

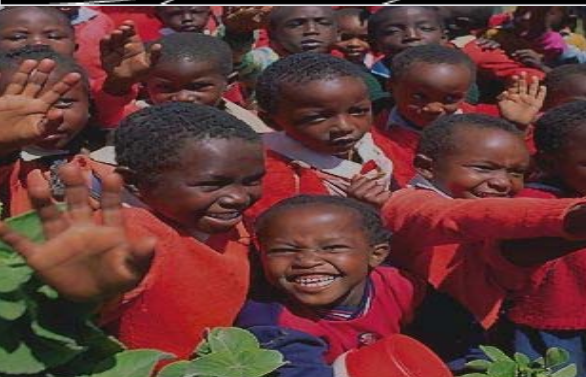
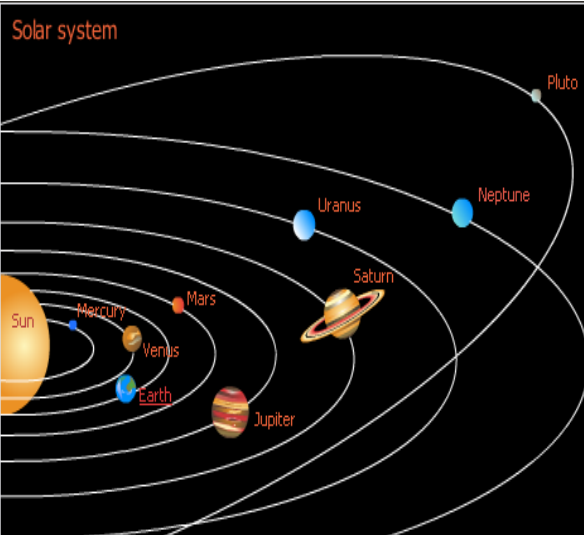


KINEMATIKA



STAF PENGAJAR FISIKA IPB

KINEMATIKA



- Mempelajari gerak sebagai fungsi dari waktu tanpa mempedulikan penyebabnya
- Manfaat
 - Perancangan suatu gerak:
 - Jadwal kereta, pesawat terbang, dll
 - Jadwal pits stop pada balapan F1, pengaturan lalu lintas
 - Untuk memprediksi terjadinya suatu peristiwa
 - Gerhana bulan, gerhana matahari, awal bulan puasa
 - Model (analogi) bagi fenomena lain di luar ruang lingkup fisika.
 - Pertumbuhan tanaman, pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi dll.

KINEMATIKA (lanjutan)



Analogi kinematika pada bidang lain:

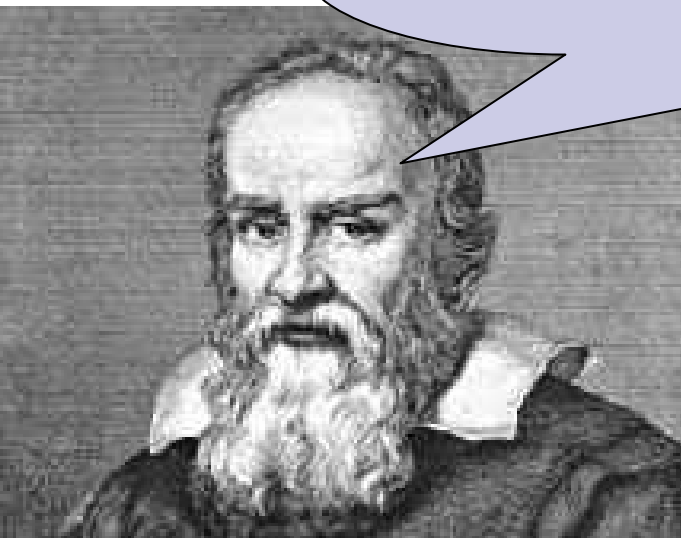
- Sebuah bus melintasi motor patroli yang sedang diam dengan ugal-ugalan di sebuah jalan dengan kelajuan 80 km/jam . Segera motor patroli ini mengejar bus tersebut. Tentukan percepatan mobil patroli agar bus bisa tersusul dalam selang waktu 5 menit.
- Jumlah penduduk Indonesia sekitar 220 juta dengan pertumbuhan 5% pertahun. Produksi gula dalam negeri hanya dapat memenuhi 70% dari kebutuhan dalam negeri. Tentukan pertumbuhan produksi gula dalam negeri agar dalam jangka waktu 3 tahun dapat terpenuhi swasembada gula

Kedua persoalan itu setara.



TUJUAN INSTRUKSIONAL

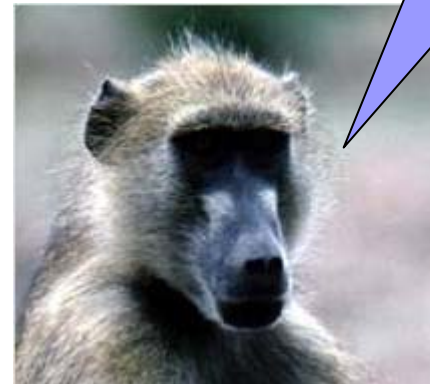
Setelah mengikuti pertemuan kedua ini mahasiswa dapat menentukan besaran, besaran kinematika, yaitu posisi, kecepatan, percepatan, dan waktu untuk gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan.



KELAJUAN

- Kelajuan dan kecepatan adalah dua kata yang sering tertukar.
- Kelajuan berkaitan dengan panjang lintasan yang ditempuh dalam interval waktu tertentu.
- Kelajuan merupakan besaran skalar
- Contoh: sebuah bis menempuh perjalanan dari Bandung ke Bogor yang panjang lintasannya 120 km dalam waktu 4 jam. Maka “laju rata-rata” bis tersebut adalah 30 km/jam.

$$v = D / t$$



Contoh 1

- Sebuah mobil menempuh jarak 60 km pertama dalam 2 jam dan 60 km berikutnya dalam 3 jam. Maka kelajuan rata-rata mobil tersebut adalah:
 - A. 25 km/jam
 - B. 24 km/jam
 - C. 23 km/jam
 - D. 22 km/jam
 - E. 21 km/jam

JAWAB : B

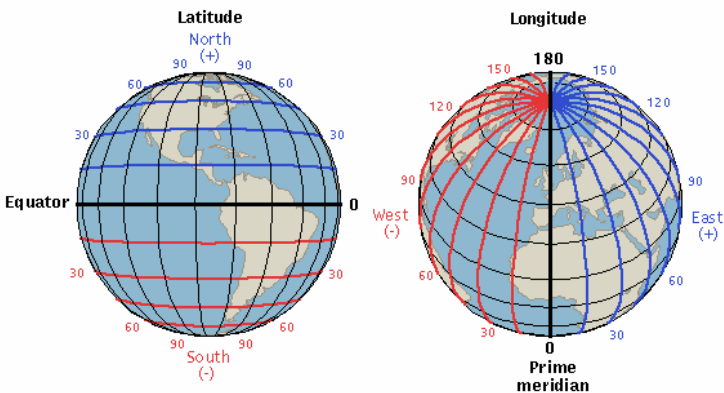
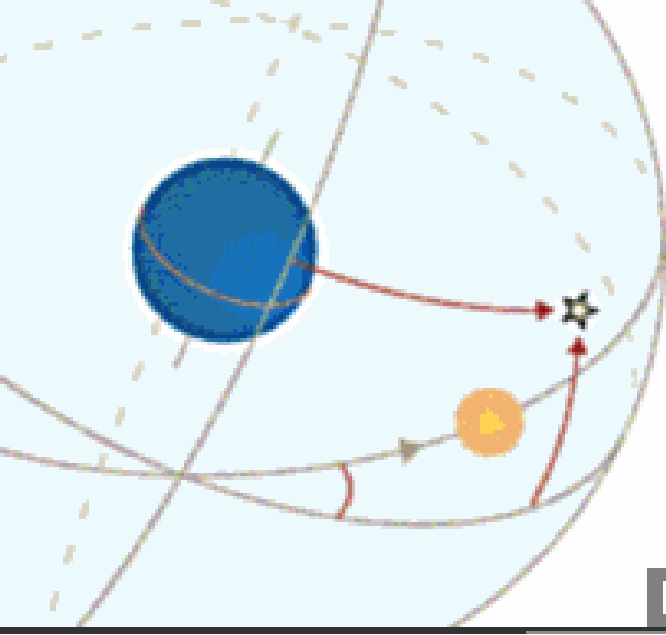
(Soal UTS Fisika TPB semester I tahun 2005/2006)

Contoh 2

- Seseorang mengendarai mobil dari Bogor ke Bandung menempuh jarak 120 km. 60 km pertama dilalui dengan kelajuan rata-rata 40 km/jam sedangkan 60 km kedua dengan kelajuan rata-rata 60 km/jam. Berapakah kelajuan rata-rata untuk seluruh perjalanan? Apakah 50 km/jam?

KERANGKA ACUAN

- Jika kita tanyakan pada dua mahasiswa berbeda di ruang ini “berapa jarak anda dari papan tulis”, maka kemungkinan kita mendapatkan jawaban yang berbeda. Hal ini karena kerangka acuan yang dipakai berbeda.
- Secara umum harga besaran-besaran fisis tergantung dari pemilihan kerangka acuan pengamat
- Dalam mempelajari kinematika (bagian fisika lainnya) kerangka acuan perlu ditetapkan untuk menghindari kesalahan sistematis yang terjadi karena pemakaian kerangka yang berbeda.



KERANGKA ACUAN (lanjutan)

- Dalam fisika biasanya dipakai suatu set sumbu koordinat untuk menggambarkan kerangka acuan yang dipakai
- Pemilihan kerangka acuan tergantung pada situasi.

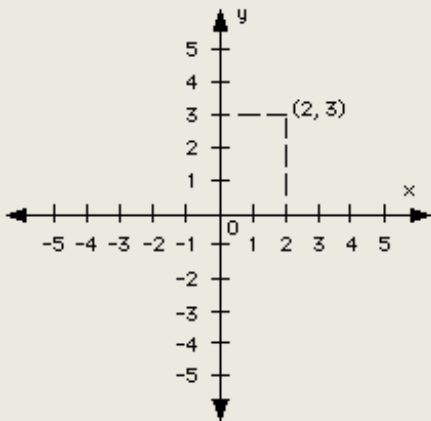


FIGURE 1
Two-Dimensional Cartesian Coordinates

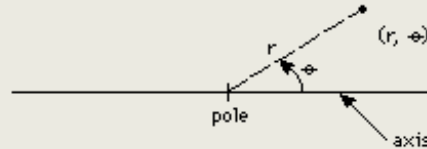


FIGURE 2
Polar Coordinates

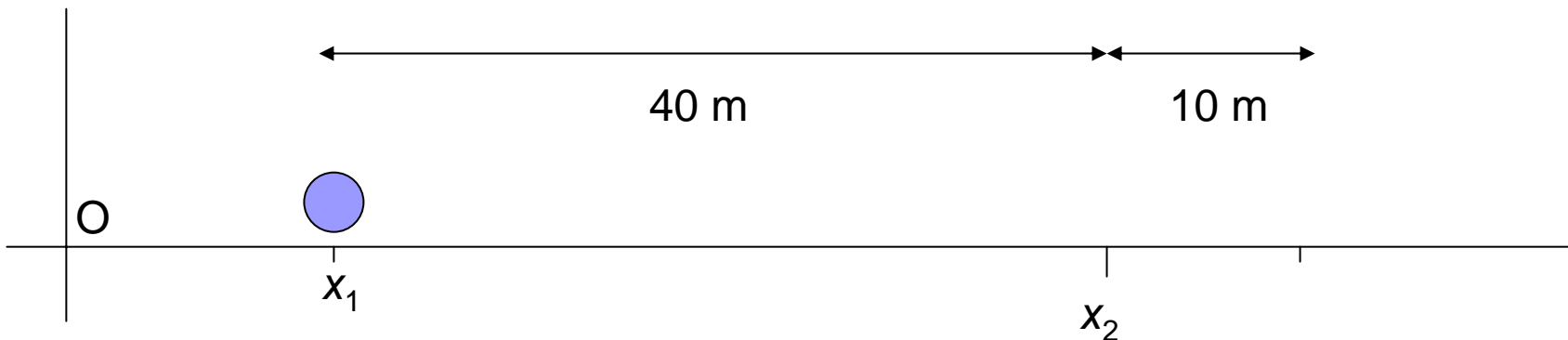
Dipilih yang memudahkan kita untuk menyelesaikan masalah:

Matahari: kerangka acuan untuk gerak planet

Inti: kerangka acuan untuk gerak elektron pada atom

PERPINDAHAN

- Perpindahan dan kecepatan merupakan besaran-besaran vektor
- Perpindahan didefinisikan sebagai perubahan posisi sebuah objek
- Contoh: perhatikan gerak benda A dari x_1 ke x_2 pada tayangan berikut ini:
- Panjang lintasan yang ditempuh:
- Perpindahan :



KECEPATAN

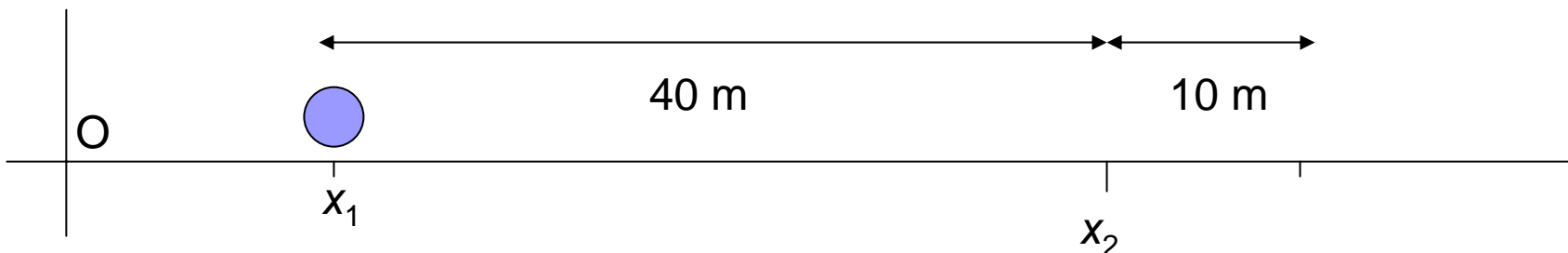
- Kecepatan didefinisikan sebagai perpindahan dibagi dengan waktu yang diperlukan untuk perpindahan tersebut

- Kecepatan rata-rata:

$$\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

- Jika pada contoh gerak tadi diperlukan waktu 10 sekon untuk berpindah dari x_1 ke x_2 :

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{40 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 4 \text{ m/s}$$



Contoh 3

Pada suatu lintasan lurus, seorang pelari menempuh jarak 100 m dalam 10 s, kemudian berbalik dan berjoging sejauh 50 m ke arah titik awal selama 20 s. Berapakah kelajuan rata-rata dan kecepatan rata-rata untuk seluruh perjalanannya?

GERAK LURUS BERATURAN

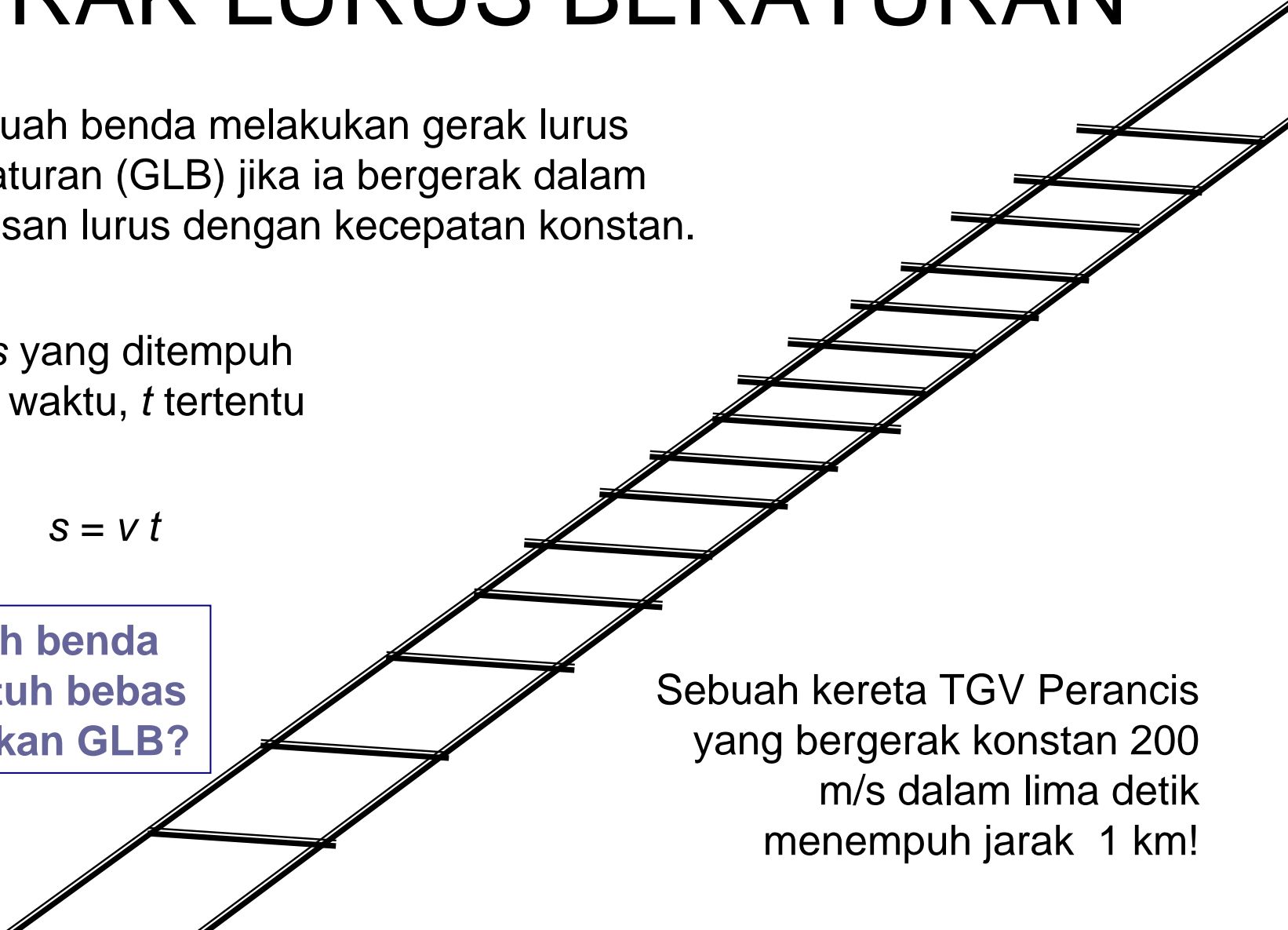
Sebuah benda melakukan gerak lurus beraturan (GLB) jika ia bergerak dalam lintasan lurus dengan kecepatan konstan.

Jarak, s yang ditempuh selama waktu, t tertentu adalah

$$s = v t$$

Apakah benda yang jatuh bebas merupakan GLB?

Sebuah kereta TGV Perancis yang bergerak konstan 200 m/s dalam lima detik menempuh jarak 1 km!



FORMULASI GLB

$$x_t = x_0 + vt$$

t : waktu (berubah)

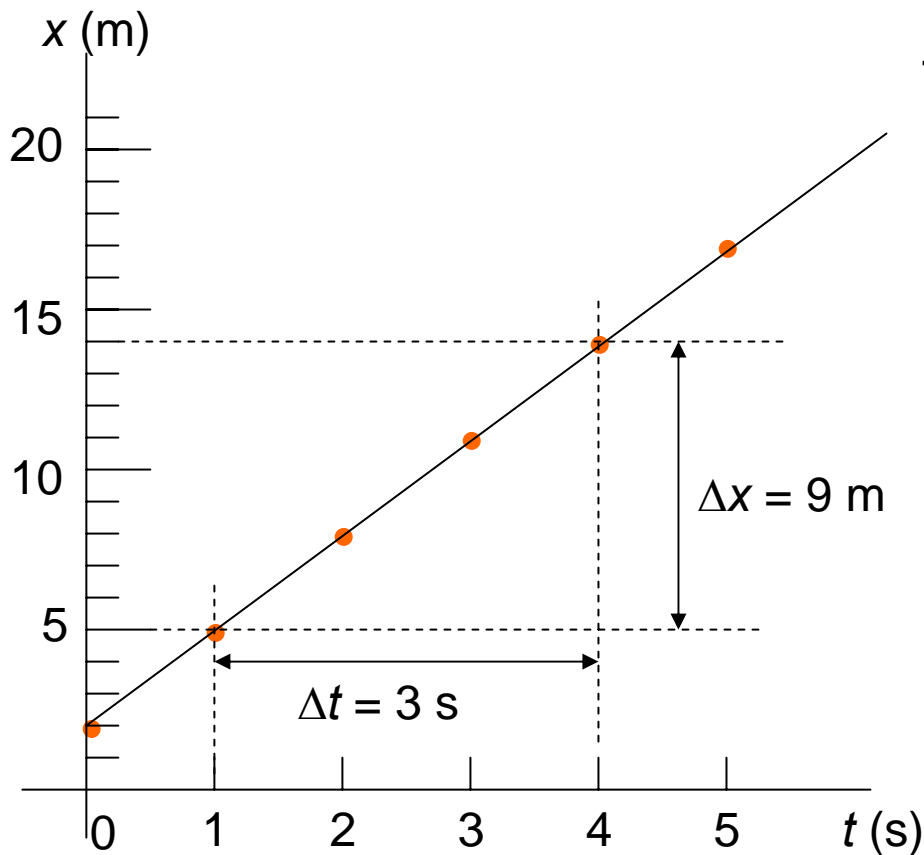
x_0 : posisi awal (tidak berubah)

v : kecepatan (tidak berubah besar maupun arahnya)

x_t : posisi pada saat t (berubah bergantung waktu)

Kurva x vs t untuk GLB

Waktu (s)	0	1	2	3	4	5
Posisi (m)	2	5	8	11	14	17



Tinjau gerak dari $t=1$ sampai $t=4$

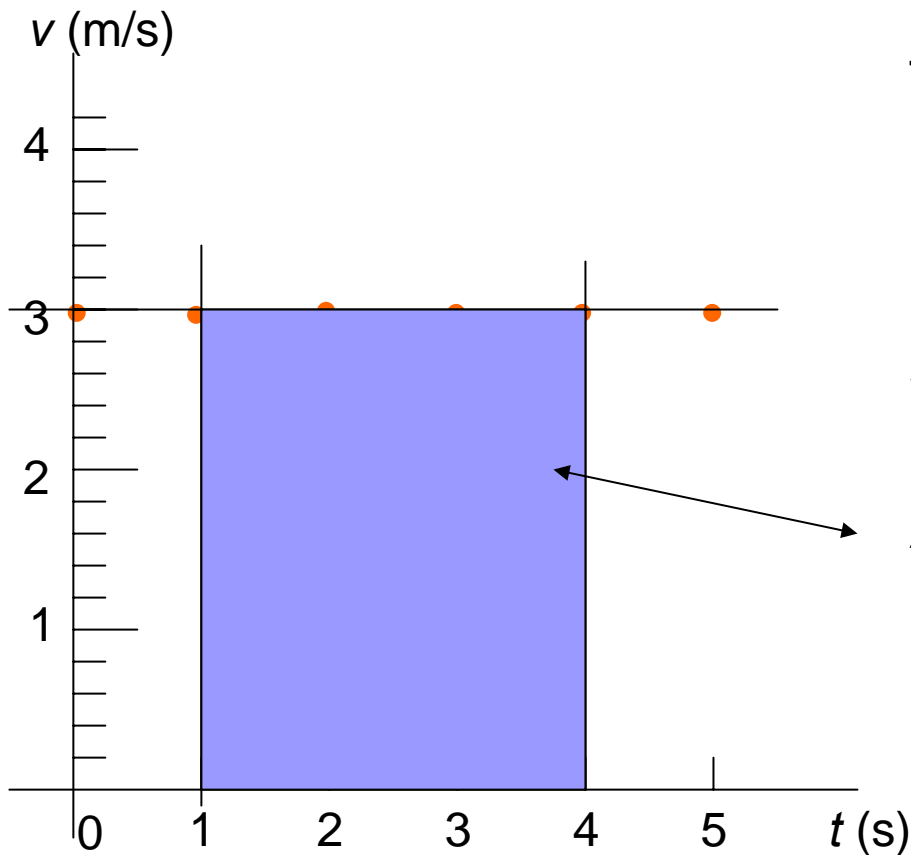
Kemiringan kurva:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{9 \text{ m}}{3 \text{ s}} = 3 \text{ m/s}$$

Untuk GLB kemiringan kurva posisi vs waktu adalah tetap

Kurva v vs t untuk GLB

Waktu (s)	0	1	2	3	4	5
Kecepatan (m/s)	3	3	3	3	3	3



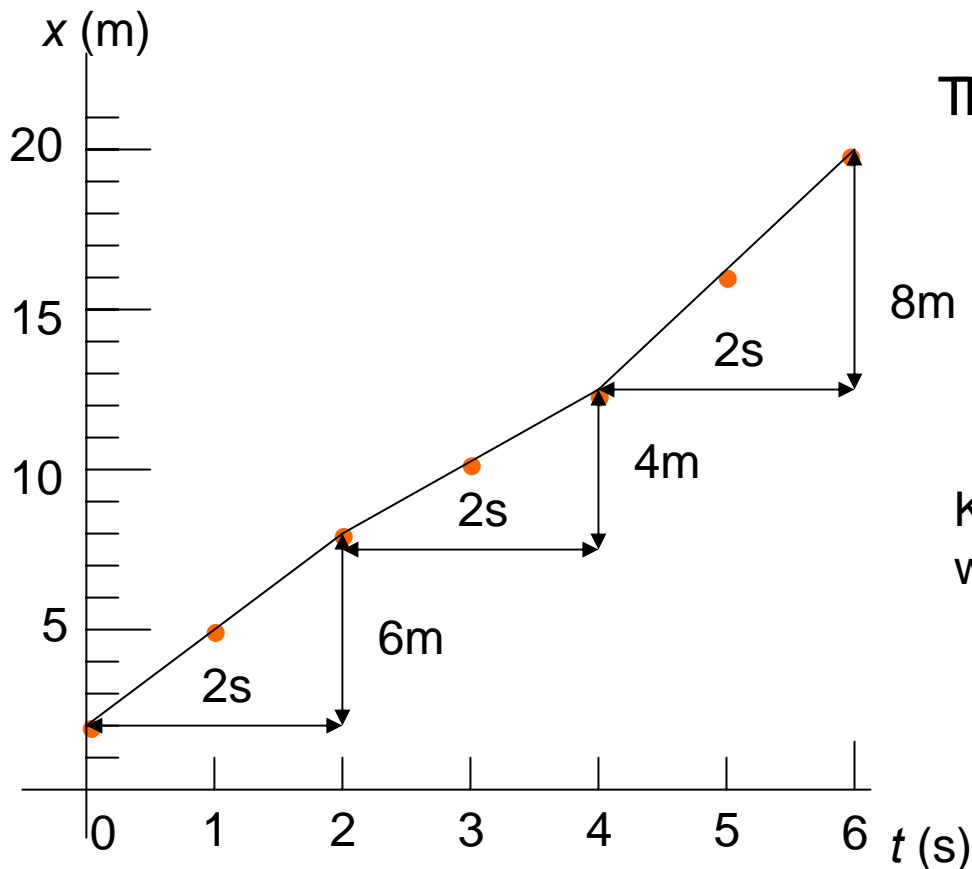
Tinjau gerak dari $t=1$ sampai $t=4$

Perpindahan dari waktu $t=1$ s sampai $t=4$ s adalah “luas” bagian di bawah kurva v vs t :

$$\Delta x = x(4) - x(1) = 9 \text{ m}$$

RANGKAIAN BEBERAPA GLB

Waktu (s)	0	1	2	3	4	5	6
Posisi (m)	2	5	8	10	12	16	20



Tinjau gerak dari $t = 4$ sampai $t = 6$

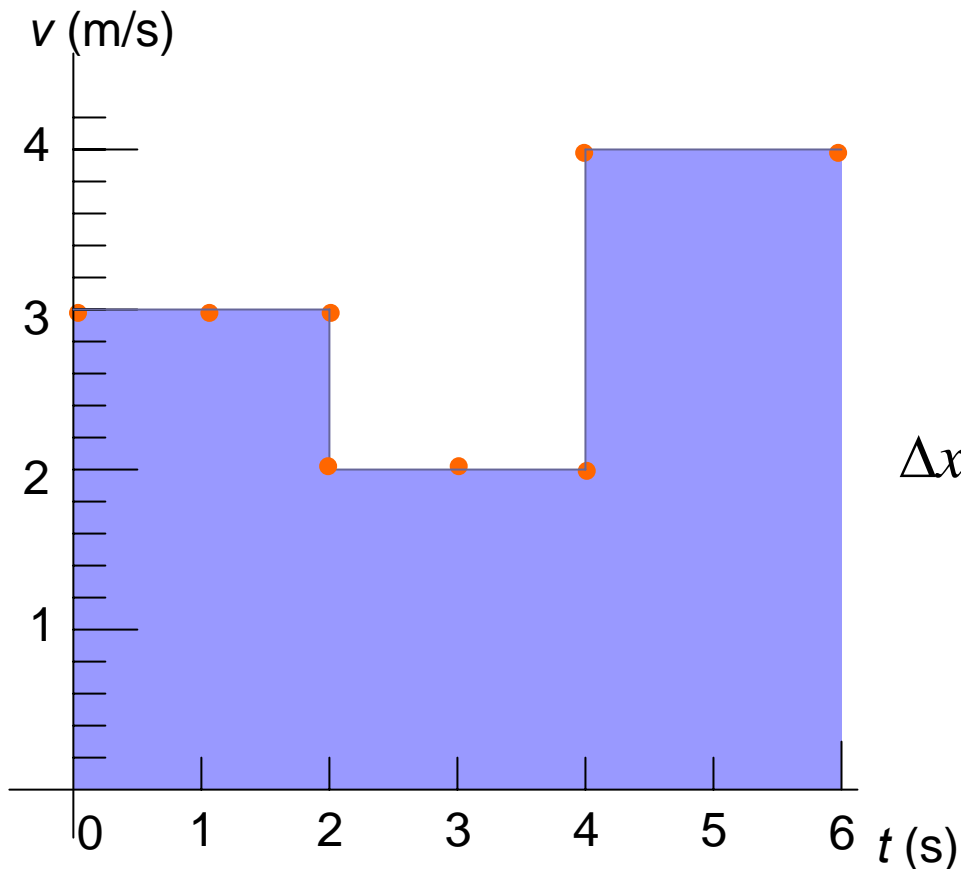
$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 8 \text{ m/s}$$

Kecepatan rata-rata dalam selang waktu $t = 0$ s/d $t = 5$ s:

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(5) - x(0)}{5s} = \frac{16\text{m} - 2\text{m}}{5s} = 2,8 \text{ m/s}$$

RANGKAIAN BEBERAPA GLB (lanjutan)

Selang Waktu (s)	0 s/d 2	2 s/d 4	4 s/d 6
Kecepatan (m)	3	2	4



Perpindahan dalam selang waktu 0 s/d 6 adalah luas bagian di bawah kurva:

$$\begin{aligned}\Delta x &= \sum_1^3 v_i \Delta t_i = v_1 \Delta t_1 + v_2 \Delta t_2 + v_3 \Delta t_3 \\ &= 6 \text{ m} + 4 \text{ m} + 8 \text{ m} = 18 \text{ m}\end{aligned}$$

PERCEPATAN

Percepatan adalah perubahan kecepatan persatuan waktu (laju kecepatan). Hubungan percepatan dengan waktu memiliki analogi dengan hubungan kecepatan waktu.

Percepatan rata-rata:

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

Perlambatan juga merupakan percepatan tapi arahnya berlawanan dengan arah kecepatan.

Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

$$v_t = v_0 + at$$

t : waktu (berubah)

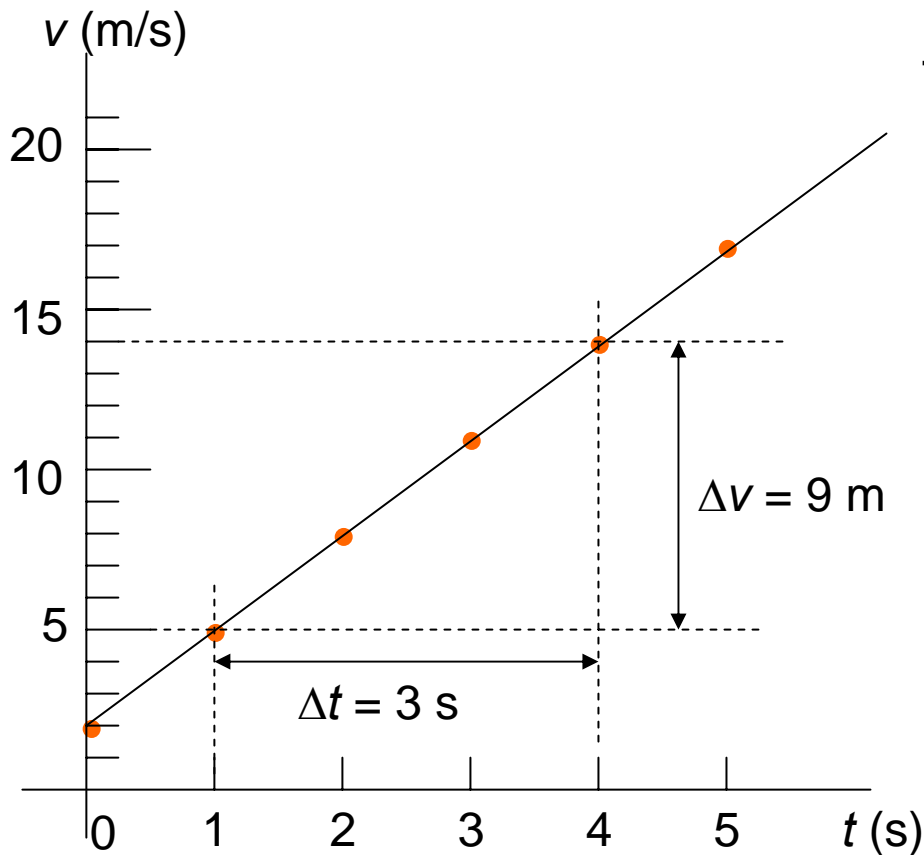
v_0 : kecepatan awal (tidak berubah)

a : percepatan (tidak berubah besar maupun arahnya)

v_t : kecepatan pada saat t (berubah bergantung waktu)

Kurva v vs t untuk GLBB

Waktu (s)	0	1	2	3	4	5
Kecepatan (m/s)	2	5	8	11	14	17



Tinjau gerak dari $t=1$ sampai $t=4$

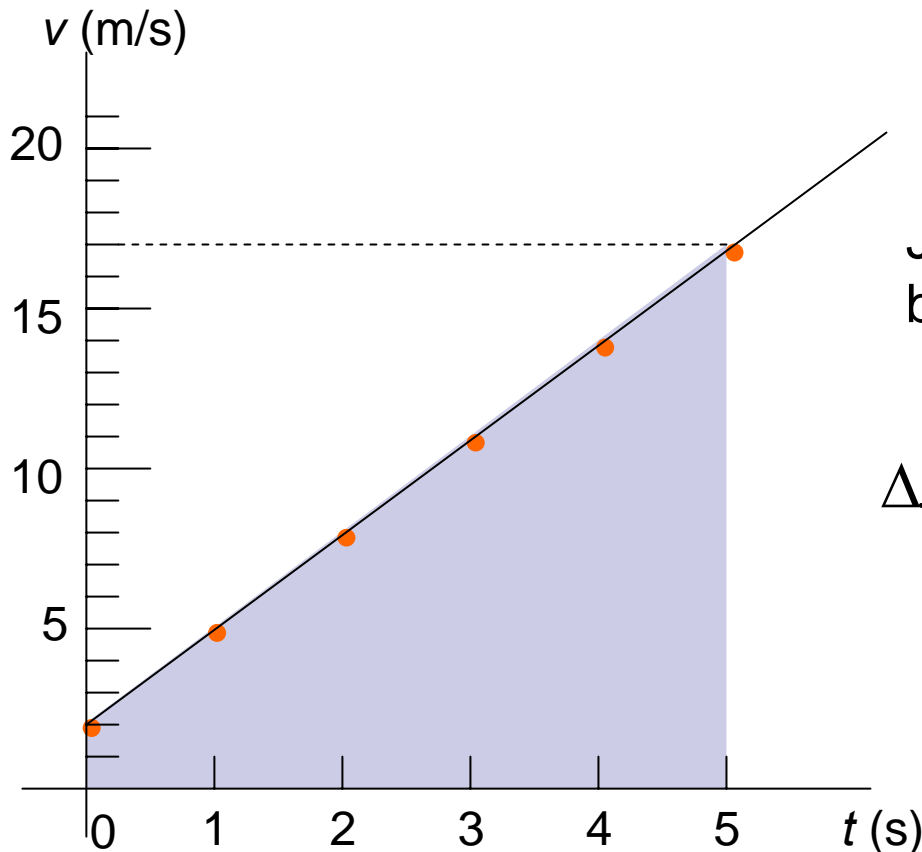
Kemiringan kurva:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{9 \text{ m/s}}{3 \text{ s}} = 3 \text{ m/s}^2$$

Untuk GLBB kemiringan kurva kecepatan vs waktu adalah tetap

GERAK LURUS BERUBAH BERATURAN

Waktu (s)	0	1	2	3	4	5
Kecepatan (m/s)	2	5	8	11	14	17



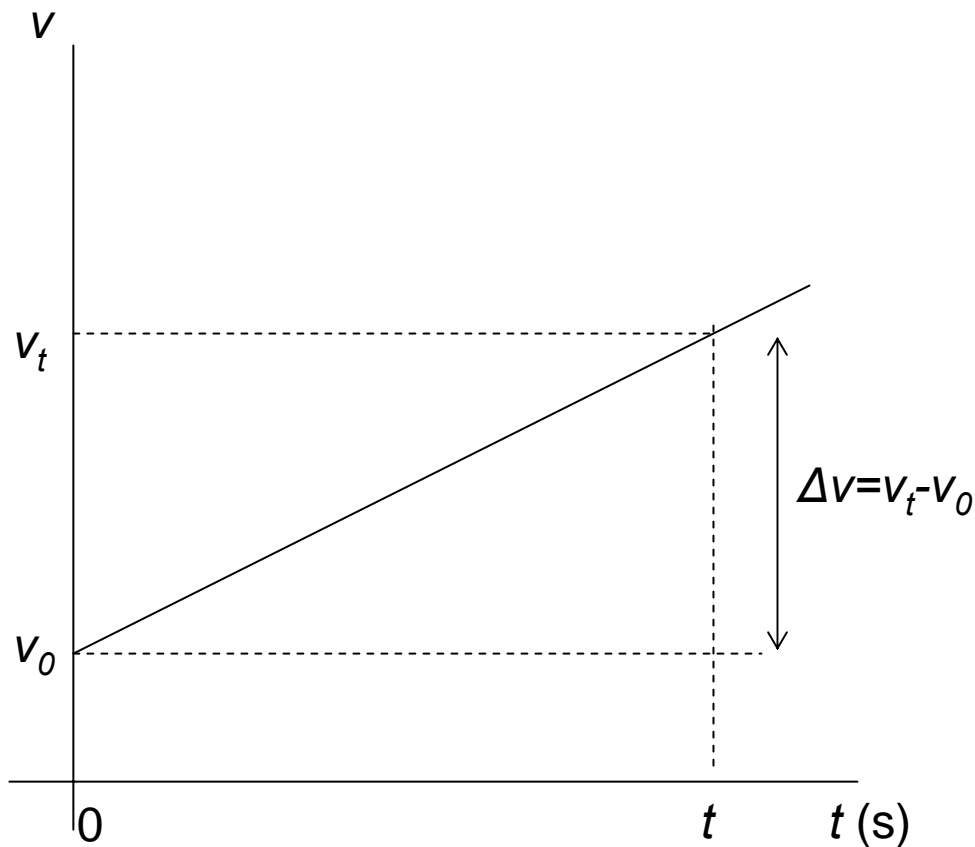
Tinjau gerak dari $t=0$ sampai $t=5$

Jarak yang ditempuh = Luas bagian di bawah kurva:

$$\Delta x = \frac{1}{2} (2 + 17) \text{ m/s} \times 5 \text{ s} = 47,5 \text{ m}$$

FORMULASI GERAK LURUS BERUBAH BERATURAN

Waktu	0	t
Kecepatan	v_0	v_t



$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_t - v_0}{t}$$



$$v_t = v_0 + at$$

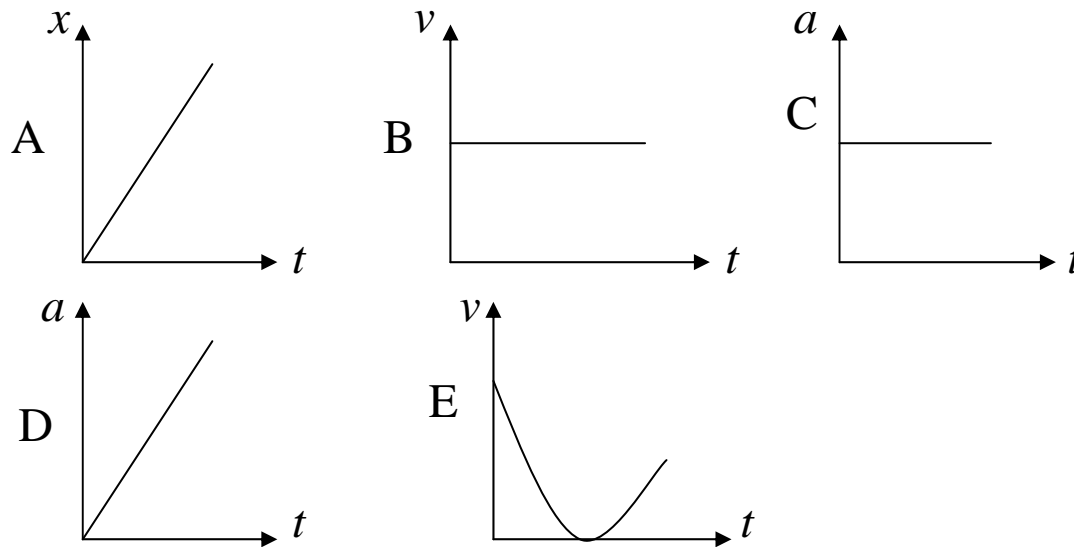
$$\Delta x = \frac{1}{2} (v_0 + v_t)(t)$$



$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

Contoh 4

Jika x adalah perpindahan benda, v adalah kecepatan gerak, a adalah percepatan gerak dan t adalah waktu, maka diantara grafik-grafik berikut yang menunjukkan gerak lurus berubah beraturan adalah:



JAWAB: C

(Soal UTS Fisika TPB semester I tahun 2005/2006)

Contoh 5

- Sebuah batu dijatuhkan dari mulut sebuah sumur. Dua sekon kemudian terdengar suara batu tersebut menyentuh permukaan air sumur. Tentukan kedalaman permukaan air sumur tersebut!

Contoh 6

- Sebuah batu dijatuhkan dari ketinggian 20 m dari permukaan tanah. Tentukan
 - waktu yang diperlukan untuk mencapai permukaan tanah
 - Kecepatan batu saat menyentuh permukaan tanah

PENUTUP

- Formulasi kinematika untuk GLB dan GLBB dapat dipergunakan untuk gerak lurus tak beraturan dengan menggunakan kalkulus diferensial dan integral
- Dapat diperluas lagi untuk gerak dalam dua dimensi dan dalam tiga dimensi
- Kerjakan tugas yang diberikan, kumpulkan minggu depan, **sebelum** kuliah dimulai dalam kelompok-kelompok yang sudah disepakati.
- Dalam pertemuan selanjutnya akan dibahas soal-soal tugas kinematika kemudian dilanjutkan dengan pembahasan dinamika. Persiapkan diri anda dengan membaca terlebih dahulu topik dinamika ini pada buku-buku teks yang tersedia (bisa anda baca buku sma anda)
- Kenali istilah-istilah yang dipakai seperti dinamika, hukum-hukum Newton, massa, berat, percepatan, gaya.

