

BAB X GERAK LURUS



Dalam kehidupan sehari-hari kita sering melihat benda dalam keadaan diam atau dalam keadaan bergerak. Gerakan benda ada bermacam-macam, dilihat dari bentuk lintasan (jalannya) maka ada *gerak lurus*, *gerak parabola*, *gerak melingkar* dan banyak lagi gerak dengan bentuk lintasan yang lainnya.



Gambar siswa menendang bola lintasannya parabola

Gambar siswa memutar pesawat dengan tali sehingga bergerak melingkar

Gambar 10-1. Gerak lurus, parabola dan

Jika dilihat dari kecepatannya, maka ada *gerak beraturan* yaitu gerak yang kecepatannya selalu tetap dan *gerak berubah* yaitu gerak yang kecepatannya selalu berubah. Hal-hal apakah yang harus dipahami dalam mempelajari gerak suatu benda? Bagaimanakah pengaruh gaya terhadap gerakan suatu benda? Untuk mengetahui semua hal itu, pelajarilah dengan baik uraian materi pokok berikut ini.

10.1. JARAK, PERPINDAHAN, LAJU DAN KECEPATAN

Misalkan dua siswa yang bersaudara pada pukul 06.30 berangkat bersama ke sekolah dengan berjalan kaki. Karena masing-masing siswa ingin menjemput temannya yang lain, maka mereka melalui jalan berbeda seperti yang terlihat pada gambar 10-1. Akhirnya siswa-1 tiba di sekolah pukul 06.50 dan siswa-2 tiba di sekolah pukul 06.45.

Tugas diskusi 10-1

1. Apakah *jarak* yang ditempuh dan *perpindahan* kedua siswa akan sama?
2. Berapakah *laju rata-rata* dan *kecepatan rata-rata* masing-masing siswa?

Gambar dua siswa berangkat dari rumah ke sekolah menempuh jalan berbeda sehingga panjang lintasannya berbeda

Pengertian *jarak* sama dengan *panjang lintasan* yang dilalui oleh gerakan benda. Dari gambar dapat terlihat bahwa jarak yang ditempuh masing-masing siswa berbeda. Sebab panjang lintasan yang ditempuh siswa-1 adalah 1,2 km, sedangkan panjang lintasan yang ditempuh siswa-2 hanya 1,1 km.

Gambar 10-2. Jarak dan

Perpindahan adalah jarak lurus dari tempat awal ke tempat akhir, maka perpindahan kedua siswa dari rumah ke sekolah adalah sama, yaitu 1 km.

Laju rata-rata adalah *jarak persatuan waktu*, artinya jarak yang ditempuh dibagi lama waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak tersebut.

$$|\bar{v}| = \frac{s}{t} \dots\dots\dots (10-1)$$

- Dengan : S = jarak, satuannya meter (m)
t = selang waktu, satuannya detik (s)
 $|\bar{v}|$ = laju rata-rata, satuannya meter per detik (ms)

Berdasarkan pengertian laju rata-rata, maka dapat ditentukan bahwa :

$$\text{Laju rata-rata siswa-1 adalah : } |\bar{v}_1| = \frac{1,2\text{km}}{20\text{menit}} = \frac{1200\text{m}}{1200\text{s}} = 1\text{ms}^{-1}$$

$$\text{Laju rata-rata siswa-2 adalah : } |\bar{v}_2| = \frac{1,1\text{km}}{15\text{menit}} = \frac{1100\text{m}}{900\text{s}} = 1,2\text{ms}^{-1}$$

Kecepatan rata-rata adalah perpindahan persatuan waktu, artinya perpindahan dibagi lama waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak tersebut.

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{t} \dots\dots\dots (10-2)$$

- Dengan : ΔS = perpindahan, satuannya meter (m)
- t = selang waktu, satuannya detik (s)
- \bar{v} = kecepatan rata-rata, satuannya meter per detik (ms^{-1})

Berdasarkan pengertian kecepatan rata-rata, maka dapat ditentukan bahwa :

$$\text{Kecepatan rata-rata siswa-1 adalah : } |\bar{v}_1| = \frac{1\text{km}}{20\text{menit}} = \frac{1000\text{m}}{1200\text{s}} = 0,8\text{ms}^{-1}$$

$$\text{Kecepatan rata-rata siswa-2 adalah : } |\bar{v}_2| = \frac{1\text{km}}{15\text{menit}} = \frac{1000\text{m}}{900\text{s}} = 1,1\text{ms}^{-1}$$

Pernyataan laju rata-rata dan kecepatan rata-rata, mengandung pengertian bahwa gerakan siswa selama berjalan dari rumah ke sekolah adalah tidak beraturan (kadang-kadang cepat dan kadang-kadang lambat).

10.2. GERAK LURUS BERATURAN

Kembali lagi kita bicarakan siswa yang berangkat ke sekolah. Jika selama berjalan langkah mereka teratur sehingga memiliki kecepatan yang tetap, maka gerakan siswa itu disebut sebagai *gerak lurus beraturan (GLB)*. Sebab dengan kecepatan yang tetap, sudah berarti bahwa lintasannya lurus dan lajunya tetap.

Pada gerak lurus beraturan, jarak dan besar perpindahannya selalu sama, sehingga laju dan besar kecepatannya juga sama. Oleh karena itulah dalam pembahasan gerak lurus beraturan tidak diperlukan adanya pernyataan laju rata-rata dan kecepatan rata-rata, cukup dengan pernyataan jarak dan laju saja, yaitu :

$$v = \frac{S}{t} \dots\dots\dots (10-3)$$

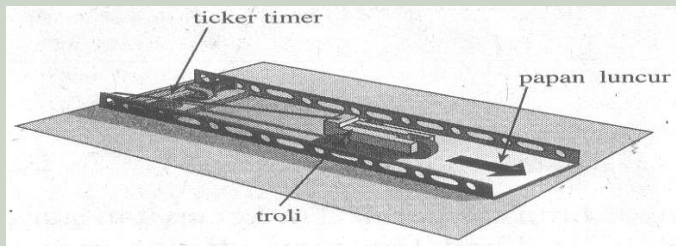
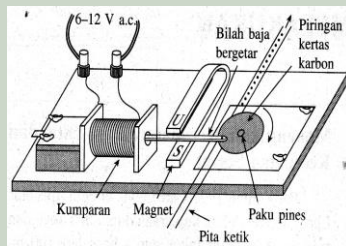
Dengan : S = Jarak (besar perpindahan), satuannya meter (m)
 t = selang waktu, satuannya detik (s)
 v = laju (besar kecepatan), satuannya metr per detik (ms⁻¹)

Untuk mengetahui karakteristik gerak lurus beraturan secara lebih detil, lakukanlah percobaan 10-1 secara berkelompok.

Tugas percobaan 10-1

Prosedur percobaan :

1. Siapkan sebuah troli (kereta dorong) dan tiker timer lengkap dengan pita kertas, karbon dan power suplay yang diperlukan.
2. Susun peralatan seperti gambar. Pastikan bahwa tegangan listrik yang digunakan sudah benar dan pita kertas ikut tertarik pada saat troli digerakkan lurus ke depan.



3. Tutup saklar listrik ke tiker timer agar ia bergetar, kemudian tarik troli secara perlahan dan teratur agar bergerak lurus beraturan (GLB). Pada pita kertas akan nampak ada titik-titik hitam bekas getaran teker timer pada karbon.

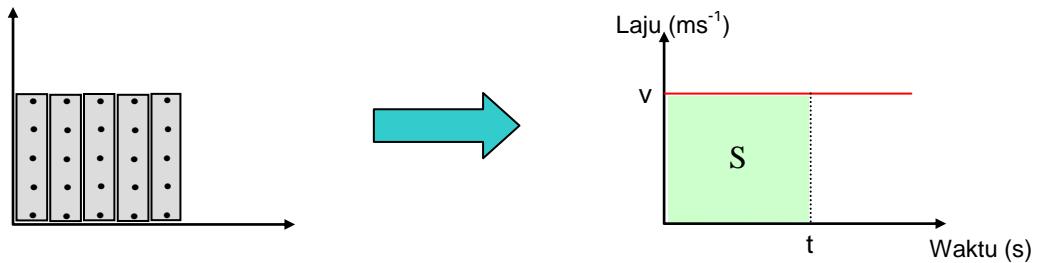


4. Ulangi percobaan 3 sekali lagi dengan menggunakan pita kertas yang baru.
5. Ambil salah satu pita kertas, lalu potong-potong dengan ukuran panjang sebanyak 5 titik. Kemudian tempelkan masing-masing potongan pita kertas itu secara berjajar di atas kertas HVS yang telah tersedia.
6. Ambil pita kertas yang lain, lalu potong-potong secara berturut-tan dengan ukuran panjang 2 titik, 4 titik, 6 titik, 8 titik, 10 titik dan seterusnya sampai habis. Kemudian tempelkan masing-masing potongan pita kertas itu secara berjajar mulai dari yang terpendek sampai yang terpanjang di atas kertas HVS yang telah tersedia.

Pertanyaan :

1. Grafik apakah yang diperoleh dari hasil percobaan 5 dan 6 ? Coba digambarkan!
2. Kesimpulan apakah yang diperoleh dari hasil percobaan tersebut? Coba jelaskan!

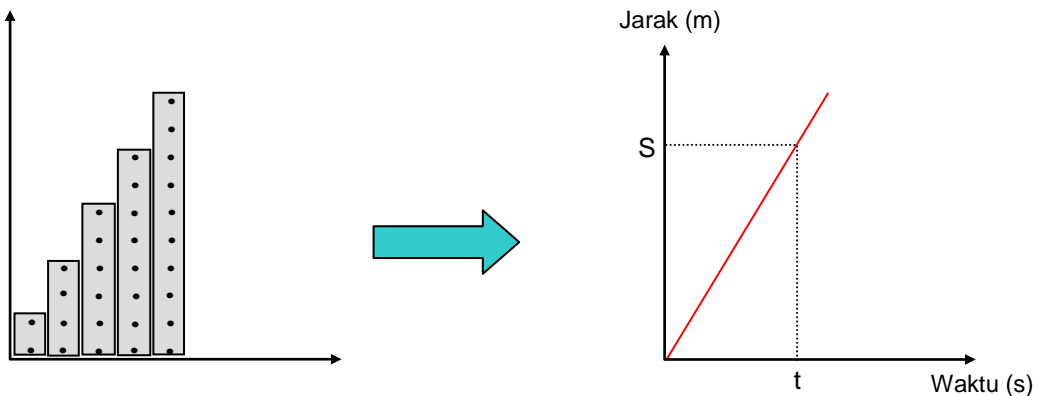
Panjang setiap potongan kertas menunjukkan jarak yang ditempuh trolis selama selang waktu tertentu. Jika pita kertas dipotong-potong dengan jumlah titik yang sama (5 titik), maka setiap potongan dapat diartikan sebagai laju trolis. Dengan demikian dari hasil percobaan 5 akan diperoleh grafik (v-t) yang menunjukkan hubungan antara laju dan waktu seperti gambar 10-3. Sedangkan dari hasil percobaan 6 diperoleh grafik (S-t) yang menunjukkan hubungan antara jarak dan waktu seperti gambar 10-4.



Gambar 10-3. Grafik (v-t) Gerak Lurus

Berdasarkan grafik (v-t) GLB, maka panjang jarak (S) yang ditempuh selama selang waktu (t) dapat ditentukan dengan cara menghitung luas daerah di bawah kurva, yaitu luas segiempat yang diberi warna :

$$s = v.t \dots\dots\dots (10-4)$$



Gambar 10-4. Grafik (S-t) Gerak Lurus

Tugas diskusi 10-2

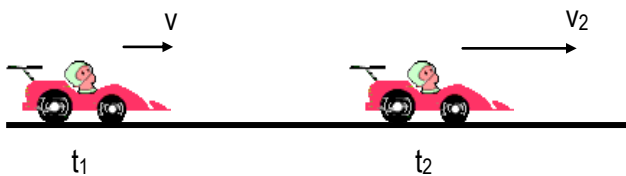
Jika tugas percobaan 10-1 diulang dengan laju trolis yang berbeda (lebih cepat atau lebih lambat), bagaimanakah bentuk kemiringan garis kurva grafik (v-t) dan grafik (S-t) dari GLB trolis tersebut. Jelaskan perbedaannya?

Apakah contoh benda yang bergerak lurus beraturan? Jika kalian naik kendaraan di jalan lurus dan merasa nyaman, coba perhatikan dengan baik jarum speedometer yang menunjukkan laju kendaraan tersebut. Maka akan terlihat bahwa jarum speedometer itu tetap diam menunjukkan suatu angka tertentu. Jika jarum speedometer tetap menunjukkan angka 54 km/jam, berarti kendaraan tersebut sedang bergerak lurus beraturan dengan laju 15 ms^{-1} . Pesawat terbang yang telah mencapai ketinggian tertentu, selalu diatur agar bergerak lurus beraturan. Naik turunnya lift pada gedung-gedung bertingkat, juga diatur agar bergerak lurus beraturan. Jika lajunya selalu berubah maka orang di dalam kendaraan atau lift akan merasa tidak nyaman, sebab pada saat terjadi perubahan laju mereka akan terdorong ke belakang, ke depan, ke atas atau ke bawah, sehingga dapat menimbulkan pusing kepala atau mabok.

10.3. GERAK LURUS BERUBAH BERATURAN

Kalian telah mengenal bahwa penggunaan rem pada setiap kendaraan dan pengaturan besar kecilnya gas pada kendaraan bermotor, dapat mengubah kelajuan kendaraan bermotor tersebut. Semakin besar gas maka kelajuan kendaraan bermotor akan semakin besar, demikian pula sebaliknya jika gas diperkecil maka kelajuannya akan berkurang. Penggunaan rem hanya untuk memperkecil laju sampai dengan kendaraan tersebut berhenti.

Pada saat kendaraan digas atau direm, ia akan mengalami perubahan laju, yaitu bertambah cepat atau bertambah lambat. Karena *perubahan laju persatuan waktu (perubahan laju dibagi waktu) disebut percepatan*, maka gerak benda yang lajunya tidak tetap disebut *gerak yang berubah* atau *gerak yang mengalami percepatan*.



Gambar 10-5. Gerak Lurus yang Lajunya

Misalkan pada saat awal (t_1) laju sebuah mobil adalah (v_1). Kemudian gas mobil diperbesar sehingga kelajuannya bertambah. Jika pada saat (t_2) laju mobil menjadi (v_2), maka *percepatan rata-rata* mobil selama selang waktu tersebut adalah :

$$\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{t} \dots\dots\dots (10-5)$$

- Dengan : Δv = perubahan laju, satuannya meter per detik (ms^{-1})
- t = selang waktu, satuannya detik (s)
- \bar{a} = percepatan rata-rata, satuannya meter per detik kuadrat (ms^{-2})

Istilah rata-rata digunakan untuk menjelaskan bahwa perubahan laju mobil persatuan waktu (percepatannya) adalah tidak beraturan. Jika selama bergerak lurus gas mobil diperbesar dengan cara yang beraturan, maka gerakan mobil akan mengalami percepatan yang selalu tetap. Gerak benda dengan lintasan lurus dan percepatan tetap disebut *gerak lurus berubah beraturan (GLBB)*. Pada kasus mobil digas ia mengalami percepatan positif, sebab dipercepat. Tetapi sebaliknya pada saat mobil direm, ia mengalami percepatan negatif, sebab diperlambat.

Karena percepatannya tetap, maka pada gerak lurus berubah beraturan (GLBB) tidak perlu lagi ada pengertian percepatan rata-rata. Oleh karena itulah dalam pembahasan gerak lurus berubah beraturan, istilah yang digunakan hanya percepatan, yaitu :

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v_2 - v_1}{t} \text{ sehingga } \boxed{v_2 = v_1 + a.t} \dots\dots\dots (10-6)$$

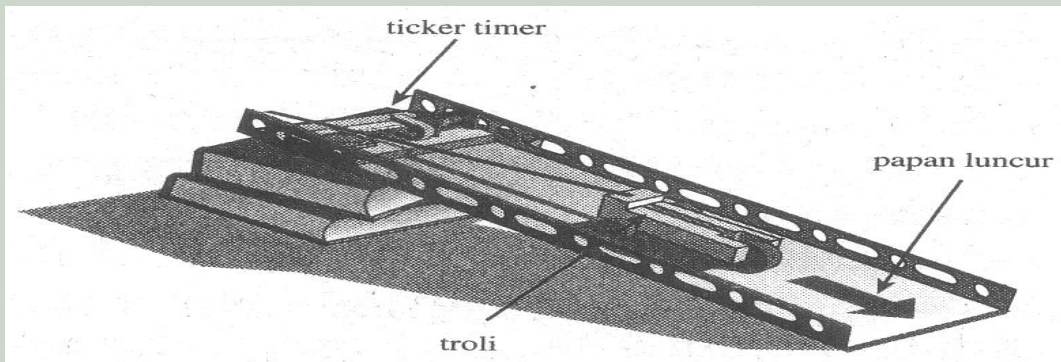
- Dengan :
- v_2 = laju akhir, satuannya meter per detik (ms^{-1})
 - v_1 = laju awal, satuannya meter per detik (ms^{-1})
 - t = selang waktu, satuannya detik (s)
 - a = percepatan, satuannya meter per detik kuadrat (ms^{-2})

Untuk mengetahui karakteristik gerak lurus berubah beraturan (GLBB) secara lebih detail, lakukanlah percobaan 10-2 secara berkelompok.

Tugas percobaan 10-2

Prosedur percobaan :

1. Persiapkan sebuah bidang miring, troli (kereta dorong) dan tiker timer lengkap dengan pita kertas, karbon dan power suplay yang diperlukan.
2. Susun peralatan seperti gambar. Pastikan bahwa tegangan listrik yang digunakan sudah benar dan pita kertas ikut tertarik pada saat troli bergerak turun di permukaan bidang miring.



3. Tutup saklar listrik ke tiker timer agar ia bergetar, kemudian lepaskan troli agar bergerak lurus ke bawah. Pada pita kertas akan nampak ada titik-titik hitam bekas getaran teker timer pada karbon.

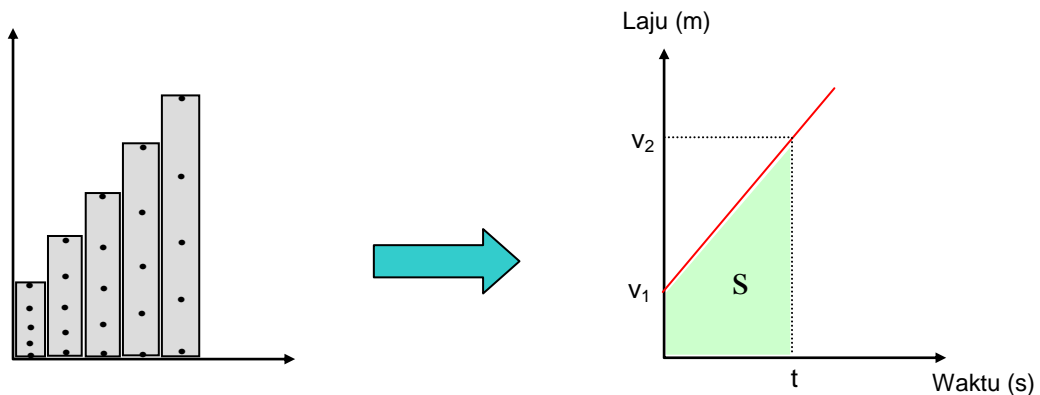


4. Ulangi percobaan 3 sekali lagi dengan menggunakan pita kertas yang baru.
5. Ambil salah satu pita kertas, lalu potong-potong dengan ukuran panjang sebanyak 5 titik. Kemudian tempelkan masing-masing potongan pita kertas itu secara berjajar di atas kertas HVS yang telah tersedia.
6. Ambil pita kertas yang lain, lalu potong-potong secara berturut-turut dengan ukuran panjang 2 titik, 4 titik, 6 titik, 8 titik, 10 titik dan seterusnya sampai habis. Kemudian tempelkan masing-masing potongan pita kertas itu secara berjajar mulai dari yang terpendek sampai yang terpanjang di atas kertas HVS yang telah tersedia.

Pertanyaan :

1. Grafik apakah yang diperoleh dari hasil percobaan 5 dan 6 ? Coba digambarkan!
2. Kesimpulan apakah yang diperoleh dari hasil percobaan tersebut? Coba jelaskan!

Dengan cara yang sama seperti yang telah kalian lakukan dalam mengerjakan tugas percobaan 10-1, maka dari hasil percobaan 5 dapat diperoleh grafik (v-t) yang menyatakan hubungan antara laju dan waktu seperti gambar 10-6. Sedangkan dari hasil percobaan 6 diperoleh grafik (S-t) yang menyatakan hubungan antara jarak dan waktu seperti gambar 10-7.

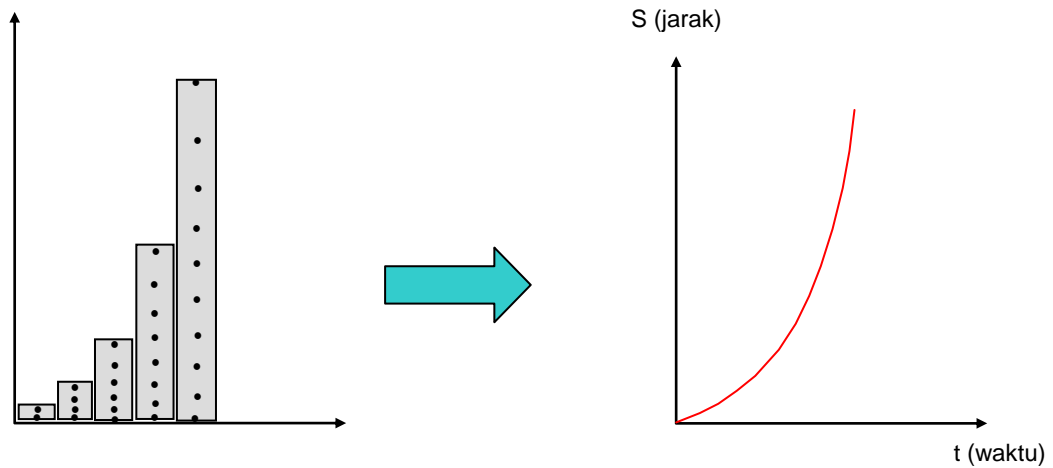


Gambar 10-6. Grafik (v-t) Gerak Lurus Berubah

Sama seperti cara menentukan jarak dari grafik (v-t) pada GLB, maka berdasarkan grafik (v-t) GLBB panjang jarak (S) yang ditempuh selama selang waktu (t) dapat juga ditentukan dengan cara menghitung luas daerah di bawah kurva, yaitu luas trapesium yang telah diberi warna :

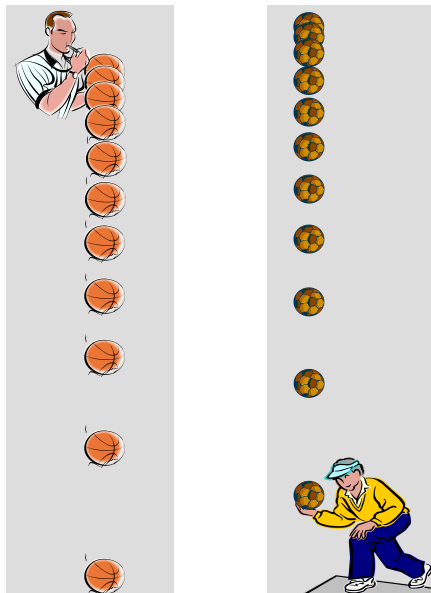
$$s = (v_1 + v_2) \frac{1}{2} t = v_1 t + \frac{1}{2} v_2 t - \frac{1}{2} v_1 t = v_1 t + \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta v}{t} \right) t^2$$

Karena : $a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow$ maka $s = v_1 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$ (10-7)



Gambar 10-7. Grafik (S-t) Gerak Lurus Berubah

Contoh gerak lurus berubah beraturan adalah gerak *benda jatuh* dan gerak *benda dilempar vertikal ke atas*, seperti yang terlihat pada gambar 10-8.



Percepatan gerak benda jatuh dan gerak benda yang dilempar vertikal ke atas, adalah sama dengan *percepatan gravitasi bumi* yang arahnya selalu ke bawah dan besarnya :

$$g = 9,8 \text{ ms}^{-2}$$

Berarti setiap detik laju benda jatuh akan bertambah sebesar $9,8 \text{ ms}^{-1}$. Sedangkan pada benda yang dilempar ke atas, setiap detik lajunya akan berkurang sebesar $9,8 \text{ ms}^{-1}$.

Gambar 10-8. Benda jatuh dan benda dilempar

Contoh Soal dan Jawabannya

1. Sebuah mobil yang semula GLB dengan laju 36 km/jam, kemudian digas agar dapat mendahului mobil lain di depannya. Jika selama digas mobil menjadi GLBB dan dalam waktu 10 detik lajunya menjadi 54 km/jam, berapakah percepatannya?

$$\begin{aligned} \text{Diketahui} : v_1 &= 36 \text{ km/jam} = \frac{36 \cdot 10^3 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 10 \text{ ms}^{-1} \\ v_2 &= 54 \text{ km/jam} = 15 \text{ ms}^{-1} \\ t &= 10 \text{ s} \end{aligned}$$

Ditanya : $a = ?$

$$\begin{aligned} \text{Jawaban} : v_2 &= v_1 + a \cdot t \\ 15 &= 10 + a \cdot 10 \longrightarrow 10 a = 5 \longrightarrow a = 0,5 \text{ ms}^{-2} \end{aligned}$$

2. Dari laju 72 km/jam sopir melakukan pengereman sehingga mobil mengalami GLBB dengan perlambatan $0,5 \text{ ms}^{-2}$. Berapa lama waktu yang diperlukan agar mobil berhenti?

$$\begin{aligned} \text{Diketahui} : v_1 &= 72 \text{ km/jam} = 20 \text{ ms}^{-1} \\ v_2 &= 0 \\ a &= -0,5 \text{ ms}^{-2} \text{ (tanda negatif berarti perlambatan)} \end{aligned}$$

Ditanya : $t = ?$

$$\text{Jawaban} : v_2 = v_1 + a \cdot t \longrightarrow 0 = 20 - 0,5 \cdot t \longrightarrow t = 40 \text{ detik}$$

3. Karena sudah matang, sebuah durian jatuh dari pohon setinggi 7,2 m. Jika percepatan gravitasi 10 ms^{-2} tentukan
a. waktu yang diperlukan untuk tiba di tanah
b. laju buah durian pada saat tiba di tanah

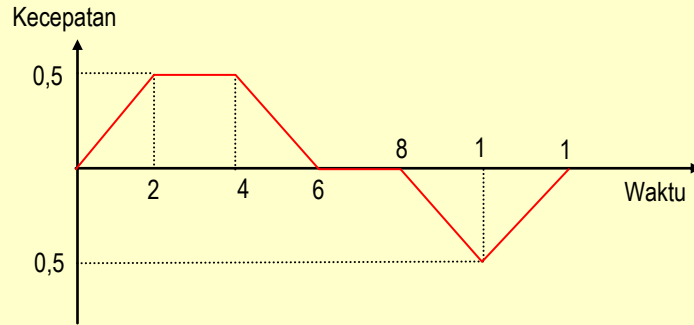
$$\begin{aligned} \text{Diketahui} : v_1 &= 0 \\ S &= 10 \text{ m} \\ a &= g = 10 \text{ ms}^{-2} \end{aligned}$$

Ditanya : $v_2 = ?$

$$\begin{aligned} \text{Jawaban} : S &= v_1 \cdot t + \frac{1}{2} g \cdot t^2 \\ 7,2 &= 0 + \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2 \longrightarrow t^2 = 1,44 \longrightarrow t = 1,2 \text{ detik} \\ v_2 &= v_1 + g \cdot t \\ v_2 &= 0 + 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

Tugas diskusi 10-3

Seorang pemain sirkus merencanakan demonstrasi mengendarai sepeda satu roda, dengan membuat grafik (v-t) sebagai berikut :



Pertanyaan :

1. Jelaskan bagaimana gerakan sepeda itu selama 12 menit tersebut ? Bila perlu kalian peragakan di depan kelas.
2. Tentukan berapa jarak dan perpindahan sepeda selama 12 menit tersebut?

TUGAS MERANGKUM

Untuk menata kembali seluruh pengetahuan yang telah kalian peroleh dari bab ini, sekarang cobalah membuat rangkuman dengan menjawab pertanyaan berikut :

1. Apakah perbedaan antara jarak dan perpindahan gerak suatu benda?
2. Apakah perbedaan antara laju dan kecepatan gerak suatu benda?
3. Apakah yang dimaksudkan dengan percepatan?
4. Apakah yang dimaksud dengan gerak lurus beraturan (GLB)?
5. Bagaimanakah bentuk persamaan kecepatan dari GLB?
6. Bagaimanakah hubungan antara laju dan waktu GLB dalam bentuk grafik (v-t)?
7. Bagaimanakah hubungan jarak dan waktu GLB dalam bentuk grafik (S-t)?
8. Apakah yang dimaksud dengan gerak lurus berubah beraturan (GLBB)?
9. Bagaimanakah hubungan laju dan waktu GLBB dalam bentuk grafik (v-t)?
10. Bagaimanakah bentuk persamaan kecepatan GLBB?
11. Bagaimanakah hubungan antara jarak dan waktu GLBB dalam bentuk grafik (S-t)?

SOAL-SOAL UNTUK LATIHAN

A. Bentuk Soal Pilihan Ganda

Pilih salah satu alternatif jawaban yang paling benar, dengan jalan memberikan tanda silang (X) pada lembar jawaban yang telah disediakan

1. Jika selama bergerak kecepatan benda mengalami perubahan, maka gerakan benda dikatakan memiliki :
- A. kelajuan B. kecepatan C. perpindahan D. percepatan

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

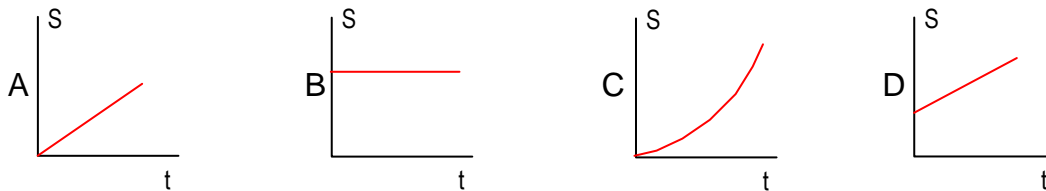
2. Gerak lurus berubah beraturan adalah gerak suatu benda yang memiliki
- A. kecepatan B. perpindahan C. percepatan D. kelajuan

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

3. Contoh gerak lurus berubah beraturan adalah :
- A. buah kelapa jatuh dari atas pohon
 B. daun jatuh dari dahan pohon
 C. orang terjun payung dari pesawat
 D. batu yang dilontarkan dengan ketapel

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

4. Grafik (S-t) yang menyatakan hubungan antara jarak dan waktu dari suatu benda yang bergerak lurus beraturan adalah :



Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

5. Jika seorang siswa berjalan teratur sehingga bergerak lurus beraturan dengan laju 3 km/jam, maka dalam waktu 10 menit jarak yang ditempuh adalah :
- A. 50 m B. 300 m C. 500 m D. 750 m

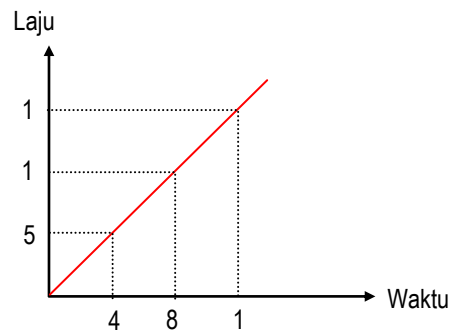
Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

B. Bentuk Soal Uraian

1. Sebuah bola dilempar vertikal ke atas dengan laju awal 20 ms^{-1} , jika percepatan gravitasi 10 ms^{-2} tentukan ketinggian maksimum yang dapat dicapai oleh bola tersebut.
2. Mulai kelajuan 18 km/jam sebuah sepeda motor terus digas sehingga GLBB dan mencapai kelajuan 72 km/jam dalam waktu 25 detik. Berapakah percepatan rata-rata sepeda motor tersebut?
3. Dua orang pelari maraton mulai start dan tiba di finis dalam waktu yang bersamaan, apakah laju rata-rata dan kecepatan rata-rata kedua pelari tersebut pasti sama?

4. Jika grafik (v-t) gerakan sebuah mobil adalah seperti gambar berikut, tentukan :

- a. percepatan mobil
- b. laju mobil pada saat $t = 14 \text{ s}$
- c. jarak yang ditempuh selama waktu 14 s



5. Perhatikan dengan baik grafik (v-t) dari sebuah mobil mainan yang bergerak selama 100 detik berikut ini. Berdasarkan grafik tersebut :

- a. Jelaskan bagaimana gerakan mobil mainan tersebut?
- b. Berapa jarak dan perpindahan mobil mainan selama 100 detik tersebut?
- c. Berapa laju rata-rata dan kecepatan rata-rata mobil mainan selama 100 detik tersebut?

