{y}\hat{j}$
 - 3D $\rightarrow \vec{r} = \vec{x}\hat{i} + \vec{y}\hat{j} + \vec{z}\hat{k}$
 - Perpindahan $\rightarrow \Delta \vec{r} = \vec{r}(t) - r_0$

Kerangka acuan dan perpindahan

- Pengukuran akan posisi, jarak, atau laju; harus dilakukan dengan mengacu kepada suatu kerangka acuan.
- Semua pengukuran, dibuat relatif terhadap suatu kerangka acuan.
- Ketika menspesifikasikan gerak suatu benda, adalah penting untuk tidak hanya menyatakan laju tetapi juga arah gerak.

- Untuk gerak satu dimensi, sumbu x adalah garis horisontal, dimana gerakan tersebut terjadi.
- Kita perlu membedakan antara jarak yang ditempuh sebuah benda dan perpindahannya.

- Perpindahan adalah seberapa jauh jarak benda tersebut dari titik awalnya.
- Perpindahan adalah besaran yang memiliki besar dan arah. Besaran seperti itu disebut vektor, dan dinyatakan dengan tanda panah

Kecepatan (velocity)

- Kecepatan (velocity)
 - Kecepatan rata-rata

$$\vec{v}_{\text{avg}} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

- Kecepatan sesaat

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

Kecepatan Rata- Rata

- Istilah laju menyatakan seberapa jauh sebuah benda berjalan dalam selang waktu tertentu.
- Laju rata-rata sebuah benda didefinisikan sebagai jarak yang ditempuh sepanjang lintasannya, dibagi waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak tersebut.

- Kecepatan digunakan untuk menyatakan baik baik besar (nilai numerik) mengenai seberapa cepat sebuah benda bergerak maupun arah gerakannya. Dengan demikian, kecepatan adalah sebuah vektor.
- Ada perbedaan kedua antara laju dan kecepatan: yaitu, kecepatan rata-rata, didefinisikan dalam hubungannya dengan perpindahan, dan bukan dalam jarak total yang ditempuh.

- Sebuah benda memerlukan waktu untuk melakukan pergeseran
- **Kecepatan rerata** = laju saat terjadi pergeseran

$$\vec{v}_{rerata} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_1 - \vec{x}_0}{\Delta t}$$

- Arahnya sama dengan arah pergeseran (Δt selalu positif).
- Kecepatan rata-rata, yang didefinisikan sebagai perpindahan dibagi waktu yang diperlukan.

Kecepatan Sesaat

- Jika anda mengendarai mobil sepanjang jalan lurus sejauh 150 km dalam 2 jam, besar kecepatan rata-rata anda adalah 75 km/jam. Walaupun demikian, tidak mungkin anda mengendarai mobil tersebut tepat 75 km/jam setiap saat.
- Kecepatan sesaat, merupakan kecepatan pada suatu waktu (kecepatan inilah yang seharusnya ditunjukkan speedometer).

- Jika sebuah benda bergerak dengan kecepatan beraturan (konstan) selama selang waktu tertentu, maka kecepatan sesaatnya pada tiap waktu sama dengan kecepatan rata-ratanya. Tetapi pada umumnya hal ini tidak terjadi.

Kecepatan Sesaat

- **Kecepatan sesaat** didefinisikan sebagai **limit kecepatan rata-rata** dengan interval waktu mendekati nol

$$\vec{v}_{inst} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{x}_1 - \vec{x}_0}{\Delta t}$$

- Kecepatan sesaat menggambarkan yang terjadi pada setiap titik waktu

Kecepatan Sesaat

- Kecepatan sesaat didefinisikan sebagai limit kecepatan rerata dengan interval waktu mendekati nol, dengan notasi diferensial

Limit

$$\vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt}$$

- Gerak lurus (1 dimensi) →
(tanda vektor tidak diperlukan!)
- Kecepatan sesaat menggambarkan yang terjadi pada setiap titik waktu

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

Percepatan

- Benda yang kecepataannya berubah dikatakan mengalami percepatan. Sebuah mobil yang besar kecepataannya naik dari 0 sampai 80 km/jam berarti dipercepat.

Percepatan (acceleration)

- Percepatan (acceleration)
 - Percepatan rata-rata

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

- Percepatan sesaat

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

Percepatan Rata-Rata

- Adanya perubahan kecepatan menandakan adanya percepatan
- Percepatan rerata adalah laju perubahan percepatan

$$\vec{a}_{rata-rata} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_1 - \vec{v}_0}{\Delta t}$$

- Percepatan rerata adalah besaran vektor

- Jika **tanda** untuk **kecepatan** dan **percepatan** adalah **sama** (positif atau negatif), maka **kelajuan meningkat**
- Jika **tanda** untuk **kecepatan** dan **percepatan** adalah **berlawanan**, maka **kelajuan turun**

Percepatan Sesaat

- Percepatan sesaat adalah limit dari percepatan rerata untuk selang waktu mendekati nol

$$\vec{a}_{inst} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{v}_1 - \vec{v}_0}{\Delta t}$$

- Ketika percepatan sesaat selalu sama, percepatan disebut seragam
 - Percepatan sesaat sama dengan percepatan rata-rata

Gerak Dengan Percepatan Konstan

- Percepatan konstan adalah percepatan yang tidak berubah terhadap waktu.
- Situasi di mana besar percepatan konstan dan bergerak melalui garis lurus disebut gerak lurus berubah beraturan.

Gerak Lurus Berubah Beraturan

- Gerak benda titik dengan lintasan berbentuk garis lurus dengan jarak yang ditempuh tiap satu satuan waktu tidak sama besar, sedangkan arah gerak tetap.

$$r(t) = r_o(t) + v_o t + \frac{1}{2} a t^2$$

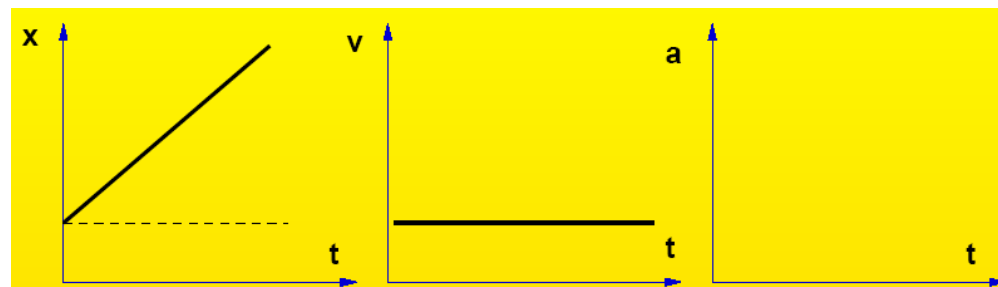
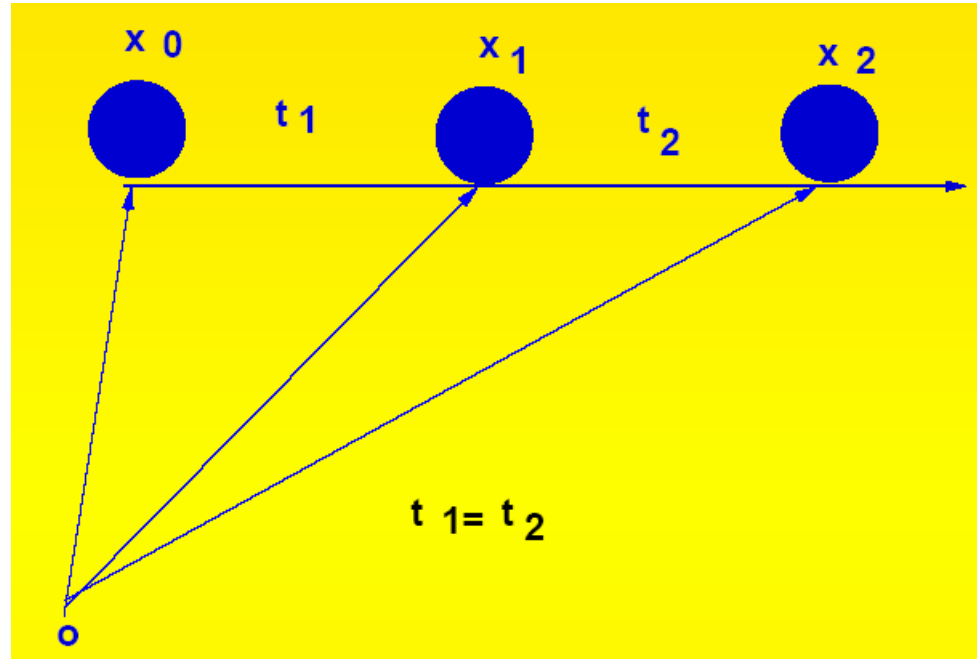
Gerak Lurus Beraturan

- Gerak benda titik dengan lintasan berbentuk garis lurus dengan jarak yang ditempuh tiap satu satuan waktu sama

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = v(\text{tetap})$$

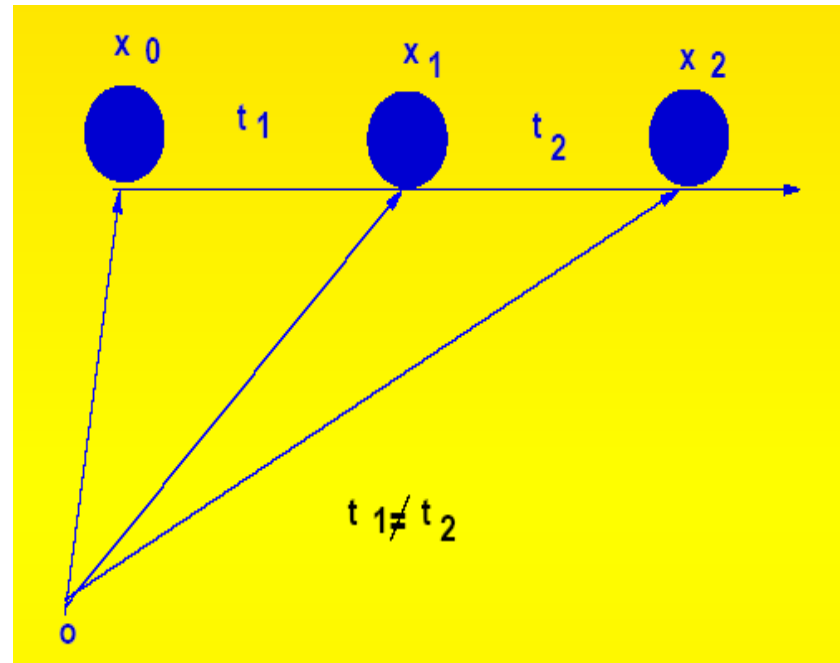
$$\vec{r}(t) = r_0 + vt$$

$$V_{\text{avg}} = V_{\text{ins}}$$



Grafik perpindahan, kecepatan dan percepatan

- Posisi benda



- Kecepatan benda

$$v(t) = v_o + a t$$

hogasaragih.

$$v(t)^2 = v_o^2 + 2 a r$$

Benda-Benda Jatuh

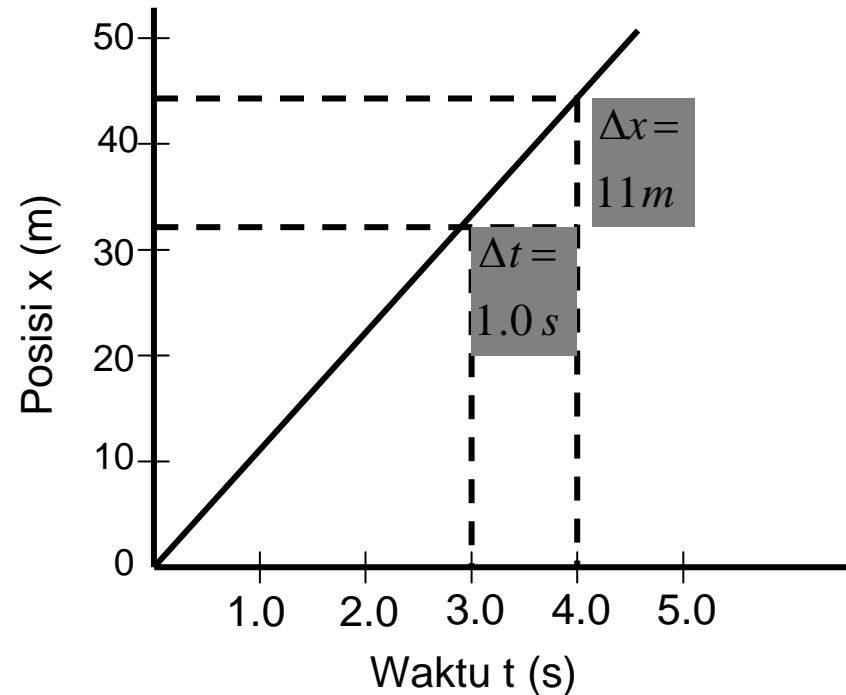
- Salah satu contoh yang paling umum mengenai gerak lurus berubah beraturan adalah benda yang dibiarkan jatuh bebas dengan jarak yang tidak jauh dari permukaan tanah
- Orang dulu percaya bahwa : benda yang lebih berat jatuh lebih cepat dari benda yang lebih ringan dan bahwa laju jatuhnya benda tersebut sebanding dengan berat benda itu.

- Untuk jatuh bebas, Galileo mendalilkan bahwa semua benda akan jatuh dengan percepatan konstan yang sama jika tidak ada udara atau hambatan lainnya.
- Galileo menyatakan untuk sebuah benda yang jatuh dari keadaan diam, jarak yang ditempuh akan sebanding dengan kuadrat waktu

- Percepatan yang dimaksudkan dalam gerak jatuh bebas ini adalah percepatan yang disebabkan oleh gaya gravitasi yang ada di bumi.
- Percepatan ini mempunyai nilai mutlak yaitu $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ dan biasanya orang menggunakan nilai 10 m/s^2 dalam memudahkan perhitungan.

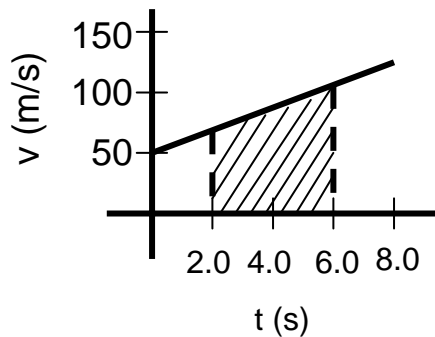
- Nilai g mempunyai nilai yang berbeda-beda di setiap tempat. Hal ini disebabkan karena g bergantung pada ketinggian suatu tempat diukur dari permukaan laut.
- Sebagai contoh:
 - Di garis khatulistiwa, nilai $g = 9.78 \text{ m/s}^2$
 - Di kutub utara, nilai $g = 9.83 \text{ m/s}^2$

- Grafik posisi vs. waktu untuk sebuah benda yang bergerak dengan kecepatan beraturan sebesar 11 m/s^2 .



$$\text{Kemiringan} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \text{kecepatan rata-rata}$$

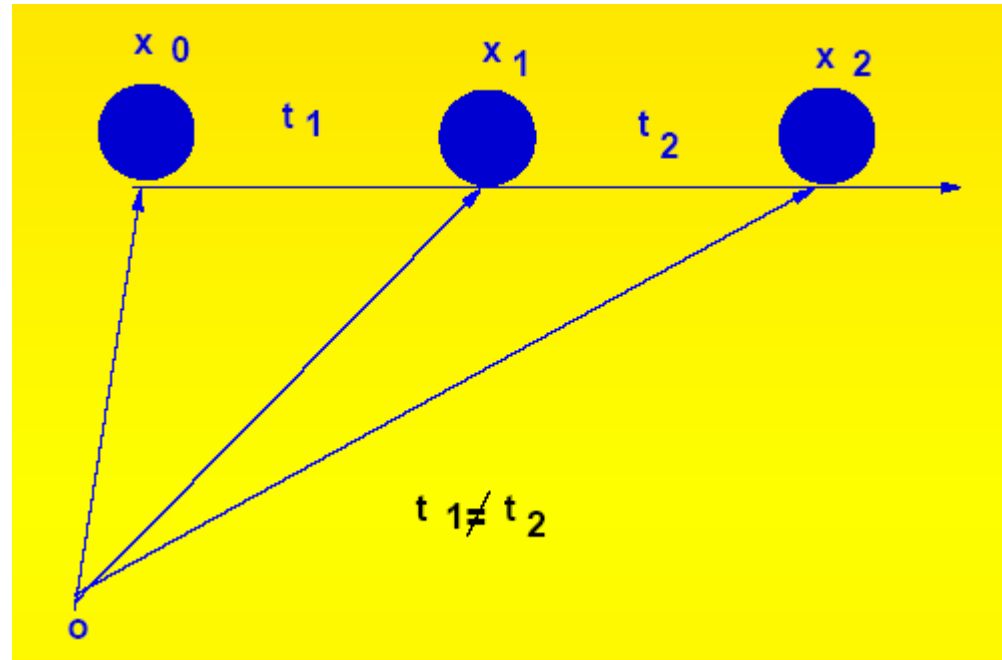
- Perpindahan total antara dua waktu sama dengan luas daerah di bawah grafik v vs t antara kedua waktu ini.



Daerah yang diarsir menunjukkan perpindahan selama selang waktu $t = 2.0$ s sampai $t = 6.0$ s.

Gerak Lurus Berubah Beraturan

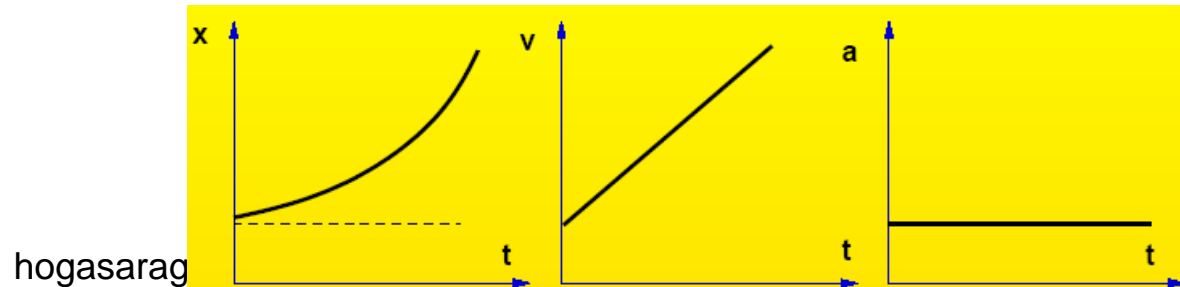
- Gerak benda titik dengan lintasan berbentuk garis lurus dengan jarak yang ditempuh tiap satu satuan waktu tidak sama besar, sedangkan arah gerak tetap.
- Posisi benda



$$r(t) = r_o(t) + v_o t + \frac{1}{2} a t^2$$

- Kecepatan benda

$$v(t) = v_o + a t$$
$$v(t)^2 = v_o^2 + 2 a r$$



Grafik perpindahan, kecepatan dan percepatan