



## **KECEPATAN : MELUKIS GERAK**

- **Seberapa cepat?**

Pada Olimpiade musim panas tahun 1988, Florence Griffith-Joyner memenangkan lomba lari 100-m dengan catatan waktu 10,54 detik dan lomba lari 200-m dengan catatan waktu 21,34 detik. Di cabang yang mana ia berlari lebih cepat?

Luangkanlah waktu sejenak untuk memikirkan sesuatu yang bergerak. Orang berjalan, berlari, dan pengendara sepeda. Bumi berotasi sekali dalam 24 jam dan berevolusi sekali dalam satu tahun. Matahari juga berotasi bersama dengan Galaksi Bima Sakti, dimana galaksi itu sendiri bergerak di dalam sebuah gugusan galaksi. Karena gerak berlaku untuk seluruh fenomena alam semesta, saya akan mulai pembelajaran fisika kita dengan fenomena tentang gerakan.

Dua buah bentuk gerakan yang menarik untuk dilihat adalah lomba lari cabang 100 m dan 200 m. Seorang pelari harus melesat dari balok start, dan mencapai kelajuan puncak dalam waktu sedikit mungkin.

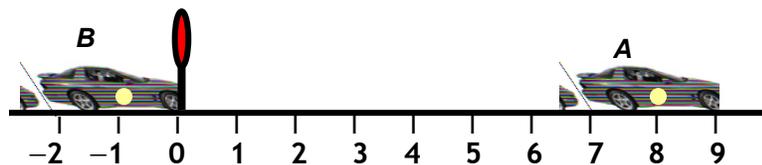
Kita dapat menggambarkan gerakan ini dalam tiga cara. Pertama adalah dengan menggunakan kata-kata. Kedua dengan menggunakan persamaan-persamaan matematis dan melibatkan besaran-besaran matematis. Sedangkan ketiga adalah menggunakan grafik yang menunjukkan bahwa besaran-besaran tersebut berubah terhadap waktu.

## **Berapa Cepat dan Jauhnya?**

Sebelum kita mempelajari bagaimana sesuatu itu bergerak, kita harus tahu di mana sesuatu tersebut berada. Untuk menyederhanakan permasalahan, kita akan menyusun beberapa aturan mendasar. *Pertama*, kita hanya akan menggambarkan tentang gerakan, tidak untuk mencoba menjelaskan apa yang menyebabkan gerakan itu terjadi. *Kedua*, kita akan mulai untuk mempelajari benda yang bergerak hanya dalam lintasan lurus. *Ketiga*, kita akan mempelajari benda seolah-olah benda tersebut adalah sebuah benda titik, bukan benda dengan tiga-dimensi. Sebagai contoh, jika kita menggambarkan gerakan sebuah sepeda, bayangkanlah kita melihatnya dari jarak yang jauh sehingga sepeda dengan pengendaranya terlihat seperti sebuah titik.

## **Posisi dan Jarak**

Dimanakah sesuatu itu berada? Bagaimana kita dapat menyatakan sesuatu itu terletak? Gambar 1. menunjukkan dua buah mobil yang berada di jalan raya. Dimanakah mobil A berada? Tepatnya, di titik mana mobil A berada? *Pertama*, letakkan sebuah skala garis pada kertas gambar. Untuk menentukan posisi mobil A, kita gambarkan posisi mobil dalam bentuk hubungan antara posisi dengan salah satu dari beberapa titik di skala, misalnya tanda yang ada di titik nol. Skala menunjukkan pemisahan antara titik nol dan mobil sejauh 8,0 m. Dalam hal ini, A berada sejauh 8,0 m di sebelah kanan nol. Dimanakah kedudukan mobil B? Mobil B berada 1,0 m di kiri nol.



**Gambar 1.** kedudukan dari kedua mobil ditentukan dari titik acuan.

Ketika Anda menentukan titik acuan nol, berarti Anda memilih sebuah kerangka acuan. Anda dapat memilih kerangka acuan untuk kedua mobil pada Gambar 1., salah satu dari beberapa titik di skala yang berada di sebelah kiri kedua mobil, atau salah satu dari beberapa titik yang berada di sebelah kanan keduanya, atau salah satu titik yang

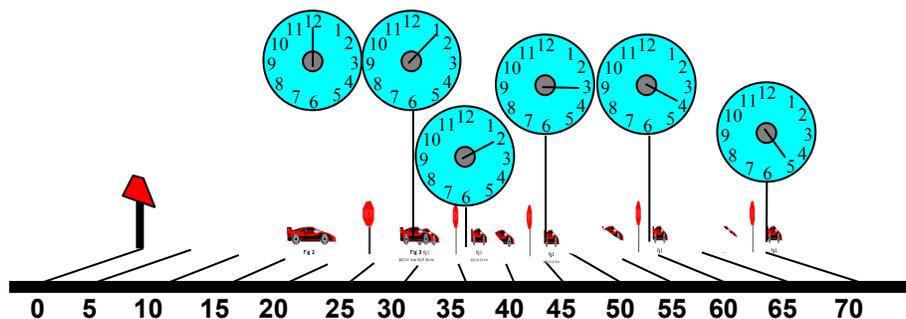
berada di antaranya. Jarak antara mobil A dan titik acuan akan berbeda jika titik acuannya berbeda. Posisi dari sebuah benda adalah pemisahan (jarak) antara benda tersebut dengan sebuah titik acuan. Kita menggunakan simbol  $d$  untuk menunjukkan posisi.

Sebaliknya, jarak tidak memerlukan kerangka acuan. Anda dapat mengukur jarak antara dua benda dengan mengukur sejauh apa benda tersebut terpisah. Tidak peduli di mana titik acuan diletakkan, tetap dikatakan bahwa mobil A berada 9,0 m dari mobil B.

Jarak berbeda dari posisi. Baik jarak dan arah digunakan untuk menentukan posisi. Titik A adalah 8,0 m di sebelah kanan "0". Meskipun arah dapat dinyatakan dengan istilah kiri dan kanan, tetapi akan lebih tepat jika kita menggunakan tanda plus (+) dan minus (-).

Arah positif (+) digunakan untuk benda yang berada di sebelah kanan titik acuan; sedangkan tanda negatif (-) digunakan untuk menyatakan benda yang berada di sebelah kiri titik acuan. Dengan demikian, kedudukan dari mobil A adalah +8,0 m dan mobil B adalah di -1,0 m. Sebaliknya, jarak hanya melibatkan ukuran panjang tanpa mengikutsertakan arahnya.

Sebuah besaran seperti jarak, yang hanya memiliki besar atau ukuran saja, disebut dengan skalar. Sebaliknya, kedudukan memiliki kedua-duanya, baik besar (ukuran) dan arah, dan besaran yang demikian dinamakan dengan vektor.



**Gambar 2. Perubahan posisi mobil B yang bergerak dalam selang waktu 5 detik**

## Kecepatan Rata-rata

Sekarang, katakanlah kedua mobil tersebut bergerak dan gambar 1. menunjukkan posisi mobil pada saat tertentu. Gambar 2. menunjukkan apa yang akan terlihat jika rangkaian foto mobil B dan sebuah jam dibuat dalam setiap satu detik. Kita dapat tahu bahwa mobil B pada saat tertentu berada di tempat tertentu dengan membaca pada tiap satu pembacaan jam. Kita simbolkan tiap satu pembacaan jam ini dengan

Mobil yang bergerak, katakanlah, berada pada posisi 9,0 m hanya pada satu waktu atau pada saat tertentu. Posisi mobil tersebut dinamakan posisi sesaat. Mobil yang bergerak tersebut menghasilkan pasangan pembacaan-pembacaan waktu dengan posisi sesaat dalam satu penunjukan waktu. Tabel 1. menunjukkan pasangan pembacaan waktu dan posisi saat itu.

Pembacaan waktu $t$ (s)	Posisi $x$ (m)
0,0	30
1,0	35
2,0	45
3,0	60
4,0	70
5,0	

Angka-angka di dalam tabel tersebut dapat digunakan untuk mengetahui seberapa cepat mobil tersebut bergerak. Kita tahu bahwa mobil yang bergerak lebih cepat akan berpindah lebih jauh daripada mobil yang bergerak lebih lambat (ingat kita hanya berbicara tentang benda yang bergerak dengan lintasan lurus). Sehingga, kita harus menjelaskan terlebih dahulu apa yang dimaksud dengan perubahan posisi.

Perubahan posisi sebuah benda sering disebut dengan perpindahan. Untuk mengetahui perpindahan sebuah benda, tentukanlah posisi benda pada pembacaan waktu,  $d_2$ , dan kurangi dengan posisi benda pada pembacaan waktu yang lebih awal,  $d_1$ .

Kita gunakan simbol  $\Delta d$  untuk perpindahan atau perubahan posisi, sehingga  $\Delta d = d_2 - d_1$ . Perpindahan, yang merupakan perbedaan antara dua posisi, merupakan besaran vektor. Perpindahan dapat bernilai positif atau negatif. Dengan cara yang sama, kita dapat tahu selang waktu antara dua pembacaan waktu, yakni,  $\Delta t = t_2 - t_1$ .

Sekarang, tinjau perbandingan — antara waktu  $t_1$  dan  $t_2$ . Untuk mobil yang bergerak yang datanya diberikan oleh tabel 1, penyebutnya, yang merupakan selang waktu,  $\Delta t$ , selalu 1,0 detik. Harga perbandingan  $\Delta d/\Delta t$  dapat bervariasi dari 0, untuk selang waktu antara 0,0 dan 1,0 detik, hingga 15, antara selang waktu antara 3,0 dan 4,0 detik.

### PENGEMBANGAN KONSEP

Perhatikan bahwa kelajuan rata-rata tidak memberikan seluruh cerita dari benda yang bergerak. Sebagai contoh, tinjau sebuah perjalanan dengan kelajuan sesaat 30 m/s. Dari informasi ini, dapatkah Kamu katakan jika pada suatu saat benda tersebut bergerak 45 m/s? Tidak! Sehingga kelajuan rata-rata tidak dapat menginformasikan apa yang terjadi pada kita tentang perubahan kelajuan selama perjalanan.

- Penting untuk menekankan perbedaan antara waktu dan selang waktu. Waktu berarti apa yang dibaca dan penulisan pada saat tertentu atau pembacaan tunggal oleh jam, misalnya pada detik kelima. Selang waktu adalah hasil

bahwa perbandingannya makin besar ketika mobil bergerak lebih cepat daripada ketika mobil bergerak lebih lambat.

Perbandingan  $\Delta d/\Delta t$  dinamakan kecepatan rata-rata dan diindikasikan dengan simbol  $\bar{v}$ , disebut dengan V-bar. Kecepatan rata-rata selama selang waktu yang diperlukan adalah perubahan posisi dibagi dengan selang waktu selama perubahan terjadi, atau

$$\bar{v} = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

Satuan yang digunakan untuk kecepatan rata-rata adalah satuan jarak dibagi dengan satuan waktu. Kita dapat menggunakan satuan apa saja untuk menghitung kelajuan. Dalam buku ini, kita akan sering menggunakan kilometer atau meter untuk satuan jarak dan detik atau jam untuk satuan waktu. Sebagai contoh, antara detik ke 3,0 dan detik ke 4,0, kecepatan rata-ratanya adalah 15 meter dalam satu detik atau 15 meter per detik. Catatan : “per detik” berarti “dalam satu detik”

### **PENGEMBANGAN KONSEP**

#### **Strategi Pemecahan Masalah**

Salah satu cara yang mudah untuk mengubah satuan yang satu ke satuan yang lain adalah dengan menggunakan faktor konversi. Untuk mengubah satuan kecepatan dari kilometer per jam (km/jam) menjadi meter per detik (m/s), langkah pertama yang harus Anda lakukan adalah mengubah kilometer menjadi meter, baru kemudian mengubah jam menjadi detik. Kita tahu bahwa nilai dari kuantitas apapun tidak akan berubah jika dikalikan dengan 1. Kuantitas apapun jika dibagi dengan ekivalensinya akan sama dengan satu. Karena 1000 m = 1 km dan 3600 detik = 1 jam, kita dapat membuat faktor konversi sebagai berikut:

$$\frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{3600 \text{ detik}}{1 \text{ jam}}$$

kemudian, untuk mengubah satuan kecepatan dari km/s menjadi m/s, kita harus mengalikannya dengan faktor konversi jarak yang sesuai terlebih dahulu baru kemudian untuk faktor konversi waktu. Sebagai contoh, 100 km/jam akan menjadi

Dari bentuk yang satu ke bentuk yang lain terbiasa dengan kelajuan yang ada di dalam kehidupan sehari-hari, dalam satuan SI, gunakanlah tabel berikut ini

80 km/jam	= 22 m/s
100 km/jam	= 28 m/s
120 km/jam	= 33 m/s

Namun, tabel tersebut tidak untuk kita.

Ada sebuah trik untuk melakukan konversi satuan yang digunakan oleh orang yang biasa menggunakan satuan kelajuan dengan satuan kilometer per jam ke dalam satuan meter per detik. Triknya adalah dengan membagi besar satuan kilometer dengan 3,6. Temukan alasannya mengapa trik ini dapat digunakan.

Metode konversi satuan ini dikenal dengan analisis dimensional.

**Contoh soal**

**Menghitung kecepatan rata-rata**

Pada tahun 1988 di olimpiade musim panas, Florence Griffith-Joyner menjadi pemenang lomba lari jarak 100-m dengan catatan waktu 10,54 detik. Andaikan lomba diukur hingga ketelitian 0,1 m, tentukan kecepatan rata-rata dalam m/s dan km/jam.

**Diketahui :** perpindahan  $\Delta d = +100,0$  m

selang waktu  $\Delta t = 10,54$  detik

**Ditanyakan:** kecepatan rata-rata,  $\frac{v}{t}$

**Persamaan dasar:**  $v = \frac{d}{t}$

**Penyelesaian:**  $v = \frac{100,0 \text{ m}}{10,54 \text{ s}} = 9,488 \text{ m/s}$

$9,488 \text{ m/s} \times \frac{3,6 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ jam}} = 34,16 \text{ km/jam}$

hal ini berarti ia berlari dengan “laju” +9,488 m dalam waktu satu detik, Berapakah kecepatan rata-rata anda? Berapakah kecepatan rata-rata anda? dalam waktu 1 jam. Dalam lomba lari jarak 200-m kecepatan rata-rata Flo-Jo adalah  $200 \text{ m} / 21,34 \text{ s} = +9,372 \text{ m/s}$ , sehingga kecepatan rata-ratanya lebih besar daripada lomba lari pada cabang 100-m.

**Soal latihan**

- 1. Seorang atlet Sekolah Menengah Atas berlari menempuh jarak  $1,00 \times 10^2$  m dalam waktu 12,20 detik. Berapakah kecepatannya dalam m/s dan km/jam?

**Penyelesaian:**

**LABORATORIUM  
MINI**

**KELAJUAN SI JOGGER**

**Tujuan :** Memberi kesempatan siswa untuk mengukur kelajuan dengan menggunakan data yang terdiri dari jarak dan waktu yang diperoleh

Ukurlah waktu yang Kamu perlukan untuk berjalan sejauh 50 meter di atas lapangan sepakbola. Hitung kelajuan sesaat Kamu. Ukur juga waktu yang diperlukan untuk melakukan jalan cepat atau berlari dengan jarak yang sama. Berapakah kecepatan rata-rata anda?

$$\frac{1000 \text{ m}}{33,3 \text{ s}}$$
$$= 29,5 \text{ m/s}$$

atau 29,5 km/jam

2. Seseorang berjalan menempuh jarak 13 km dalam waktu 2,0 jam. Berapakah kecepatan rerata orang tersebut dalam km/jam dan m/s?

**Penyelesaian:**

$$\frac{13 \text{ km}}{2,0 \text{ jam}}$$

atau 1,8 m/s.

3. Gunakan data yang ada di tabel 1. Selama selang waktu satu detik yang mana mobil bergerak dengan kecepatan paling kecil? Mana pula dengan kecepatan yang paling besar?

**Penyelesaian:**

Mobil bergerak paling lambat pada interval waktu antara 0,0 dan 0,1 s (0 m/s) dan bergerak paling cepat pada interval waktu antara 3,0 dan 4,0 s (5 m/s).

4. Dengan menggunakan data yang ada di tabel 1., hitung kecepatan rata-rata mobil untuk selang waktu antara 0,0 dan 2,0 detik!

**Penyelesaian:**

**Multikultural**  
Masyarakat Kalahari, Afrika mempunyai kebiasaan memburu binatang tercepat di Bumi, Cheetah. Bagaimana mereka menangkapnya? Mereka mengerti bahwa sesuatu yang bergerak dengan kelajuan tetap dalam waktu yang lama, dapat menyusul sesuatu yang dapat bergerak lebih cepat. Si Kalahari mengejar cheetah dengan kelajuan yang mereka dapat nalikah dalam waktu yang

$$\begin{aligned} &= \frac{250 \text{ m}}{100} \\ &= 2,5 \text{ m} \\ &= 2,5 \text{ m/s} \end{aligned}$$

## **Menghitung perpindahan dari kecepatan dan waktu**

Salah satu kuantitas dari persamaan kecepatan rata-rata dapat diketahui jika dua kuantitas yang lain diketahui. Sebagai contoh, jika kecepatan rata-rata dan selang waktu diketahui, maka perpindahan dapat diketahui dengan menyusun ulang persamaan.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \Delta x = v \Delta t$$

—, ke dalam bentuk

Anda dapat dengan cepat memeriksa benar atau tidak penyusunan ulang persamaan yang Anda lakukan dengan memeriksa satuan yang dihasilkan. Kuantitas  $\Delta x$  mempunyai satuan meter. Besaran  $v \Delta t$  mempunyai satuan  $(\text{m/s})\text{s} = \text{m}$ . Hal ini telah menunjukkan bahwa persamaan tersebut benar.

### **Contoh soal**

#### **Perjalanan jauh dengan kecepatan rata-rata**

Sebuah kereta api-kelajuan tinggi berangkat dari Paris menuju Lyons dengan kecepatan rata-rata +227 km/jam. Perjalanan tersebut memerlukan waktu 2,00 jam. Berapa jauhkah Lyons dari Paris?

**Diketahui:** kecepatan rata-rata,  $v = +227 \text{ km/jam}$

selang waktu  $\Delta t = 2,00 \text{ jam}$

**Ditanyakan :** perpindahan,

$d$

**Persamaan dasar :**

$d = vt$

**Penyelesaian :**

$$d = (227 \text{ km/jam}) (2,00 \text{ jam}) = 454 \text{ km}$$



**Gambar 3. Magnetically Levitated Trains**

### Soal latihan

5. Anggap sebuah mobil bergerak dengan kecepatan yang tetap 10 m/s. Berapa jarak yang ditempuh dalam waktu 1 jam? Dalam 1 menit? Dalam waktu 1 detik? Dalam 1 mikrodetik? Dalam 1 nanodetik?

**Penyelesaian:**

Menggunakan  $v = 10 \text{ m/s}$  dan  $d = vt$

$t$	$d$
1 jam = 3.600 s	
1 menit = 60 s	
1 s	


6. Sebuah kereta api meninggalkan stasiun dari titik 0,0 m dan bergerak dengan kecepatan tetap 36,0 m/s?
- Pada detik keberapa kereta akan melewati titik yang berjarak 1620,0 m?
  - Berapa kecepatan kereta dalam km/jam?

**Penyelesaian:**

a.  $t = \frac{d}{v}$ , sehingga  $t = \frac{1620,0 \text{ m}}{36,0 \text{ m/s}}$

$= 45,0 \text{ s}$

b.  $v = (36,0 \text{ m/s})(1 \text{ km}/1.000 \text{ m})(3.6000 \text{ s}/1 \text{ jam}) = 130 \text{ km/jam}$

7. Pada pukul 1:00 dini hari, sebuah mobil yang berada 17 km sebelah barat rumah Anda melaju dengan kecepatan tetap 94 km/jam ke arah barat. Di manakah mobil itu pada saat pukul 3:30 dini hari?

**Penyelesaian:**

$t_2 - t_1 = 2,5 \text{ jam}$

$d = v \cdot t$

$= 94 \text{ km/jam} \cdot 2,5 \text{ jam}$

$= 235 \text{ km}$

$= 235 \text{ km} + 17 \text{ km}$

$= 252 \text{ km di barat rumah}$



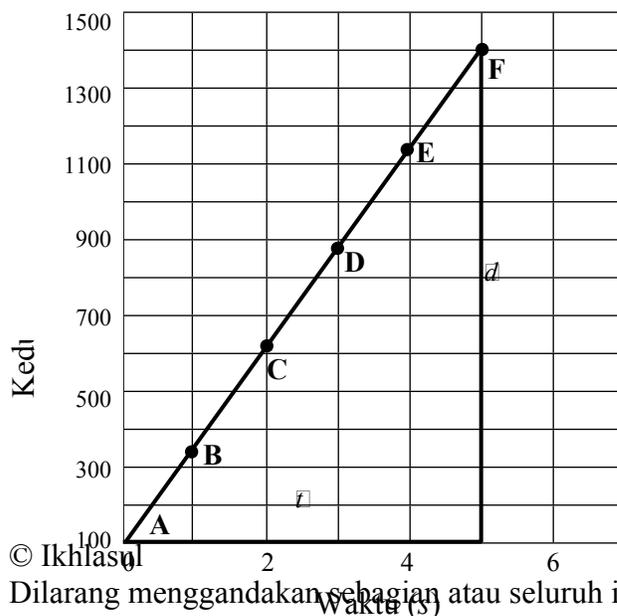
jam, atau waktu, disebut dengan grafik posisi-waktu. Untuk membuat sebuah grafik dari gerakan pesawat kita harus membuat sebuah tabel posisi-waktu yang berisi pembacaan jam yang dikaitkan dengan posisi-posisi benda. Gambar 3 menunjukkan sebuah tabel kedudukan-kedudukan untuk 5 detik perjalanan pertama, dedngan menganggap pesawat berada di 100 m dari titik acuan pada saat  $t = 0$ . Data yang diperoleh kemudian di-plot pada grafik dengan waktu sebagai variabel bebas dan posisi sebagai variabel terikat. Sebuah garis lurus yang baik menunjukkan data yang diperoleh. Grafik tersebut menunjukkan bahwa terdapt sebuah hubungan linier antara posisi dan waktu. Titik potong grafik dengan sumbu  $y$  menunjukkan posisi benda pada sasat  $t = 0$ , dalam kasus kita kali ini adalah 100 m.

### **Kemiringan dari Grafik Posisi-Waktu**

Kecepatan dari sebuah benda dapat diketahui dari grafik posisi-waktu. Pada grafik posisi-waktu, perpindahan adalah jarak vertikal dari dua titik. Perbandingan dari perpindahan dan waktu adalah kecepatan rata-rata. Perbandingan jarak vertikal Antara dua titik pada kurva, atau, “menaik”, terhadap jarak horizontal antara dua titik. Atau “mendatar”, adalah kemiringan dari grafik.

Dengan demikian,

~~Kemiringan~~ **Kemiringan** = \_\_\_\_\_



**Tabel 2.**

<b>Posisi lawan waktu</b>	
Waktu	Posisi
(s)	(m)
0	100
1	360
2	620
3	880
4	1140
5	1400

**Gambar 4. Sebuah grafik posisi-waktu untuk sebuah pesawat jet yang bergerak dengan kecepatan konstan.**

Kamu dapat memperoleh kemiringan yang lebih akurat jika Anda menggunakan sebesar mungkin jarak menaik dan jarak mendatar pada grafik. Pada gambar 4 anda akan melihat sebuah gambar segitiga siku-siku. Panjang sisi tegaknya (menaik) menunjukkan perpindahan dan panjang sisi datarnya (mendatar) menunjukkan selang waktu. Kemiringan dari sisi miringnya atau kemiringan di antara dua titik A dan F adalah perbandingan sisi tegak (menaik) dan sisi datar (mendatar) dan diberikan oleh:

~~Kemiringan =  $\frac{5400 \text{ m}}{1300 \text{ mm}}$~~   
Kemiringan =  $\frac{5400 \text{ m}}{1300 \text{ mm}}$

Anda dapat lihat bahwa kemiringan adalah kecepatan pesawat terbang yang menghasilkan grafik.

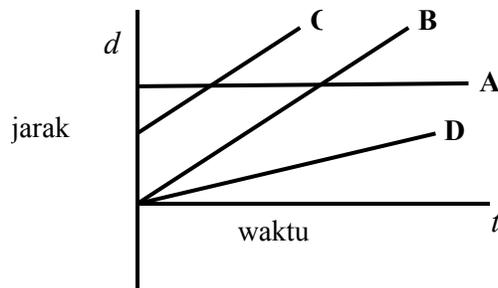
**ULANGAN KONSEP**

1. Gambarkan posisi benda pada suatu saat dengan kalimat menggunakan tiga titik acuan: satu terhadap buku, satu terhadap meja Anda, ketiga terhadap benda apa saja yang tetap berada di ruang kelas.

**Penyelesaian:**

Jawabannya akan beragam, sebagai contoh 12 cm di sebelah kiri tepi meja, 35 cm sebelah kanan tepi meja.

2. Pada setiap grafik posisi-waktu pada gambar 5 di bawah. Ceritakan setiap gerakan yang dihasilkan.



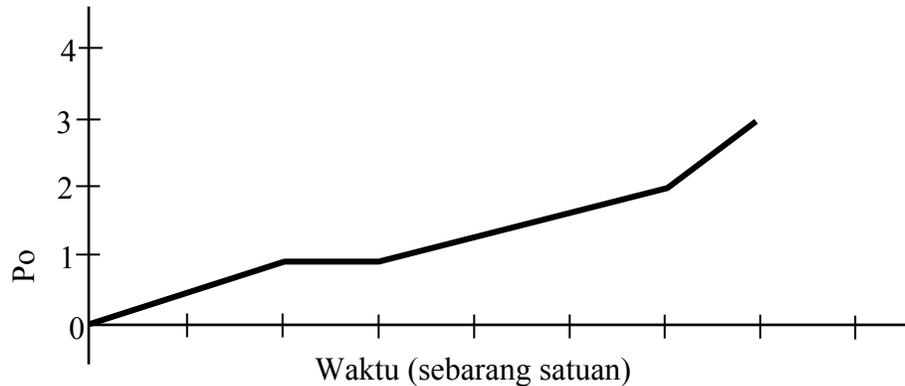
**Gambar 5.**

**Penyelesaian:**

A berada dalam keadaan diam di koordinat positif, **KAITAN DENGAN ILMU BUMI.** B mulai bergerak dari koordinat positif dan bergerak ke kanan dengan kelajuan konstan; C mulai bergerak dari koordinat positif dan bergerak dengan kecepatan yang sama terhadap B, D bergerak ke kanan dari titik origin dengan kecepatan lebih rendah daripada B dan C.

3. Gambarlah sebuah grafik posisi-waktu untuk seseorang yang berjalan satu blok dengan kelajuan sedang, berhenti sebentar, berjalan satu blok lagi dengan kelajuan lebih lambat, dan satu blok terakhir dengan sangat cepat. Anggap panjang sebuah blok diklasifikasikan berada di kelas 5. Angin yang berhembus sangat cepat. Anggap panjang sebuah blok diklasifikasikan menduduki kelas 11. Angin yang bertiup lebih cepat dari 371 km/jam (berada di luar skala) pernah tercatat bertiup di Gunung Washington, New Hampshire.

**Penyelesaian:**

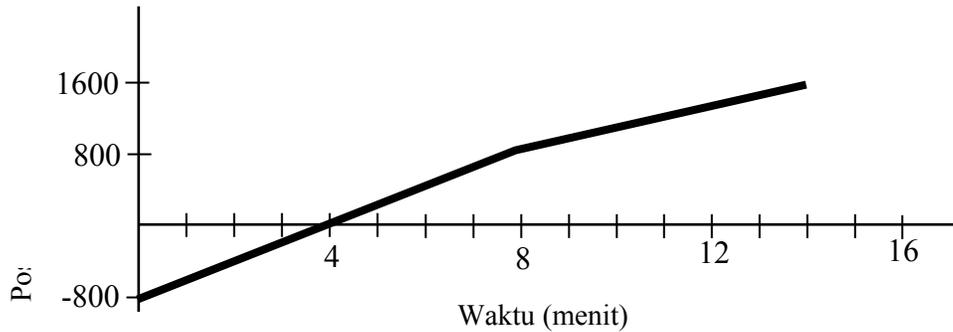


**Gambar 6.**

4. Anggap Anda memiliki sebuah grafik posisi-waktu dengan kurva yang vertikal. Berarti apakah ini? [Anda berada dimana saja dalam satu waktu, dan itu tidak mungkin]
5. **Berpikir kritis:** Anggaplah rumah-rumah di kotamu yang berada di sebelah utaran jalan merupakan bilangan-bilangan positif, sedangkan rumah-rumah yang berada di selatan jalan adalah bilangan negatif. Kamu pergi meninggalkan rumahmu yang

berada di -800 pada jam 9:00 pagi. Kamu tiba di jalan pada jam 9:04, dan tiba di titik +800 pada jam 9:08, dan berhenti di +1.600 pada jam 9:14

a. Gambarlah grafik posisi-waktu dari cerita di atas!



**Gambar 7.**

b. Hitung kecepatan rata-ratamu untuk seluruh perjalanan (gunakan satuan nomor rumah per menit)

~~(200) in (800) in~~

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

c. Cari kecepatan rata-rata antara 9:00 dan 9:04; 9:04 dan 9:08; 9:08 dan 9:14. Manakah yang lebih besar? Mana juga yang kecepatan rata-ratanya paling kecil?

**Penyelesaian:**

Tidak ada yang paling cepat. Lebih cepat pada 8 menit pertama (200 nomor/menit); lebih lambat pada 6 menit terakhir (133 nomor/menit)

# LAB FISIKA

## MOBIL BALAP

### **Tujuan**

Membuat dan menginterpretasikan sebuah grafik yang dihasilkan oleh gerakan sebuah mobil mainan.

### **Keterampilan proses**

Keterampilan menggunakan angka-angka, mengamati, mengklasifikasikan, mengomunikasikan, menginterpretasikan, mengukur, mengemukakan prosedur, bertanya.

### **Kesalahan konsep**

Kamu mungkin akan kebingungan dalam konsep kelajuan dan posisi. Beberapa dari kamu juga akan yakin bahwa mobil haruslah berada di posisi nol saat  $t = 0$ . Beberapa dari kamu juga akan yakin mobil tidak bergerak saat  $t = 0$ .

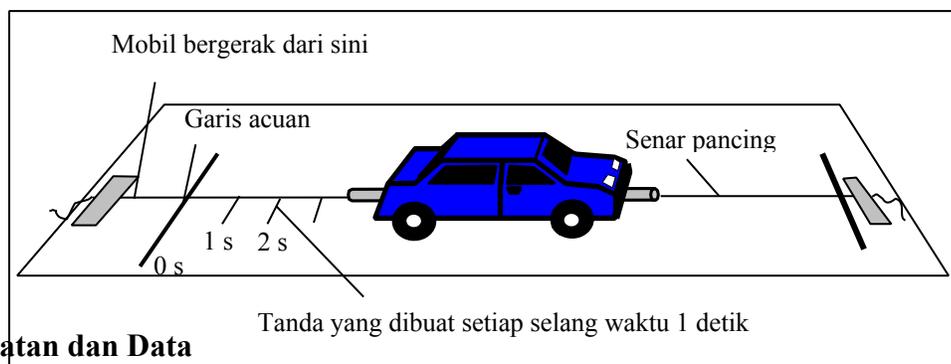
### **Alat dan Bahan**

- Mobil mainan (dengan sumber tegangan battery)
- Spidol
- Kertas lebar dengan panjang 2,5 meter
- Selotape
- Sedotan plastik
- Tali senar pancing sepanjang 3 meter
- Metronome (pewaktu ketik) atau kaset yang merekam suara “bip” yang berbunyi setiap 1 detik.

### **Prosedur Percobaan**

1. Lekatkan sedotan plastik pada bagian bawah mobil.

2. Masukkan senar ke dalam sedotan dan lekatkan kedua ujung senar pada kertas menggunakan selotape seperti terlihat pada sketsa. Cara ini akan mencegah mobil agar tidak berbelok.
3. Bubuhkan tanda berbentuk garis untuk acuan pada dekat ujung kertas.
4. Keraskan suara metronome (atau tape) sehingga seluruh siswa dapat mendengar.
5. Nyalakan mobil dan mulailah jalankan dari ujung kertas. Catatan: mobil harus bergerak dengan kelajuan maksimum sebelum sampai di garis acuan.
6. Buatlah tanda-tanda posisi setiap satu detik (bip) pada kertas sejajar dengan bagian belakang mobil.
7. Kamu mungkin akan memiliki 5 tanda setelah mobil melewati garis acuan lainnya.



### **Pengamatan dan Data**

1. Perhatikan jarak antara tanda-tanda yang kamu buat tiap detik. Apa yang dapat diinformasikan oleh jarak-jarak tersebut berkaitan dengan gerak benda?
2. Labeli tiap tanda setelah garis acuan 0 s, 1 s dan seterusnya.
3. Tentukanlah jarak tiap tanda dari garis acuan.
4. Buatlah sebuah tabel data percobaan yang terdiri dari perpindahan dan waktu (yang diukur dari garis acuan).
5. Buatlah sebuah grafik perpindahan (sumbu vertikal) dan waktu (sumbu horizontal).

### **Analisa Data**

1. Carilah kemiringan grafik (termasuk satuannya). Berarti apakah kemiringan itu?

2. Haruskah setiap kelompok memiliki jenis grafik yang sama? Jelaskan!

### **Aplikasi**

1. Perhatikan harga kemiringan dari dua grafik yang berbeda. Dapatkah kamu prediksikan mobil mana yang bergerak lebih cepat?

## **Arti baru untuk kata lama**

Konsep kedudukan dan kecepatan bukanlah hukum yang ditemukan oleh ilmuwan. Namun, konsep tersebut ditemukan oleh orang untuk membantuk menggambarkan gerakan sebuah benda. Kita dapat memilih sebuah kerangka acuan dan memilih sebuah skala pengukuran. Kita juga dapat memutuskan arah mana yang menunjukkan positif dan negatif.

## **Kecepatan positif dan negatif**

Sebagaimana dikemukakan pada bagian sebelumnya, kedudukan suatu benda bisa berharga positif maupun negatif. Kita juga sudah menentukan bahwa arah ke kanan adalah arah positif sedangkan arah ke kiri adalah arah negatif. Perpindahan, atau perubahan kedudukan, juga dapat berharga negatif atau positif. Benda yang bergerak ke kanan memiliki perpindahan positif. Gerakan ke arah kiri menghasilkan perpindahan negatif. Sebaliknya, selang waktu selalu positif. Belum ada seorang pun belajar atau berusaha membuat waktu bergerak mundur.

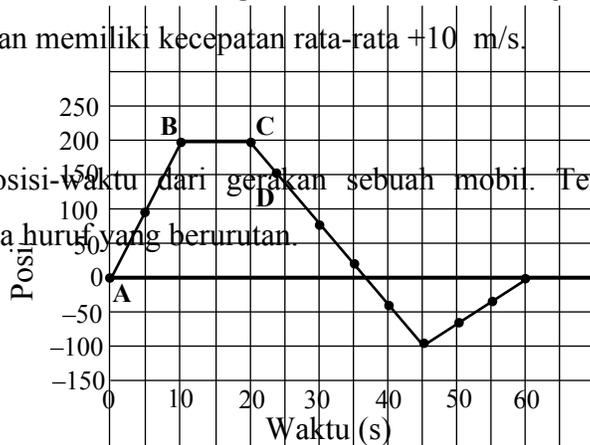
Bayangkan sebuah bola berada di titik +20 m di sebuah lapangan. Seorang pemain dapat menendang bola tersebut ke arah manapun ia kehendaki. Jika bola tersebut bergerak dengan kecepatan 10 m/s, maka bola tersebut dapat sampai ke titik +10 m atau +30 m dalam satu detik. Dalam kedua kasus tersebut, besar kecepatannya sama, tetapi arahnya berbeda. Sebuah benda bergerak ke arah lebih positif memiliki kecepatan positif. Dengan demikian, sebuah bola yang bergerak dari +20 m menuju +30 m akan memiliki

kecepatan rata-rata +10 m/s sedangkan bola yang bergerak dari +20 m menuju +10 m akan memiliki kecepatan rata-rata -10 m/s.

Perhatikan, bahwa sebuah benda dapat memiliki kedudukan yang negatif tetapi memiliki kecepatan positif. Jika sebuah bola ditendang dari titik -47 m menuju -27 m dalam 2 detik, maka bola tersebut akan memiliki kecepatan rata-rata +10 m/s.

**Contoh soal:**

Gambar 9 menunjukkan grafik posisi-waktu dari gerakan sebuah mobil. Tentukan kecepatan rata-rata setiap bagian pada huruf yang berurutan.



**Gambar 8.**

**Penyelesaian:**

- Antara titik A dan titik B

~~7000~~ 20 m/s

-      -      -

- Antara titik B dan C, grafiknya mendatar.

~~7000~~ 0 m/s

-      -      -

Mobil berada dalam keadaan diam.

- Antara titik C dan D. Karena kedudukan mobil berkurang, maka perpindahannya negatif.

~~7000~~ 10 m/s

-      -      -

Kemiringan dan kecepatannya negatif; mobil bergerak dengan arah berlawanan dengan arah semula.

- Antara titik D dan E,

-----  
-----

Baik kemiringan maupun kecepatan, keduanya negatif. Seluruh kecepatan memiliki nilai negatif pada seluruh segmen, meskipun kedudukan titik E negatif. Dengan demikian, mobil melewati titik di mana ia mulai bergerak. Antara titik E dan F,

700,7 m/s

-----  
-----

Kembali kita mendapatkan kecepatan positif. Mobil kembali bergerak dengan arah sebagaimana ia mulai bergerak.

### Soal latihan

9. Gambarkan dengan kalimat gerakan dari empat orang pejalan kaki yang kurvanya ditunjukkan pada Gambar 10. Anggaplah timur sebagai arah positif dan kerangka acuannya ujung jalan High.

#### **Penyelesaian:**

- Bergerak dari ujung jalan High ke arah timur dengan kecepatan tetap.
- Bergerak dari barat jalan High ke timur dengan kecepatan tetap lebih kecil.
- Bergerak ke arah barat dari jalan High. Pada mulanya cepat lalu melambat untuk berhenti.
- Bergerak dari timur jalan High ke arah barat dengan kecepatan tetap.

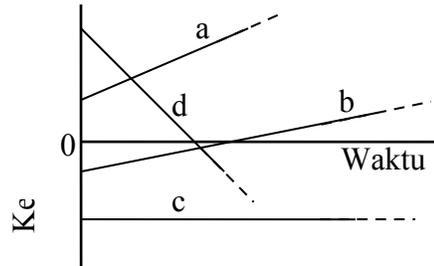
10. Gambarlah grafik kedudukan-waktu dari empat buah gerakan di bawah ini:

- Bergerak dengan kecepatan positif dari titik positif.
- Bergerak dari titik negatif dengan kecepatan positif lebih kecil.
- Diam di sebuah titik negatif.
- Bergerak dengan kecepatan negatif dari kedudukan positif.



Gambar 9

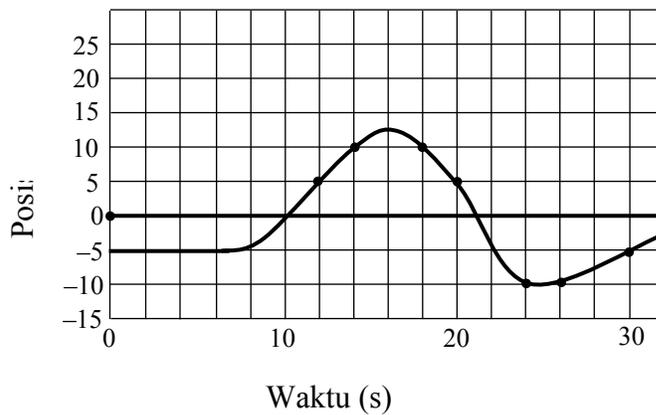
**Penyelesaian:**



**Gambar 10.**

11. Tentukan kecepatan rata-rata dari segmen:

- a. antara  $t = 10$  dan  $12$  s
- b. antara  $t = 14$  dan  $18$  s
- c. antara  $t = 20$  dan  $24$  s
- d. antara  $t = 26$  dan  $30$  s



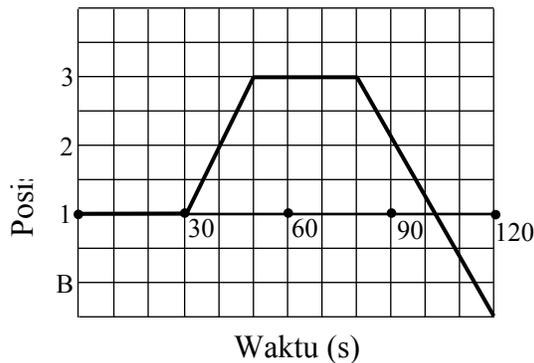
**Gambar 11.**

**Penyelesaian:**

- a. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 0,50 m/s
- b. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 0,75 m/s
- c. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 1,25 m/s
- d. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

12. Gambar grafik posisi-waktu dari sebuah lift yang bergerak. Gunakan lantai pertama sebagai titik acuan dan arah ke atas sebagai arah positif. Lift tersebut berhenti selama 30 detik di lantai pertama, naik menuju lantai ketiga dalam 20 detik, berhenti dalam 30 detik, lalu turun ke lantai dasar dalam waktu 40 detik.

**Penyelesaian:**



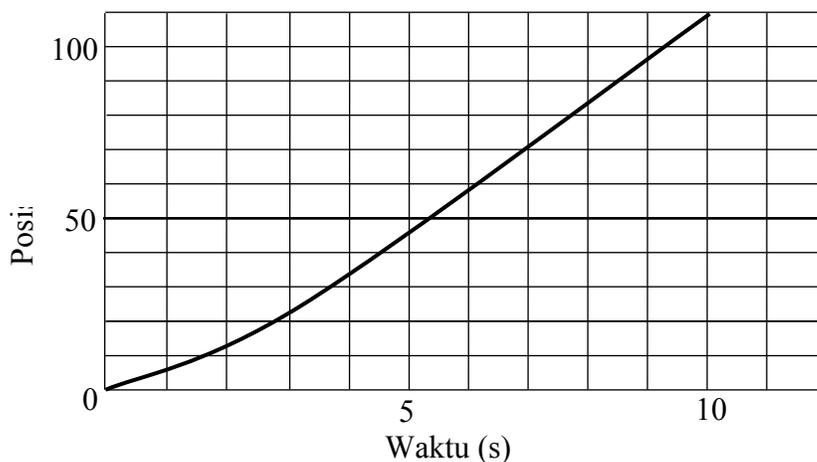
**Gambar 12.**

**Kecepatan sesaat**

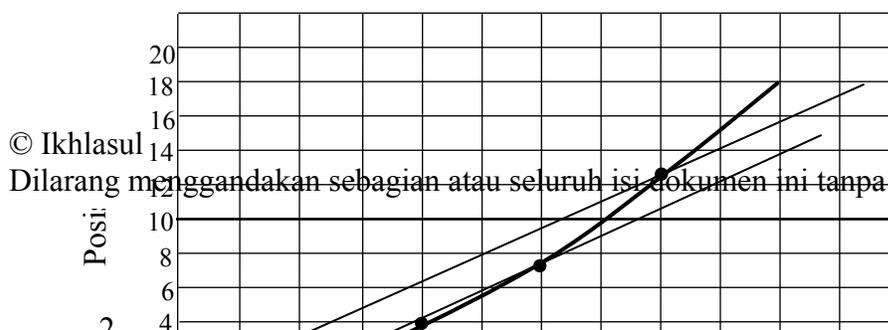
Untuk menentukan kecepatan sebuah mobil, anda membutuhkan sebuah *speedometer*. Anggaplah jarum *speedometer* mengayun ke atas dari 70 sampai 90 km/h. Apakah yang dilakukan oleh mobil? Tentu saja, mobil sedang dipercepat. Jika kamu secara sepintas melihat *speedometer* dan melihat jarumnya berada pada angka 80 (km/h), berarti apakah ini? Peristiwa ini berarti pada suatu ketika anda melihat *speedometer* dalam waktu yang sangat "sesaat" kecepatan mobil tersebut adalah 80 km/h. Kecepatan

sesaatnya adalah 80 km/h. Dengan demikian, jika kecepatannya tetap dipertahankan 80 km/h maka mobil tersebut akan menempuh jarak 80 km dalam 1 jam.

Sebuah grafik posisi-waktu dapat digunakan untuk menghitung kecepatan sesaat. Gambar 14(a) menunjukkan grafik posisi-waktu seorang pelari yang menempuh lintasan sepanjang 100 m. Gambar 14(b) menunjukkan 2,5 detik pertama dari gerak pelari. Jika kelajuan lari orang tersebut diukur menggunakan *speedometer*, apa yang dibaca saat detik ke-1? Mulai dengan mencari kecepatan rata-rata antara 0,0 detik dan 2,0 detik. Grafik menaik, yang menunjukkan perpindahan pelari, adalah 12,5 m. Selang waktu yang dibutuhkan untuk berlari adalah 2,0 detik. Slop yang menghubungkan dua titik ini merupakan kecepatan rata-rata selama selang waktu 2,0 detik, yakni 6,3 m/s. Selanjutnya, hitung kecepatan rata-rata antara 0,5 detik hingga 1,5 detik. Dalam selang waktu tersebut, grafik menunjukkan bahwa perpindahannya sejauh 6,8 m dengan selang waktu 1,0 detik. Slop yang menghubungkan garis yang menunjukkan kecepatan rata-rata memiliki nilai 6,8 m/s. Kita dapat melanjutkan proses ini, memilih selang waktu yang semakin kecil dan semakin kecil hingga pembacaan kedua jam hampir sama. Kita dapat menggambar sebuah garis lurus yang menunjukkan nilai tangen dari sebuah titik. Kemiringan dari tangen ini disebut dengan **kecepatan sesaat** pada suatu saat tertentu.



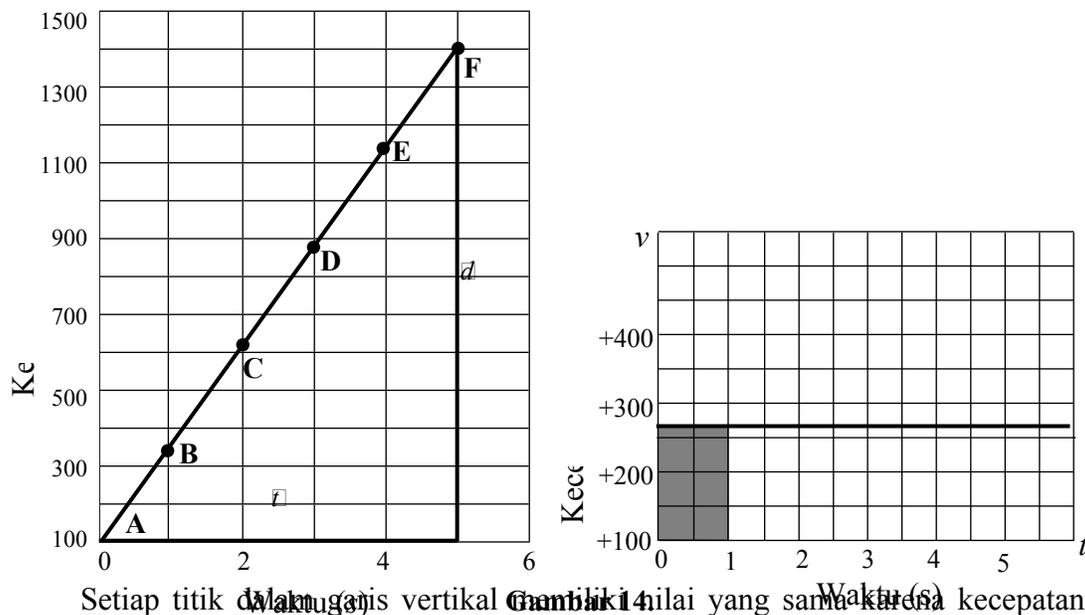
**Gambar 13(a)**



© Ikhlasul  
Dilarang menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini tanpa izin dari penulis.

## Grafik kecepatan-waktu

Sebuah grafik kecepatan-waktu merupakan alat yang sangat berguna yang dapat diunakan untuk menggambarkan gerakan baik gerakan dengan kecepatan yang tetap maupun gerakan dengan kecepatan yang berubah. Grafik di bawah menggambarkan pesawat jet yang bergerak dengan kecepatan konstan. Jika grafik tersebut diubah ke dalam grafik kecepatan-waktu, maka akan menghasilkan grafik sebagaimana ditunjukkan di sampingnya.



Setiap titik di dalam garis vertikal Gambar 14 memiliki nilai yang sama untuk kecepatan konstan. Garisnya sejajar dengan sumbu- $t$ .

### Contoh soal

© Ikhlasul

Dilarang mengandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini tanpa izin dari penulis.

Hitung perpindahan sebuah pesawat yang kecepatannya ditunjukkan pada grafik gambar 14, pada detik pertama dan detik ketiga.

**Diketahui:**

- Grafik  $v-t$  gambar 14.
- Selang waktu, 0,0 detik hingga 1,0 detik dan 0,0 detik hingga 3,0 detik.

**Ditanyakan:** perpindahan,  $d$

**Persamaan dasar:** daerah di bawah kurva,  $d = vt$

**Penyelesaian:**

Perhatikan daerah yang diarsir di bawah kurva. Sisi tegak menunjukkan kecepatannya:  $v = +260$  m/s.

a. Sisi mendatar menunjukkan selang waktu:  $t = 1,0$  s;

Luas daerah persegi panjang di bawah kurva adalah:

$$vt = (+260 \text{ m/s})(1,0 \text{ s}) = +260 \text{ m}$$

Besaran ini merupakan perpindahan pesawat dalam 1 detik.

b. Pada akhir detik ke-3, luas daerah di bawah kurva adalah:

$$vt = (+260 \text{ m/s})(3,0 \text{ s}) = +780 \text{ m};$$

Pesawat berpindah sejauh +780 m dalam 3 detik.

Jadi, luas daerah di bawah kurva pada grafik kecepatan-waktu sama dengan perpindahan benda dari kedudukan awalnya hingga kedudukannya pada saat  $t$ . Saat kecepatannya konstan, perpindahannya berbanding lurus terhadap waktu, anda akan mendapatkan garis lurus yang kemiringannya menunjukkan kecepatan.

Sumber:

Davids, Mark., Neff, Robert., Wedding, Kelly., Zitzewitz, Paul. (1995). *Merril Physical Science Teacher Wraparound Edition*. NewYork: GLENCOE McGraw-Hill.