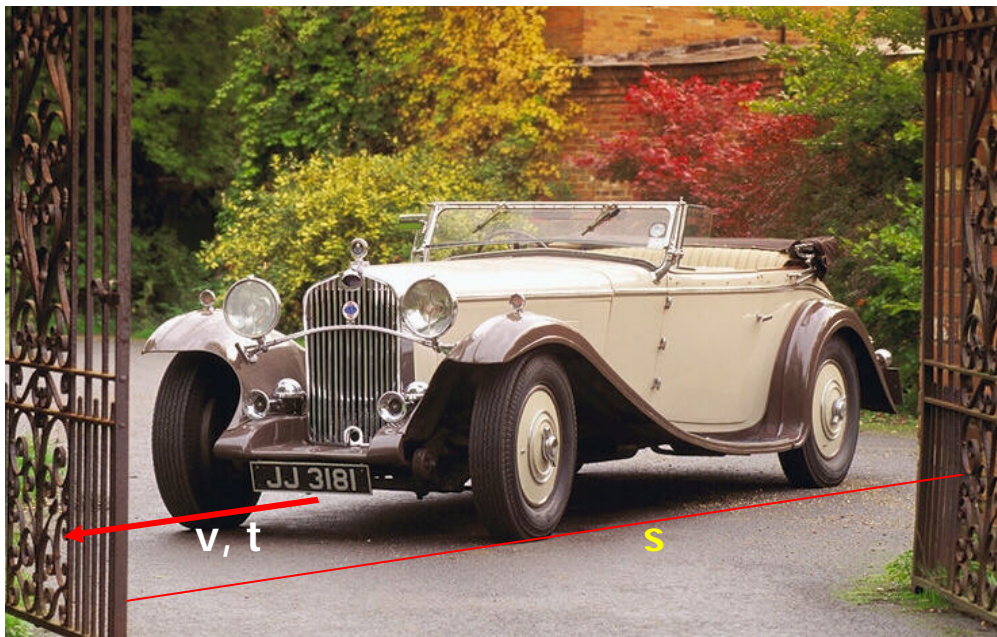


Kode FIS.05

Gerak Lurus



**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

2004

Kode FIS.05

Gerak Lurus

Penyusun

Drs. Mujiono Santoso, MPd.

Editor:

Dr. Budi Jatmiko, M.Pd.

Drs. Munasir, M.Si.

**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

2004

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan hidayah-Nya, kami dapat menyusun bahan ajar modul manual untuk SMK Bidang Adaptif, yakni mata-pelajaran Fisika, Kimia dan Matematika. Modul yang disusun ini menggunakan pendekatan pembelajaran berdasarkan kompetensi, sebagai konsekuensi logis dari Kurikulum SMK Edisi 2004 yang menggunakan pendekatan kompetensi (*CBT: Competency Based Training*).

Sumber dan bahan ajar pokok Kurikulum SMK Edisi 2004 adalah modul, baik modul manual maupun interaktif dengan mengacu pada Standar Kompetensi Nasional (SKN) atau standarisasi pada dunia kerja dan industri. Dengan modul ini, diharapkan digunakan sebagai sumber belajar pokok oleh peserta diklat untuk mencapai kompetensi kerja standar yang diharapkan dunia kerja dan industri.

Modul ini disusun melalui beberapa tahapan proses, yakni mulai dari penyiapan materi modul, penyusunan naskah secara tertulis, kemudian disetting dengan bantuan alat-alat komputer, serta divalidasi dan diujicobakan empirik secara terbatas. Validasi dilakukan dengan teknik telaah ahli (*expert-judgment*), sementara ujicoba empirik dilakukan pada beberapa peserta diklat SMK. Harapannya, modul yang telah disusun ini merupakan bahan dan sumber belajar yang berbobot untuk membekali peserta diklat kompetensi kerja yang diharapkan. Namun demikian, karena dinamika perubahan sains dan teknologi di industri begitu cepat terjadi, maka modul ini masih akan selalu dimintakan masukan untuk bahan perbaikan atau direvisi agar supaya selalu relevan dengan kondisi lapangan.

Pekerjaan berat ini dapat terselesaikan, tentu dengan banyaknya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang perlu diberikan penghargaan dan ucapan terima kasih. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini tidak berlebihan bilamana disampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang

sebesar-besarnya kepada berbagai pihak, terutama tim penyusun modul (penulis, editor, tenaga komputerisasi modul, tenaga ahli desain grafis) atas dedikasi, pengorbanan waktu, tenaga, dan pikiran untuk menyelesaikan penyusunan modul ini.

Kami mengharapkan saran dan kritik dari para pakar di bidang psikologi, praktisi dunia usaha dan industri, dan pakar akademik sebagai bahan untuk melakukan peningkatan kualitas modul. Diharapkan para pemakai berpegang pada azas keterlaksanaan, kesesuaian dan fleksibilitas, dengan mengacu pada perkembangan IPTEK pada dunia usaha dan industri dan potensi SMK dan dukungan dunia usaha industri dalam rangka membekali kompetensi yang terstandar pada peserta diklat.

Demikian, semoga modul ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya peserta diklat SMK Bidang Adaptif untuk mata-pelajaran Matematika, Fisika, Kimia, atau praktisi yang sedang mengembangkan modul pembelajaran untuk SMK.

Jakarta, Desember 2004
a.n. Direktur Jenderal Pendidikan
Dasar dan Menengah
Direktur Pendidikan Menengah Kejuruan,



Dr. Ir. Gatot Hari Priowirjanto, M.Sc.
NIP 130 675 814

DAFTAR ISI

✍	Halaman Sampul	i
✍	Halaman Francis	ii
✍	Kata Pengantar	iii
✍	Daftar Isi	v
✍	Peta Kedudukan Modul	vii
✍	Daftar Judul Modul	viii
✍	Glosary	ix

I. PENDAHULUAN

a.	Deskripsi	1
b.	Prasarat	1
c.	Petunjuk Penggunaan Modul	1
d.	Tujuan Akhir	2
e.	Kompetensi	3
f.	Cek Kemampuan	5

II. PEMELAJARAN

A.	Rencana Belajar Peserta Diklat	6
----	--------------------------------------	---

B. Kegiatan Belajar

1.	<i>Kegiatan Belajar</i>	7
a.	Tujuan Kegiatan Pemelajaran	7
b.	Uraian Materi	7
c.	Rangkuman	17
d.	Tugas	18
e.	Tes Formatif	18
f.	Kunci Jawaban	20
g.	Lembar Kerja	22
2	<i>Kegiatan Belajar</i>	24
a.	Tujuan Kegiatan Pemelajaran	24
b.	Uraian Materi	24
c.	Rangkuman	33
d.	Tugas	34
e.	Tes Formatif	35
f.	Kunci Jawaban	36
g.	Lembar Kerja	40

III. EVALUASI

A. Tes Tertulis	42
B. Tes Praktik.....	42

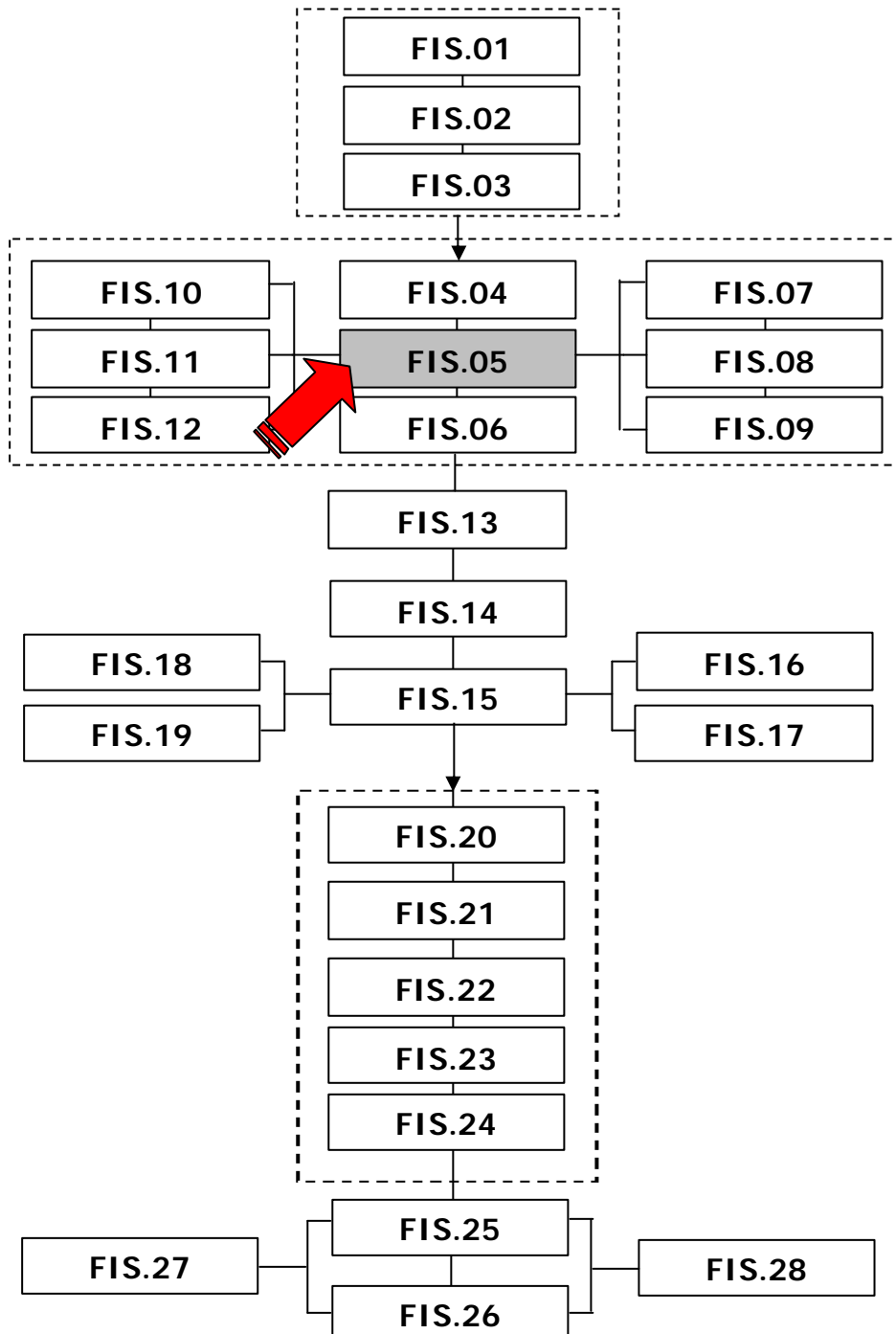
KUNCI JAWABAN

A. Tes Tertulis	43
B. Lembar Penilaian Tes Praktik.....	43

IV. PENUTUP	46
--------------------------	----

DAFTAR PUSTAKA	47
-----------------------------	----

Peta Kedudukan Modul



DAFTAR JUDUL MODUL

No.	Kode Modul	Judul Modul
1	FIS.01	Sistem Satuan dan Pengukuran
2	FIS.02	Pembacaan Masalah Mekanik
3	FIS.03	Pembacaan Besaran Listrik
4	FIS.04	Pengukuran Gaya dan Tekanan
5	FIS.05	Gerak Lurus
6	FIS.06	Gerak Melingkar
7	FIS.07	Hukum Newton
8	FIS.08	Momentum dan Tumbukan
9	FIS.09	Usaha, Energi, dan Daya
10	FIS.10	Energi Kinetik dan Energi Potensial
11	FIS.11	Sifat Mekanik Zat
12	FIS.12	Rotasi dan Kesetimbangan Benda Tegar
13	FIS.13	Fluida Statis
14	FIS.14	Fluida Dinamis
15	FIS.15	Getaran dan Gelombang
16	FIS.16	Suhu dan Kalor
17	FIS.17	Termodinamika
18	FIS.18	Lensa dan Cermin
19	FIS.19	Optik dan Aplikasinya
20	FIS.20	Listrik Statis
21	FIS.21	Listrik Dinamis
22	FIS.22	Arus Bolak-Balik
23	FIS.23	Transformator
24	FIS.24	Kemagnetan dan Induksi Elektromagnetik
25	FIS.25	Semikonduktor
26	FIS.26	Piranti semikonduktor (Dioda dan Transistor)
27	FIS.27	Radioaktif dan Sinar Katoda
28	FIS.28	Pengertian dan Cara Kerja Bahan

Glossary

ISTILAH	KETERANGAN
Besaran	Sesuatu yang dapat diukur dan dinyatakan dengan angka.
Besaran skalar	? Besaran yang cukup dinyatakan dengan suatu angka. ? Besaran yang hanya memiliki besar (nilai) saja.
Besaran vektor	? Besaran yang harus dinyatakan dengan suatu angka dan arah ? Besaran yang memiliki arah dan besar (nilai)
Gerak jatuh bebas	Gerak suatu benda yang dijatuhkan dari suatu ketinggian tanpa kecepatan awal
Gerak lurus beraturan	Gerak benda pada garis lurus yang pada selang waktu sama akan menempuh jarak yang sama.
Gerak lurus berubah beraturan	Gerak benda yang lintasannya pada garis lurus dengan perubahan kecepatan tiap selang waktu adalah tetap.
Gerak vertikal	Gerak suatu benda pada arah vertikal terhadap tanah, yang selama geraknya benda itu dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi.
Gerak vertikal ke atas	Gerak benda yang dilempar vertikal ke atas dengan kecepatan awal tertentu. Pada kasus gerak vertikal ke atas terdapat dua kejadian yaitu gerak vertikal naik dan gerak vertikal turun.
Gerak vertikal ke bawah	Gerak benda yang dilempar vertikal ke bawah dengan kecepatan awal tertentu
Gradien	Kemiringan suatu garis/kurva
Jarak	Panjang lintasan sesungguhnya yang ditempuh oleh suatu benda dalam waktu tertentu, dan tidak bergantung pada arah sehingga jarak selalu memiliki tanda positif (+).
Kedudukan	Letak suatu materi yang dinyatakan terhadap suatu titik sembarang (titik acuan).
Kuadran	Daerah pada sumbu koordinat yaitu di atas sumbu x positif dan di sebelah kanan sumbu y positif.
Lintasan	? Jalan yang dilalui suatu materi/benda yang bergerak. ? Titik berurutan yang dilalui suatu benda yang bergerak.
Percepatan	Penambahan kecepatan per satuan waktu.
Perlambatan	Pengurangan kecepatan per satuan waktu.

Perpindahan	Perubahan kedudukan awal dan akhir suatu benda karena adanya perubahan waktu dan tidak bergantung pada jalan mana yang ditempuh oleh benda.
Pewaktu ketik (ticker timer)	Alat yang dapat digunakan untuk menentukan kelajuan sesaat dan percepatan suatu benda yang bergerak.
Titik acuan	Titik pangkal pengukuran.

BAB I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Dalam modul ini anda akan mempelajari gerak suatu benda atau materi. Modul ini membahas tentang gerak lurus yang berisi bahasan mengenai jarak, kedudukan, perpindahan, kelajuan, kecepatan, percepatan, gerak lurus beraturan, dan gerak lurus berubah beraturan. Persamaan lintasan materi yang bergerak seringkali menggunakan persamaan matematika. Materi yang bergerak lurus kecepatan gerak materi beraturan maka kecepatannya juga tetap, dan gerak materi ini dapat disebut gerak lurus beraturan maka kecepatannya berubah mengikuti pola tertentu atau dapat dikatakan materi tersebut memiliki percepatan yang tetap. Materi yang bergerak lurus dan kecepatannya berubah secara beraturan dapat disebut gerak lurus berubah beraturan atau GLBB. Pada GLBB ada gerak horisontal dan gerak vertikal. Pada gerak vertikal, percepatan gerak benda dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi.

B. Prasyarat

Agar dapat mempelajari modul ini anda harus telah mengetahui perbedaan antara besaran vektor dan besaran skalar, penjumlahan vektor, dan selisih vektor.

C. Petunjuk Penggunaan Modul

1. Pelajari daftar isi serta skema kedudukan modul dengan cermat dan teliti karena dalam skema modul akan nampak kedudukan modul yang sedang anda pelajari ini di antara modul-modul lain.
2. Pahami setiap materi teori dasar yang akan menunjang penguasaan suatu pekerjaan dengan membaca secara teliti. Bila terdapat evaluasi, maka kerjakanlah evaluasi tersebut sebagai sarana latihan.

3. Jawablah soal-soal pada tes formatif dengan jawaban singkat dan jelas serta kerjakan sesuai kemampuan anda setelah mempelajari materi pada modul ini.
4. Perhatikan langkah-langkah dalam melakukan tugas dengan baik dan jika perlu konsultasikan hasil tersebut pada guru/instruktur.
5. Catatlah kesulitan yang anda dapatkan dalam modul ini untuk ditanyakan pada guru pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah berbagai referensi yang berhubungan dengan materi modul ini untuk mendapatkan pengetahuan tambahan.

D. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari modul ini diharapkan anda dapat :

1. Teliti dalam menghitung GLB.
2. Mengungkapkan kembali pengertian GLB.
3. Teliti dalam menghitung GLBB.
4. Mengungkapkan kembali pengertian GLBB.

E. Kompetensi

Kompetensi : Menerapkan Hukum Gerak dan Gaya
 Program Keahlian : Multimedia
 Mata diklat/Kode : FISIKA/FIS.05
 Durasi Pembelajaran : 15 jam @ 45 menit

SUB KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
1. Menggunakan Hukum Gerak	? Hukum gerak di-demonstrasikan sesuai dengan prinsip hukum Newton	? Hukum Newton I ? Hukum Newton II ? Hukum Newton III	? Teliti dalam menghitung hukum Newton I, II, III	? Pengertian hukum Newton I, II, III ? Perhitungan hukum Newton I, II, III	? Menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan penerapan hukum Newton I, II, III
2. Menggunakan gerak lurus	? Gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB) didemostrasikan sesuai prinsip hukum Newton	? Gerak lurus beraturan (GLBB) ? Gerak lurus berubah beraturan (GLBB)	? Teliti dalam menghitung GLB dan GLBB	? Pengertian GLBB dan GLB ? Perhitungan GLBB dan GLB	? Menerapkan prinsip-prinsip hukum gerak lurus dalam teknik multimedia ? Menerapkan prinsip-prinsip hukum gerak lurs pada head printer dan printer
3. Menghitung gerak melingkar	? Gerak melingkar dihitung sesuai dengan konsep gerak melingkar	? Kecepatan linier dan anguler ? Percepatan sentripetal dan gaya sentripetal ? Percepatan sentrifugal dan gaya sentrifugal ? Gerak melingkar pada bidang vertikal	? Teliti dalam menghitung gerak melingkar	? Pengertian gerak melingkar ? Perhitungan gerak melingkar	? Menerapkan prinsip-prinsip hukum gerak melingkar dalam teknik multimedia. ? Menerapkan prinsip-prinsip hukum gerak melingkar pada gandar karet, motor penggerak printer dan printer.
4. Menghitung gaya gesek	? Gaya gesek dihitung dengan menentukan koefisien gesek bahan	? Koefisien gaya gesek statis ? Koefisien gaya gesek kinetis	? Cermat dalam menentukan koefisien gesek bahan	? Pengertian gaya gesek ? Perhitungan gaya gesek statis dan kinetis	? Menghitung gaya gesek statis dan kinetis pada piranti printer, plotter.

E. Kompetensi

Kompetensi : Menerapkan Hukum Gerak dan Gaya
 Program Keahlian : Teknik Pemeliharaan Mekanik Industri
 Mata diklat/Kode : FISIKA/FIS.05
 Durasi Pembelajaran : 15 jam @ 45 menit

SUB KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
1. Menggunakan Hukum Gerak	? Hukum gerak di-demonstrasikan sesuai dengan prinsip hukum Newton	? Hukum Newton I ? Hukum Newton II ? Hukum Newton III	? Teliti dalam menghitung hukum Newton I, II, III	? Pengertian hukum Newton I, II, III ? Perhitungan hukum Newton I, II, III	? Menghitung gaya, massa, dan percepatan yang dialami benda.
2. Menggunakan gerak lurus	? Gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB) didemostrasikan sesuai prinsip hukum Newton	? Gerak lurus beraturan (GLBB) ? Gerak lurus berubah beraturan (GLBB)	? Teliti dalam menghitung GLB dan GLBB	? Pengertian GLBB dan GLB ? Perhitungan GLBB dan GLB	? Menghitung GLB dan GLBB
3. Menghitung gerak melingkar	? Gerak melingkar dihitung sesuai dengan konsep gerak melingkar	? Kecepatan linier dan angular ? Percepatan sentripetal dan gaya sentripetal ? Percepatan sentrifugal dan gaya sentrifugal	? Teliti dalam menghitung gerak melingkar	? Pengertian gerak melingkar ? Perhitungan gerak melingkar	? Menghitung gerak melingkar beraturan
4. Menghitung gaya gesek	? Gaya gesek dihitung dengan menentukan koefisien gesek bahan	? Koefisien gaya gesek statis ? Koefisien gaya gesek kinetis	? Cermat dalam menentukan koefisien gesek bahan	? Pengertian gaya gesek ? Perhitungan gaya gesek statis dan kinetis	? Menghitung gaya gesek statis dan kinetis

F. Cek Kemampuan

Kerjakanlah soal-soal berikut ini, jika anda dapat mengerjakan sebagian atau semua soal berikut ini, maka anda dapat meminta langsung kepada instruktur atau guru untuk mengerjakan soal-soal evaluasi untuk materi yang telah anda kuasai pada BAB III.

1. Apa yang dimaksud dengan besaran skalar dan besaran vektor?
2. Suatu vektor gaya F berarah ke kiri besarnya 50 N. Berdasarkan keterangan ini gambarlah vektor-vektor berikut:
 - a. Gaya M besarnya 90 N dan membentuk sudut 45° terhadap F .
 - b. Gaya R besarnya 40 N dan membentuk sudut 60° terhadap M .
 - c. Gaya L besarnya 60 N dan membentuk sudut 270° terhadap M
 - d. Gaya K besarnya 85 N dan membentuk sudut 75° terhadap R .
3. Gaya A besarnya 45 N ke arah utara dan gaya B besarnya 90 N ke arah timur. Titik pangkal gaya saling berhimpitan. Berapa resultan gaya yang terjadi?

BAB II. PEMBELAJARAN

A. Rencana Belajar Peserta Diklat

Kompetensi : Menerapkan konsep Gerak dan Gaya

Sub Kompetensi : Menghitung Gerak Lurus

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan Perubahan	Tanda Tangan Guru

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Kegiatan Belajar 1

a. Tujuan kegiatan pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar 1, diharapkan anda dapat:

- ☞ Menyebutkan kembali pengertian dari GLB.
- ☞ Teliti dalam menghitung GLB.

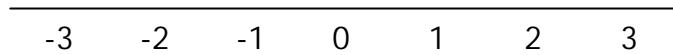
b. Uraian Materi 1

Dalam kehidupan sehari-hari sering kita mendengar kata “gerak” seperti mobil bergerak, gerakan penari, gerakan pelari, dan lain-lain. Suatu benda dikatakan bergerak bila kedudukannya berubah terhadap acuan tertentu. Misalnya anda duduk di tempat tunggu terminal dan melihat bus A bergerak meninggalkan terminal. Terminal anda tentukan sebagai acuan, maka bus A dikatakan bergerak terhadap terminal. Penumpang bus A tidak bergerak terhadap bus A, karena kedudukan penumpang tersebut setiap saat tidak berubah terhadap bus A. Setelah bus berjalan di jalan raya maka suatu saat bus akan berbelok ke kanan, berjalan lurus lagi, belok ke kiri, kemudian lurus lagi dan seterusnya. Jalan yang dilalui bus yang bergerak disebut “lintasan”.

Lintasan dapat berbentuk lurus, melengkung, atau tak beraturan. Pada kegiatan belajar 1 akan dibahas mengenai gerak suatu benda dengan lintasan lurus atau dinamakan “gerak lurus”. Karena gerak lurus merupakan gerak benda pada lintasan lurus, maka kedudukan benda terletak pada garis lurus. Garis lurus dapat digambarkan sebagai garis bilangan yang dibentuk pada sumbu x (horizontal).

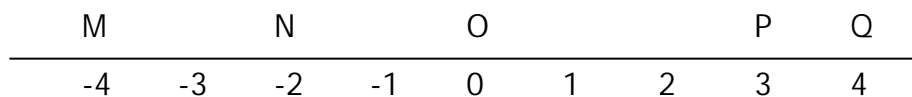
a) Kedudukan, Jarak dan Perpindahan

Pada sumbu x dapat ditetapkan titik 0 sebagai titik acuan yang merupakan titik pangkal pengukuran. Kedudukan benda dapat terletak di kiri atau kanan titik acuan. Untuk membedakannya maka kedudukan titik di sebelah kanan 0 adalah (+) dan di sebelah kiri adalah (-) seperti gambar 1.



Gambar 1. Garis Bilangan

Kedudukan benda dapat juga ditentukan oleh jarak benda tersebut terhadap titik acuan. Pada gambar 2. misalnya titik O sebagai titik acuan, kedudukan titik N berjalan 2 di kiri titik. Jadi titik N kedudukannya adalah -2.

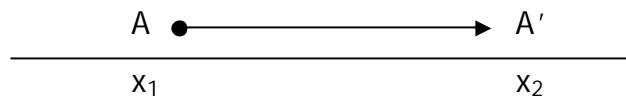


Gambar 2. Kedudukan benda pada suatu garis lurus

Berapakah kedudukan P terhadap Q dan N?

Jika Q sebagai titik acuan maka kedudukan P adalah -1 dan jika N sebagai titik acuan maka kedudukan P adalah +5.

Perhatikan gambar 3. Sebuah benda di A mula-mula kedudukannya x_1 , kemudian bergerak sampai di titik A' dengan kedudukan x_2 . benda tersebut telah berubah kedudukannya dari x_1 dan x_2 dengan perubahan s sebesar $x_2 - x_1$. Perubahan kedudukan awal dan akhir suatu benda karena adanya perubahan waktu dan tidak bergantung pada jalan mana yang ditempuh oleh benda disebut "perpindahan". Harga perpindahan bertanda (+) dan (-) yang menunjukkan arah perpindahan benda. Perpindahan sepanjang sumbu x adalah positif jika arah perpindahannya ke kanan dan negative jika arah perpindahannya ke kiri.



Gambar 3. Perpindahan ke kanan

Jarak adalah panjang lintasan sesungguhnya yang ditempuh oleh suatu benda dalam waktu tertentu, dan tidak bergantung pada arah sehingga jarak selalu memiliki tanda positif (+). Satuan SI untuk jarak (s) adalah meter. Pada gambar 3 bila $x_1 = +2$ dan $x_2 = +16$, maka jarak antara A dan A' adalah sama dengan jarak A' dan A yaitu +14.

Contoh soal:

1. Gambar 2 titik N sebagai titik acuan. Tentukan perpindahan dari P ke M!

Jawab: $x_p = +5$; $x_m = -2$

$$\text{Perpindahan} = P_{PM} = x_M - x_P = -2 - 5 = -7$$

2. Seorang pekerja pabrik berjalan dari gudang menuju ruang produksi untuk mengambil barang dan membawa barang tersebut ke gudang. Jika jarak antara gudang ke ruang produksi adalah y , tentukan jarak yang ditempuh pekerja pabrik itu dan tentukan pula perpindahan pekerja pabrik itu!

Jawab:

Jarak adalah panjang lintasan sesungguhnya yang ditempuh pekerja.

Jarak = Gudang ke ruang produksi + ruang produksi ke gudang.

$$= y + y$$

$$= 2y$$

Kedudukan awal pekerja adalah di gudang dan kedudukan akhir pekerja adalah di gudang maka:

$$\text{Perpindahan} = x_{\text{gudang}} - x_{\text{gudang}} = 0$$

b) Kelajuan dan Kecepatan

Dalam contoh kasus bus A yang bergerak tadi akan timbul pertanyaan pada anda yang berada di ruang tunggu terminal yaitu berapa jam yang akan ditempuh bus A mulai dari berangkat dari terminal sampai ke tempat tujuan? Berapa jarak antara terminal dengan tujuan bus A? Kedua pertanyaan itu berhubungan dengan jarak dan waktu.

Hubungan antara jarak dan waktu dapat diselidiki dari contoh kasus sebagai berikut: sebuah mobil berjalan di jalan tol yang lurus dan datar dengan tenang. Di sepanjang jalan tol terdapat rambu lalu lintas yang menunjukkan jarak tiap 200 meter di mulai dari gerbang tol. Tiap menempuh jarak 200 meter mobil tersebut membutuhkan waktu seperti data pada tabel 1:

Tabel 1. Hasil pengamatan

Jarak = s (m)	Waktu = t (s)	$\frac{\text{Jarak}}{\text{Waktu}}$ $\frac{? \text{ m}}{? \text{ s}}$
0	0	-
200	12,00	16,67
400	24,00	16,67
600	36,31	16,52
800	48,40	16,53
1000	60,38	16,56

Hasil bagi antara jarak dengan waktu ini dinamakan "laju" (v). Jadi secara matematis dapat ditulis

$$v = \frac{s}{t}; \text{ atau } s = v \cdot t$$

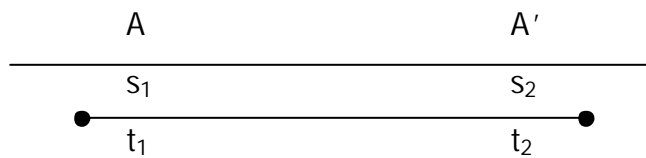
dari tabel 1. diperoleh harga kelajuan rata-rata mobil yang sama bila dibulatkan yaitu sebesar 6,5 m/s. Jadi mobil bergerak sejauh 6,5 meter tiap detik.

Kelajuan tidak bergantung pada arah sehingga kelajuan termasuk besaran skalar dan selalu bernilai positif. Sedangkan kecepatan adalah kelajuan yang arah gerakannya dinyatakan, misalnya bus berjalan dengan kecepatan 60 km/j ke utara akan berbeda dengan bus yang berjalan dengan kecepatan 60 km/j ke selatan meskipun kelajuan bus tersebut sama yaitu 60 km/j.

Bila bus tadi bergerak dengan kecepatan tetap berarti kelajuan dan arah gerakannya tetap. Gerakan bus yang berjalan di lintasan lurus dengan kecepatan tetap dapat disebut gerak lurus beraturan atau GLB. Bila bus berangkat dari Jakarta ke Bandung yang jaraknya 180 km ditempuh dalam 3 jam maka kelajuan bus tersebut adalah 60 km/j. Namun bus tidak selalu bergerak dengan kelajuan yang sama. Pada jalan yang lurus mungkin bus berjalan dengan kelajuan lebih dari 60 km/jam bahkan mungkin bus akan berhenti sejenak. Jadi kelajuan bus tadi adalah kelajuan rata-rata. Yang dimaksud dengan kelajuan rata-rata adalah hasil bagi antara jarak total yang ditempuh dengan waktu di sepanjang lintasan atau perpindahan, secara matematis dapat ditulis:

$$V = s : t$$

Pada gambar 4. sebuah benda mula-mula berada di A lalu berpindah ke A' dengan perpindahan $\Delta s = s_2 - s_1$ dan ditempuh dalam selang waktu $\Delta t = t_2 - t_1$.



Gambar 4.

Maka kecepatan rata-rata benda tersebut adalah:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Sedangkan arahnya dinyatakan dengan tanda (+) atau (-) selain itu dapat juga dinyatakan dari satu titik ke titik lain. Kecepatan rata-rata adalah hasil bagi perpindahan dan selang waktu di sepanjang lintasan atau perpindahan.

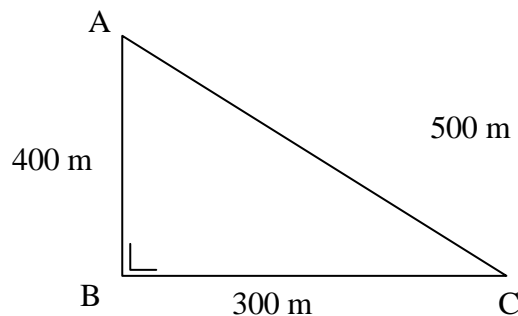
Pada suatu saat bus berjalan dengan kelajuan 30 km/j dan pada saat lain dapat berjalan dengan kelajuan 80 km/j. Perubahan kelajuan ini berlangsung dalam beberapa saat. Untuk menghitung kelajuan kendaraan pada suatu saat, perlu mengukur jarak tempuh selama selang waktu yang sangat singkat ($\Delta t \rightarrow 0$). Kelajuan sesaat dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}$$

Contoh soal

1. Sebuah bus berjalan dari A ke B dengan kelajuan 36 km/j. Lalu bergerak dari B ke C dengan kelajuan yang sama selama 30 detik. Bila panjang lintasan AB adalah 400 meter dan panjang lintasan dari B ke C adalah 500 meter, tentukan:
 - a. selang waktu yang ditempuh bus dari A ke B
 - b. kelajuan rata-rata dari A ke C
 - c. kecepatan rata-rata dari A ke C

Jawab:



$$V_{AB} = 36 \text{ km/j} = 36000 \text{ m} / 3600 \text{ s} = 10 \text{ m/s}$$

$$a. \text{ Waktu} = t_{AB} = \frac{\text{Jarak A ke B}}{\text{Kelajuan rata-rata}}$$

$$= \frac{400 \text{ m}}{10 \text{ m/s}}$$

$$= 40 \text{ s}$$

$$b. \text{ Jarak ABC} = \text{jarak AB} + \text{jarak BC}$$

$$= 400 \text{ m} + 300 \text{ m}$$

$$= 700 \text{ m}$$

$$\text{waktu ABC} = \text{waktu AB} + \text{waktu BC}$$

$$= 40 \text{ s} + 30 \text{ s}$$

$$= 70 \text{ s}$$

$$v = 700 \text{ m} / 70 \text{ s} = 10 \text{ m/s}$$

c. Kecepatan rata-rata bus adalah 10 m/s dari A ke C

2. Persamaan perpindahan mobil barang adalah $x = t^2 + 2t + 1$, dengan x dalam meter dan t dalam sekon. Hitung kecepatan sesaat pada $t = 1$ sekon.

Jawab:

$$\text{Pada } t = 1 \text{ sekon maka } x_1 = x_{t=1} = 1 + 2 + 1 = 4 \text{ m}$$

Untuk menentukan kecepatan sesaat pada saat $t_1 = 1$ sekon harus diambil Δt sekecil mungkin.

$$\text{Untuk } \Delta t = 0,1 \text{ s, maka } t_2 = 1 + 0,1 \text{ s} = 1,1 \text{ s}$$

$$x_2 = x_{t=1,1} = 1,1^2 + 2 \cdot 1,1 + 1 = 4,41 \text{ m}$$

$$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{4,41 - 4}{1,1 - 1} = 4,1 \text{ m/s}$$

$$\text{Untuk } \Delta t = 0,01 \text{ s, maka } t_2 = 1 + 0,01 \text{ s} = 1,01 \text{ s}$$

$$x_2 = x_{t=1,01} = 1,01^2 + 2 \cdot 1,01 + 1 = 4,0401 \text{ m}$$

$$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{4,0401 - 4}{1,01 - 1} = 4,01 \text{ m/s}$$

$$\text{Untuk } \Delta t = 0,001 \text{ s, maka } t_2 = 1 + 0,001 \text{ s} = 1,001 \text{ s}$$

$$x_2 = x_{t=1,001} = 1,001^2 + 2 \cdot 1,001 + 1 = 4,004001 \text{ m}$$

$$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{4,00401 - 4}{1,001 - 1} = 4,001 \text{ m/s}$$

Dari hasil perhitungan v untuk $\Delta t = 0,1 \text{ s}$; $\Delta t = 0,01 \text{ s}$ tampak bahwa semakin kecil Δt maka kecepatan rata-rata makin mendekati nilai 4 m/s . Kesimpulan yang dapat kita ambil adalah kecepatan sesaat pada $t = 1 \text{ s}$ adalah 4 m/s .

c) Hubungan Jarak, Kecepatan, dan Selang Waktu GLB

Di jalan tol yang lurus dan datar mungkin kelajuan mobil dapat diusahakan tetap atau gerak pesawat terbang pada ketinggian tertentu akan memiliki kecepatan tetap. Kedua contoh tadi adalah contoh dari gerak lurus beraturan (GLB), lintasan benda berupa garis lurus dan arah gerak selalu tetap sehingga perpindahan dapat diganti dengan jarak dan kelajuan tetap dapat diganti dengan kecepatan tetap. Sebuah benda yang bergerak dengan kecepatan tetap akan menempuh jarak yang sama untuk selang waktu Δt yang sama. Jadi dengan kata lain jarak sebanding dengan selang waktu, secara matematis dapat ditulis:

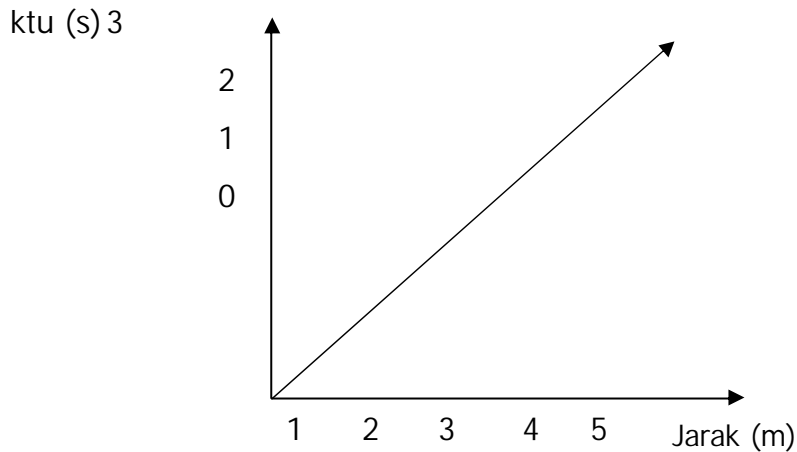
$$S = v \cdot t$$

Misalnya mobil berjalan dengan kecepatan tetap 10 m/s maka tiap detik mobil akan menempuh jarak 10 m , seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Pengamatan terhadap mobil yang bergerak.

Waktu (s)	0	1	2	3	4	5
Jarak (m)	0	10	20	30	40	50

Dari data pada tabel 2. dapat dibuat grafik jarak terhadap waktu seperti gambar 5.



Gambar 5. Grafik jarak terhadap waktu GLB

Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa pada gerak lurus beraturan jarak yang ditempuh benda berbanding lurus dengan waktu.

d) Dua benda GLB yang bergerak sejajar dan berdekatan

Untuk kasus-kasus seperti ini terdapat dua kemungkinan yaitu:

- a. Dua benda bergerak searah

Benda A mula-mula berada di depan benda B. Benda B kemudian dapat menyusul benda A. Kecepatan benda B lebih besar daripada kecepatan benda A, ($V_B > V_A$). Kasus ini dapat ditunjukkan pada gambar 6a.

- b. Dua benda bergerak berlawanan arah

Benda A dan benda B semula terpisah pada jarak s . Kedua benda akan bertemu atau berpapasan pada titik tertentu dan waktu tertentu. Kasus ini dapat ditunjukkan pada gambar 6b.



Gambar 6.

Contoh soal

1. Konversikan satuan km/j ke m/s !

a. 36 km/j

b. 10,8 km/j

Jawab:

$$a. 36 \frac{\text{km}}{\text{j}} = 36 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$b. 10,8 \frac{\text{km}}{\text{j}} = 10,8 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2. Sebuah sepeda motor bergerak lurus di jalan datar dan sepi dengan kecepatan 72 km/j. Tentukan

a. jarak (m) yang ditempuh sepeda motor dalam 1 menit.

b. Waktu yang dibutuhkan sepeda motor untuk mencapai jarak 10 meter

Jawab:

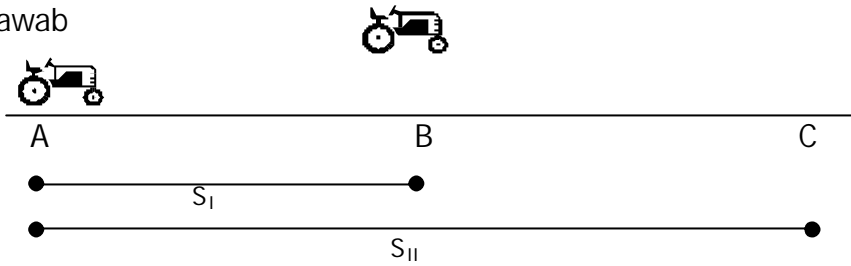
$$a. v = 72 \text{ km/j} = 20 \text{ m/s}; t = 1 \text{ menit} = 60 \text{ s}$$

$$s = v \cdot t = 20 \text{ m/s} \cdot 60 \text{ s} = 1200 \text{ m}$$

$$b. t = \frac{s}{v} = \frac{10 \text{ m}}{20 \text{ m/s}} = 0,5 \text{ s}$$

3. Dua buah mobil balap melaju searah. Mula-mula mobil balap pertama berada 30 m di depan mobil balap kedua. Jika mobil balap pertama yang kelajuannya adalah 90 m/s dapat disusul mobil balap kedua dalam 15 detik setelah kedua mobil mengambil start, berapa perpindahan mobil balap kedua pada saat sejajar dengan mobil balap pertama? Dan berapa kelajuan mobil balap kedua pada saat sejajar dengan mobil balap pertama? Dan berapa kelajuan mobil balap kedua? (kedua mobil berangkat bersama-sama).

Jawab



$$s_1 = AB = 20 \text{ m}; \text{ kecepatan mobil I} = v_I = 90 \text{ m/s}; t_I = t_{II} = 15 \text{ s}$$

Kedua mobil sejajar pada titik C.

☞ Menentukan perpindahan masing-masing mobil

Untuk mobil balap I

$$S_{BC} = v_I \cdot t_I = 90 \text{ m/s} \cdot 15 \text{ s} = 1350 \text{ m}$$

Untuk mobil balap II

$$\begin{aligned} S_{AC} &= S_{AB} + S_{BC} = 30 \text{ m} + 1350 \text{ m} \\ &= 1380 \text{ m} \end{aligned}$$

☞ Menentukan kecepatan mobil balap II

$$\begin{aligned} S_{AC} &= v_{II} \cdot t_{II} & v_{II} &= S_{AC} : t_{II} \\ & & &= 1380 \text{ m} : 15 \text{ s} \\ & & &= 92 \text{ m/s.} \end{aligned}$$

c. Rangkuman I

- ☞ Perpindahan adalah perubahan kedudukan suatu benda karena adanya perubahan waktu dan tidak tergantung pada jalan mana yang ditempuh oleh benda. Perpindahan adalah besaran vektor dimana arah perpindahannya selalu diperhatikan. Perpindahan dapat bernilai positif atau negatif.
- ☞ Jarak adalah panjang lintasan sesungguhnya yang ditempuh oleh suatu benda dalam waktu tertentu. Jarak adalah besaran skalar dan selalu bernilai positif.
- ☞ Kelajuan adalah hasil bagi jarak total yang ditempuh dengan waktunya. Kelajuan adalah besaran skalar.

- ☞ Kecepatan adalah hasil bagi perpindahan dan selang waktunya yang arah geraknya dinyatakan. Kecepatan adalah besaran vektor.
- ☞ GLB adalah gerak benda pada garis lurus yang pada selang waktu sama akan menempuh jarak yang sama. Jadi kecepatannya selalu tetap. Kecepatan tetap adalah kelajuan dan arahnya selalu tetap. Kecepatan tetap adalah kelajuan dan arahnya selalu tetap.

d. Tugas I

Diskusikan tugas berikut ini dengan teman anda

1. Pengamatan terhadap sebuah benda bergerak lurus beraturan terdapat pada data pada tabel 3. Dari data pada tabel 3 buatlah grafik jarak (m) terhadap waktu (s).

Tabel 3.

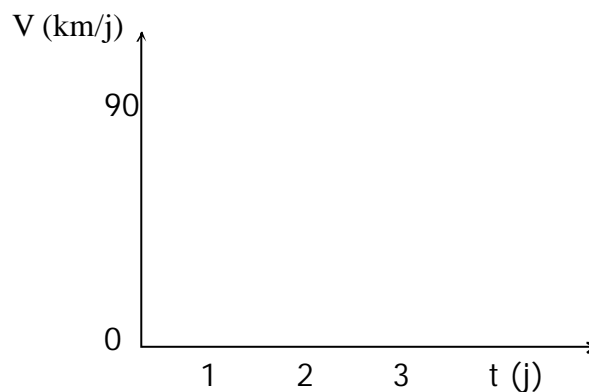
Waktu (s)	0	1	2	3	4	5
Jarak (m)	0	20	40	60	80	100

Dari grafik yang anda buat diskusikan hubungan antara kemiringan grafik dengan kecepatan benda dan apabila grafik s-t curam bagaimana tingkat kecepatan gerak lurus beraturan benda?

2. Dari data pada tabel 3. Buatlah grafik waktu (s) terhadap kecepatan (m/s) dan arsirlah daerah yang di bawah grafik t-v.
 - a. Hitung luas daerah yang diarsir
 - b. Bagaimana hubungan antara luas daerah yang diarsir tersebut dengan jarak yang ditempuh benda tersebut? (nyatakan dengan persamaan matematisnya).

e. Tes Formatif

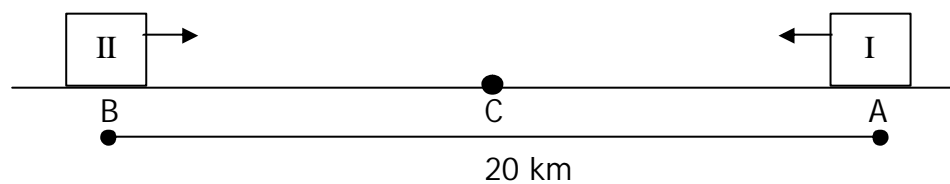
1. Apa yang dimaksud dengan gerak lurus beraturan?
2. Apakah speedometer pada sepeda motor menunjukkan kelajuan sesaat, kelajuan rata-rata, kecepatan sesaat, atau kecepatan rata-rata?
3. Seorang pekerja berangkat ke pabrik dengan mengendarai sepeda motor dengan kelajuan 60 km/j. Berapa km jarak yang ditempuh pekerja tersebut selama 120 detik?
4. Dua buah mobil bergerak pada lintasan lurus. Mobil I memiliki kecepatan 72 km/j ke selatan. Setelah 4 menit mobil II berangkat dengan kecepatan 80 km/j ke utara. Jika jarak kedua mobil semula adalah 20 km, kapan kedua mobil berpapasan? Dan berapa jarak antara titik awal mobil II dengan titik berpapasan kedua mobil?
5. Sebuah kereta api bergerak dengan kelajuan tetap yang ditunjukkan pada grafik di bawah ini.



Hitung jarak yang ditempuh kereta setelah bergerak 90 menit.

f. Kunci jawaban 1

- Gerak lurus beraturan adalah gerak suatu benda pada garis lurus yang pada selang waktu yang sama akan menempuh jarak yang sama atau memiliki kecepatan tetap.
- Speedometer pada sepeda motor mengukur kelajuan sesaat karena pada speedometer tidak menunjukkan arah gerak sepeda motor. Pada saat gas diinjak, speedometer menunjukkan nilai kelajuan pada saat itu demikian pula pada saat rem diinjak, maka kelajuan sepeda motor akan diketahui. Maka speedometer menunjukkan kelajuan sesaat sepeda motor.
- Kecepatan sepeda motor = $v = 60 \text{ km/j}$; $t = 120 \text{ detik} = 1/30 \text{ jam}$.
Maka jarak yang ditempuh adalah
 $S = v \cdot t = 60 \text{ km/jam} \cdot 1/30 \text{ j} = 2 \text{ km}$
- Kita anggap arah utara bertanda positif dan arah selatan bertanda negatif



Misalkan titik berpisahannya kedua mobil ada di titik C

$$t = t_I = (t_{II} + 4) \text{ menit atau } t_{II} (t_I - 4) \text{ menit} = (t - 4) \text{ menit}$$

$$v_I = -72 \text{ km/j} = -6/5 \text{ km/menit}; v_{II} = 80 \text{ km/j} = 4/3 \text{ km/menit}$$

Menentukan perpindahan kedua mobil

Untuk mobil I

$$S_{AC} = v_I \cdot t_I = -6/5 \text{ km/ menit} \cdot t \text{ menit} = -6t/5 \text{ km}$$

Perpindahan bertanda negative karena arah perpindahan ke kiri. Jadi mobil I berpindah sejauh $6t/5 \text{ km}$ ke selatan atau jarak titik A ke titik C adalah $6t/5 \text{ km}$

Untuk mobil II

$$S_{BC} = v_{II} \cdot t_{II} = 4/3 \text{ km/menit} \cdot (t - 4) \text{ menit} = 4(t - 4)/3 \text{ km}$$

Mobil II berpindah sejauh $4(t - 4)/3$ km ke utara atau jarak titik B ke titik C adalah $4(t - 4)/3$ km.

Syarat berpapasan kedua mobil adalah jarak titik A ke titik B sama dengan jumlah antar jarak titik A ke C dan jarak titik B ke C.

$$AB = BC + AC$$

$$20 \text{ km} = 4(t - 4)/3 \text{ km} + 6t/5 \text{ km}$$

$$20 = \frac{4t - 16}{3} + \frac{6t}{5}$$

$$20 = \frac{20t - 18t + 80}{15}$$

$$300 = 38t + 80$$

$$38t = 380$$

$$t = 10 \text{ menit}$$

Jadi kedua mobil bertemu setelah mobil I berjalan selama 10 menit atau setelah mobil II berjalan selama 6 menit.

$$S_{BC} = 4(t - 4)/3 \text{ km}$$

$$S_{BC} = 4 \cdot 6/3 \text{ km}$$

$$= 8 \text{ km}$$

Jadi titik berpapasmunya kedua mobil berjarak 8 km dari posisi mobil II semula

5. Jarak yang ditempuh kereta api dalam 90 menit dengan kelajuan 90 km/j

$$t = 90 \text{ menit} = 1,5 \text{ jam}; v = 90 \text{ km/j}$$

$$s = v \cdot t = 90 \text{ km/j} \cdot 1,5 \text{ j} = 135 \text{ km}$$

g. Lembar Kerja 1

1. Alat: - ticker timer, - gunting, - mobil mainan *remote control*
2. Bahan: pita ketik, kertas karton warna
3. Keselamatan kerja
 - ↳ Pastikan catu daya dalam keadaan padam
 - ↳ Sesuaikan tegangan listrik PLN dengan tegangan yang ada pada *ticker timer*.
4. Langkah kerja
 - ↳ Letakkan ticker timer di atas meja datar dan jepitlah dengan penjepit.
 - ↳ Hubungkan catu daya ke aliran listrik.
 - ↳ Hubungkan ticker timer dengan catu daya. Masukkan salah satu ujung pita ketik (panjangnya sekitar 1,5 meter) di bawah cakram kertas karbon, sedangkan ujung yang lain lekatkan ke mobil mainan remote.
 - ↳ Hidupkan catu daya.
 - ↳ Jalankan mobil mainan remote tersebut menjauhi ticker timer (usahakan kecepatan mobil stabil).
 - ↳ Buatlah tanda pada pita ketik setiap 10 ketikan. Potong pita ketik tersebut di tiap tanda dengan gunting dan beri nomor untuk setiap potongannya.
 - ↳ Tempelkan potongan-potongan pita sesuai no urut di karton warna mulai dari tepi kanan karton dan gunakan tepi karton sebagai sumbu koordinat.
 - ↳ Setiap potongan pada grafik tersebut menyatakan kelajuan sesaat mobil mainan tersebut.
 - ↳ Tentukan kelajuan pada berbagai saat ketika mobil mainan tersebut berjalan.

5. Cara menghitung kelajuan sesaat dari diagram batang

Misalkan frekuensi listrik yang dihubungkan ke ticker timer adalah 50 Hz, maka bilah baja akan melakukan 50 getaran tiap detik. Artinya bilah tersebut membutuhkan waktu $t = 1/50$ detik untuk satu getaran. Waktu satu getaran disebut satu ketikan.

Maka : 1 ketikan = $1/50$ detik

10 ketikan = $1/5$ detik

Bila jarak (s) tiap 10 ketikan ($t = 1/5$ detik) adalah 10 cm (0,1 m), maka kelajuan sesaatnya dapat dihitung sebagai berikut:

$$v = s/t$$

$$v = (0,1 \text{ m}) : (1/5 \text{ detik})$$

$$v = 0,5 \text{ m/s}$$

Kesimpulan

Bila diagram batang yang dihasilkan adalah membentuk garis lurus/ sejajar maka benda mengalami gerak lurus beraturan. Bila diagram batang yang dihasilkan membentuk garis tidak sejajar maka benda mengalami gerak lurus berubah.

2. Kegiatan Belajar 2

a. Tujuan kegiatan Pembelajaran 2

Setelah mempelajari materi pada kegiatan belajar 2, diharapkan anda dapat:

- ☞ Menyebutkan kembali pengertian dari GLBB.
- ☞ Teliti dalam menghitung GLBB

b. Uraian Materi

Gerak yang sering kita amati dalam kehidupan sehari-hari adalah gerak tidak beraturan atau gerak berubah. Gerak berubah yang paling sederhana adalah gerak lurus berubah beraturan (GLBB). GLBB adalah gerak benda pada lintasan lurus dengan percepatan atau perlambatan tetap. Sebagai contoh adalah gerak mobil pada saat akan berjalan. Mobil semula diam kemudian bergerak perlahan dan semakin cepat. Atau gerak mobil yang akan berhenti, ketika pengemudi menginjak rem maka mobil tidak langsung berhenti tapi mobil akan berjalan lambat, semakin lambat, dan akhirnya berhenti.

a) Gerak lurus dipercepat

Dari contoh di atas, mobil yang semula diam ($v_0 = 0$) mengalami peningkatan kecepatan sampai kecepatan tertentu dalam selang waktu $\Delta t = t_2 - t_1$ terjadi perubahan kecepatan $\Delta v = v_2 - v_1$, maka percepatan rata-rata dapat dinyatakan:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Percepatan adalah perlajuan yang arah geraknya dinyatakan, sehingga percepatan merupakan besaran vektor. Contoh: percepatan benda adalah 2 m/s^2 ke utara berbeda dengan percepatan benda 2 m/s^2 ke selatan. Sedangkan perlajuan adalah besaran skalar, contohnya: perlajuan benda 2 m/s^2 ke utara sama dengan perlajuan benda 2 m/s^2

ke selatan, karena perlajuan hanya memperhatikan besarnya penambahan kelajuan tiap detik bukan arah geraknya.

Bila kita ingin mengetahui percepatan benda pada selang waktu sangat singkat maka kita harus menghitung percepatan sesaatnya dengan

rumus:
$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

Mula-mula ($t_0 = 0$) benda memiliki kecepatan awal ($v_0 = 0$) dan dalam selang waktu t_t memiliki kecepatan v_t . Benda tersebut mengalami percepatan a setiap satu selang waktu, jadi setelah satu selang waktu, kecepatan benda menjadi $v_0 + a$. Setelah satu selang waktu berikutnya atau selang waktu yang kedua kecepatan bertambah menjadi $v_0 + 2a$. Setelah satu selang waktu berikutnya atau selang waktu yang ketiga kecepatan bertambah menjadi $v_0 + 3a$. Maka untuk satu selang waktu t atau selang waktu yang kedua kecepatan bertambah menjadi $v_0 + at$. Secara matematis dapat ditulis:

$$v_t = v_0 + at \quad \text{atau}$$

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

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

contoh soal

1. Sebuah partikel bergerak dengan kecepatan 36 km/j ke kanan dan setelah 10 detik, kecepatan bertambah menjadi 72 km/j. Tentukan besar dan arah percepatan!

Jawab : $v_0 = 36 \text{ km/j} = 36000\text{m}/3600 \text{ s} = 10 \text{ m/s}$

$$v_t = 72 \text{ km/j} = 20 \text{ m/s}$$

$$t = 10 \text{ s}$$

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

$$= \frac{20\text{m/s} - 10 \text{ m/s}}{10}$$

$$= 1 \text{ m/s}^2$$

Besarnya percepatan adalah 1 m/s^2 dan arah percepatan adalah ke kanan.

2. Sebuah mobil yang semula diam kemudian menambah kecepatannya sebesar 8 m/s tiap 2 detik. Berapa kecepatan mobil 5 detik?

Jawab: $v = 8 \text{ m/s}$; $t = 2 \text{ s}$

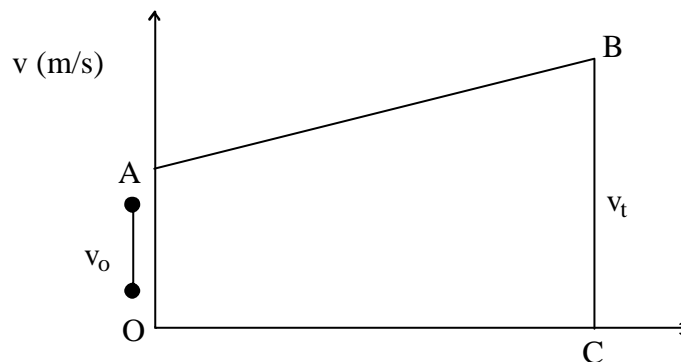
$$a = \frac{v}{t}$$

$$a = \frac{8 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = 4 \text{ m/s}^2$$

$$v_t = v_0 + at = 0 + 4 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ s} = 20 \text{ m/s}$$

b) Hubungan perpindahan, kecepatan, dan waktu GLBB

Perhatikan gambar 7. pada grafik t - v , jika perpindahan (s) yang ditempuh sama dengan luas daerah yang diarsir maka:



Gambar 7. Grafik $t - v$ GLBB

$$s = \text{luas trapezium O ABC}$$

$$s = \text{jumlah sisi sejajar} \times \frac{1}{2} \text{ tinggi}$$

$$s = (v_0 + v_t) \times \frac{1}{2} t$$

$$= \{(v_0 + (v_0 + at))\} \times \frac{1}{2} t$$

$$= (2v_0 + at) \times \frac{1}{2} t$$

$$s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

Dari persamaan di atas, dapat diturunkan persamaan baru seperti di bawah ini:

$$s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \qquad t = \frac{v_t - v_0}{a}$$

$$s = v_0 \cdot \frac{v_t - v_0}{a} + \frac{1}{2} a \frac{(v_t - v_0)^2}{a^2}$$

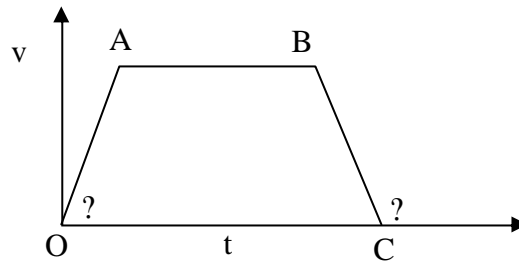
$$s = \frac{v_t - v_0}{a} + \frac{1}{2} a \frac{(v_t^2 - 2v_0v_t + v_0^2)}{a^2}$$

$$s = \frac{(v_t^2 - v_0^2)}{2a} \text{ atau } v_t^2 - v_0^2 = 2a \cdot s$$

c) Gerak lurus diperlambat

Gerak lurus diperlambat merupakan salah satu jenis gerak lurus berubah beraturan. Bila benda yang bergerak pada lintasan lurus, kelajuannya berkurang secara tetap dalam selang waktu tertentu, maka benda tersebut bergerak lurus diperlambat. Contoh: mobil yang melaju dengan kecepatan v tiba-tiba pengemudinya menginjak rem sehingga kelajuannya berkurang secara bertahap. Persamaan matematis untuk menyelesaikan kasus gerak lurus diperlambat sama dengan persamaan matematis pada gerak lurus dipercepat, hanya nilai percepatan (a) diberi tanda negative.

Untuk lebih memahami penggunaan persamaan GLBB perhatikan kasus berikut ini. Sebuah mobil yang semula diam, kemudian melaju dengan percepatan a sampai kecepatan stabil. Karena ada rintangan, kecepatan mobil dikurangi sampai akhirnya mobil berhenti. Dari kasus ini dapat digambarkan grafik t - v di bawah ini.



Gambar 8. Grafik t-v pengamatan pada sebuah mobil

Pada kurva OA mobil yang semula diam mengalami percepatan a sampai kecepatan tertentu. Kurva AB menggambarkan kecepatan stabil dari mobil atau mobil bergerak lurus beraturan. Pada kurva BC mobil mengalami perlambatan sampai kecepatan akhirnya adalah nol (mobil berhenti).

Jarak total yang ditempuh mobil tersebut adalah sama dengan luas trapezium OABC. Percepatan mobil pada suatu saat sama dengan kemiringan (gradient) kurva OA. Secara matematis dapat dirumuskan:

$$a = \tan \theta$$

sedangkan perlambatan mobil sama dengan kemiringan kurva BC. Secara matematis dirumuskan:

$$a = \tan \theta$$

Sudut θ adalah sudut lancip (kuadran I) $0^\circ < \theta < 90^\circ$, sehingga nilai $\tan \theta$ adalah positif. Sedangkan sudut θ adalah sudut tumpul (kuadran II) $90^\circ < \theta < 180^\circ$, sehingga nilai $\tan \theta$ adalah negative, atau perlambatan adalah percepatan yang bernilai negatif.

Contoh soal

1. Mobil yang semula diam, mulai berjalan dengan percepatan 3 m/s^2 . Setelah 10 detik berapa kecepatan mobil tersebut? Dan berapa jarak yang ditempuhnya? (mobil berjalan lurus).

Jawab : mobil mulai bergerak dari keadaan diam

$$v_0 = 0; a = 3 \text{ m/s}^2; t = 10 \text{ detik}$$

Menentukan kecepatan mobil setelah 20 detik dengan persamaan

$$\begin{aligned}v_t &= v_0 + a \cdot t \\v_t &= 0 + 3 \text{ m/s}^2 \cdot 20 \text{ s} \\&= 60 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Menentukan jarak yang ditempuh dalam 20 detik

$$\begin{aligned}s &= v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \\&= 0 + \frac{1}{2} \cdot 3 \text{ m/s}^2 \cdot 400 \text{ s}^2 \\&= 600 \text{ m}\end{aligned}$$

atau dapat diselesaikan dengan persamaan

$$\begin{aligned}s &= \frac{(v_t^2 - v_0^2)}{2a} = \frac{(60 \text{ m/s})^2 - 0^2}{2 \cdot 3 \text{ m/s}^2} \\&= 600 \text{ m}\end{aligned}$$

2. Kereta api ekonomi berjalan pada rel lurus dengan kecepatan 72 km/j. Ketika akan memasuki stasiun, masinis mengurangi kecepatan kereta api dengan perlambatan 10 m/s^2 . Berapa jarak yang masih ditempuh kereta api sejak pengereman dilakukan?

Jawab: $v_0 = 72 \text{ km/j} = 20 \text{ m/s}$; $v_t = 0$

Perlambatan = $a = -10 \text{ m/s}^2$

$$s = \frac{(v_t^2 - v_0^2)}{2a} = \frac{0 - (20 \text{ m/s})^2}{2 \cdot (-10 \text{ m/s}^2)}$$

$$s = 20 \text{ m}$$

Jadi jarak yang masih ditempuh kereta api sejak pengereman dilakukan adalah sejauh 20 meter

d) Gerak vertikal

Gerak vertikal termasuk GLBB sehingga persamaan gerak vertikal sama dengan persamaan GLBB. Pernahkah anda melempar bola ke atas lalu pada ketinggian tertentu bola tersebut bergerak ke bawah? Atau pernahkah anda melihat kegiatan terjun payung? Kedua kegiatan tadi berhubungan dengan gerak vertikal. Penerjun payung

yang semula diam lalu jatuh ke tanah akan mendapat percepatan yang sama dengan jatuhnya bola setelah bola mencapai ketinggian maksimal. Percepatan ini disebabkan adanya gaya gravitasi bumi atau disebut percepatan gravitasi (simbol g). Percepatan gravitasi arahnya selalu ke bawah, menuju pusat bumi. Kedua kegiatan di atas merupakan contoh dari gerak vertikal. Jadi gerak vertikal adalah gerak suatu benda pada arah vertikal terhadap tanah yang selama geraknya benda itu dipengaruhi gaya gravitasi bumi.

Gerak vertikal yang akan kita bahas adalah gerak jatuh bebas, gerak vertikal ke bawah, dan gerak vertikal ke atas. Gerak jatuh bebas adalah gerak suatu benda yang dijatuhkan dari suatu ketinggian tanpa kecepatan awal ($v_0 = 0$). Gerak vertikal ke bawah adalah gerak suatu benda yang dijatuhkan vertikal dari suatu ketinggian dengan kecepatan awal tertentu. Gerak vertikal ke atas terdiri dari dua macam gerak yaitu gerak vertikal naik dengan kecepatan awal tertentu dan gerak vertikal turun dengan kecepatan awal nomor pada saat benda dilempar ke atas maka pada ketinggian tertentu benda berhenti sejenak selanjutnya benda bergerak ke bawah. Pada gerak vertikal semua besaran vektor yang mengarah ke bawah bernilai negative, sedangkan yang mengarah ke atas bernilai positif.

Contoh soal

1. Sebuah mangga jatuh dari pohon. Setelah 1 detik mangga tersebut menyentuh tanah. Hitunglah
 - a. kecepatan buah mangga tersebut pada saat menyentuh tanah?
 - b. Ketinggian buah mangga tersebut saat masih di pohonnya.

Jawab:

Percepatan mangga tidak diketahui di soal maka

Percepatan mangga = $a = -g = -9,8 \text{ m/s}^2$; $v_0 = 0$

$$\begin{aligned} \text{a. } v_t &= v_0 + a \cdot t \\ &= 0 + (-9,8 \text{ m/s}^2) \cdot 1\text{s} \\ &= -9,8 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Kecepatan akhir mangga adalah 9,8 m/s dengan arah ke bawah.

$$\begin{aligned} \text{b. } s &= v_0 t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \\ &= 0 + \frac{1}{2} (-9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (1\text{s})^2 \\ &= -4,9 \text{ m} \end{aligned}$$

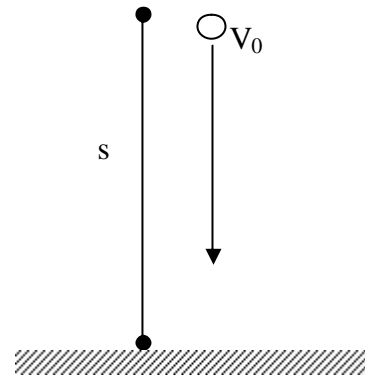
Tanda (-) menunjukkan arah perpindahan buah mangga ke bawah atau buah mangga setelah jatuh berada di bawah kedudukan buah mangga sebelumnya. Jadi tinggi buah mangga sebelum jatuh dari pohon adalah 4,9 m.

2. Sebuah bola tennis dilempar vertikal dari ketinggian 25 m dengan kecepatan tertentu dan waktu yang dibutuhkan bola tennis tersebut untuk sampai ke tanah adalah 2 detik. Tentukan: kecepatan awal bola tennis dan kecepatan bola tennis pada saat mengenai tanah!

Jawab: Perpindahan $s = -25 \text{ m}$, tanda (-) menunjukkan kedudukan bola tennis di bawah kedudukan semula. Kecepatan awal bola

tennis = $v_0 = 0$

$$\begin{aligned} s &= v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \\ v_0 t &= s - \frac{1}{2} a \cdot t^2 \\ v_0 &= \frac{s - \frac{1}{2} a \cdot t^2}{t} \\ v_0 &= \frac{25\text{m} - \frac{1}{2} (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot 2^2}{2 \text{ s}} \end{aligned}$$



$v_0 = -2,7 \text{ m/s}$, kecepatan bola saat menyentuh tanah adalah 2,7 m/s ke arah bawah.

Kecepatan akhir bola tennis = v_t

$$\begin{aligned} v_t &= v_0 + a \cdot t \\ &= -2,7 \text{ m/s} + (-9,8 \text{ m/s}^2) \cdot 2\text{s} \end{aligned}$$

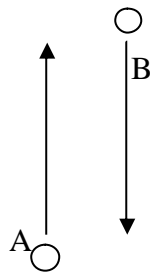
= -22,3 m/s, kecepatan bola tennis pada saat menyentuh tanah adalah 22 m/s dengan arah ke bawah

3. Seorang pelatih bola voli melemparkan bola voli vertikal ke atas dengan kecepatan awal 9,8 m/s. Setelah mencapai ketinggian tertentu bola tersebut bergerak ke bawah dan ditangkap oleh pelatih. Berapa ketinggian maksimum bola dan berapa lama bola berada di udara?

Jawab:

Jika titik maksimum di B, titik awal dan titik akhir bola di A

✍ Gerak bola ke atas sampai mencapai titik maksimum (dari titik A ke B), ketinggian maksimal bola adalah AB



Kecepatan awal bola di A atau $v_0 = + 19,6$ m/s

Kecepatan akhir bola di B atau $v_t = 0$ m/s (bola diam sejenak sebelum bergerak ke bawah).

$$a = -g = -9,8 \text{ m/s}^2$$

Karena yang diketahui pada soal adalah v_0 , a , v_t , maka persamaan perpindahan (ketinggian) yang digunakan adalah

$$s_{AB} = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2a}$$

$$s_{AB} = \frac{0^2 - (9,8 \text{ m/s})^2}{2 \cdot (-9,8 \text{ m/s}^2)} = 4,9 \text{ m}$$

Jadi tinggi maksimum bola adalah 4,9 m

Selang waktu bola dari A ke B adalah

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

$$t = \frac{0 - 9,8 \text{ m/s}^2}{-9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$= 1 \text{ sekon}$$

✍ Gerak bola ke bawah (BA)

Kecepatan awal bola di titik B = $v_0 = 0 \text{ m/s}$

Perpindahan bola dari B ke A atau $s_{BA} = -4,9 \text{ m}$ (kedudukan bola di bawah kedudukan bola sebelumnya)

Karena yang diketahui adalah v_0 dan s_{BA} maka persamaan yang digunakan adalah:

$$t^2 = \frac{2(s - v_0 t)}{a}$$

$$t^2 = \frac{2(-4,9 \text{ m} - 0)}{-9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$= 1 \text{ s}^2$$

$$t = 1 \text{ s}$$

Lama bola di udara jumlah selang waktu naik dan selang waktu turun. Jadi lama bola di udara adalah 2 detik

c. Rangkuman

- ☞ Gerak lurus berubah beraturan adalah gerak benda yang lintasannya pada garis lurus dengan perubahan kecepatan tiap selang waktu adalah tetap.
- ☞ Percepatan adalah penambahan kecepatan per satuan waktu, percepatan adalah besaran vector.
- ☞ Gerak lurus diperlambat adalah gerak lurus berubah beraturan dengan pengurangan kelajuan (perlambatan) secara tetap, perlambatan adalah besaran vektor dan merupakan percepatan yang bernilai negatif.
- ☞ Gerak vertical adalah gerak suatu benda pada arah vertical terhadap tanah, yang selama geraknya benda itu dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi.

- ☞ Percepatan gravitasi bernilai negatif karena arah gerakanya ke bawah.
- ☞ Perpindahan yang ditempuh benar pada selang waktu tertentu sama dengan luas arsir di bawah grafik v-t untuk selang waktu tertentu.
- ☞ Gerak jatuh bebas adalah gerak suatu benda yang dijatuhkan dari suatu ketinggian tanpa kecepatan awal.
- ☞ Gerak vertikal ke bawah adalah gerak benda yang dilempar vertikal ke bawah dengan kecepatan awal tertentu.
- ☞ Gerak vertikal ke atas adalah benda yang dilempar vertikal ke atas dengan kecepatan awal tertentu. Pada kasus gerak vertikal ke atas terdapat dua kejadian yaitu gerak vertikal naik dan gerak vertikal turun.
- ☞ Pada gerak vertikal ke atas selang waktu naik sama dengan selang waktu turun.

d. Tugas

Kerjakan dan diskusikan tugas di bawah ini bersama teman anda!

1. Sebuah bola dilempar ke atas sampai mencapai ketinggian tertentu, kemudian bola bergerak ke bawah. Pengamatan terhadap kegiatan tersebut menghasilkan data pada tabel di bawah ini.

Waktu (s)	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Kelajuan (m/s)	15	10	5	0	5	10	15

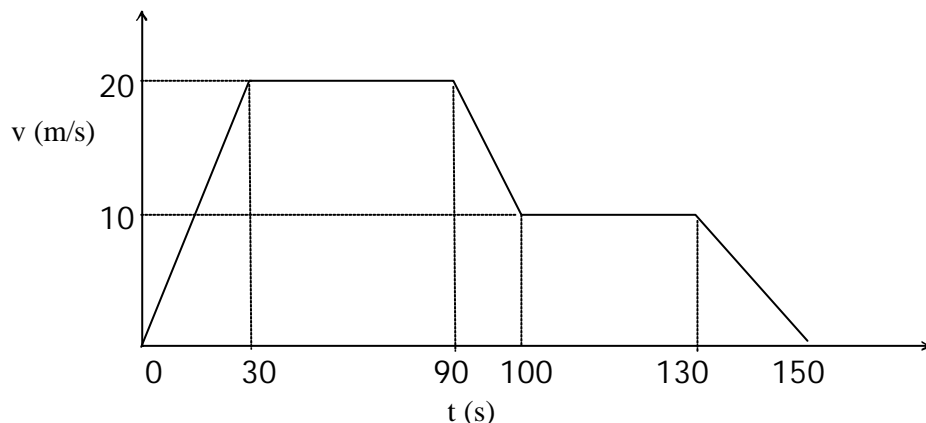
Dari data pada tabel di atas buatlah grafik:

- a) waktu (s) terhadap perpindahan (m);
- b) waktu (s) terhadap jarak (m);
- c) waktu (s) terhadap kecepatan (m/s);
- d) waktu (s) terhadap kelajuan (m/s);
- e) waktu (s) terhadap percepatan (m/s^2);

Dari grafik yang anda buatlah bandingkan kurva grafik a) dan grafik b) kurva grafik c) dan grafik d) Buatlah kesimpulan dari kurva pada grafik e.

e. Tes Formatif

1. Apa yang dimaksud dengan: a) GLBB; b) Gerak vertikal ke atas c) Gerak vertikal ke bawah; d) Gerak jatuh bebas.
2. Sebuah truk melaju di jalan lurus dengan kecepatan 60 km/j. Karena lampu lalu lintas menyala merah, pengemudi truk menginjak rem dan setelah dua detik truk memiliki kecepatan 10 km/j. Berapa jarak yang masih ditempuh truk setelah pengereman sampai truk berhenti.
3. Empat detik setelah pembalap mengambil start, kecepatan mobilnya adalah 144 km/j. Berapa percepatan yang dialami mobil dan berapa jarak yang ditempuh mobil mulai garis start sampai empat detik kemudian?
4. Seorang pemburu menembakkan peluru ke atas. Peluru dapat mencapai ketinggian 500 m sebelum peluru bergerak ke bawah. Setelah berapa detik peluru tersebut jatuh ke tanah? Dan berapa kecepatan awal peluru? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
5. Pengamatan terhadap laju mobil menghasilkan grafik di bawah ini.



Berdasarkan grafik di atas tersebut, tentukan:

- a. Jarak total yang ditempuh mobil
- b. Percepatan yang dialami mobil.
- c. Perlambatan mobil yang dialami mobil pada $90 \leq t \leq 100$

f. Kunci Jawaban

1. a. Gerak lurus berubah beraturan adalah gerak benda yang lintasannya pada garis lurus dengan perubahan kecepatan tiap selang waktu adalah tetap.
 - b. Gerak gravitasi ke atas adalah gerak benda yang dilempar vertikal ke atas dengan kecepatan awal tertentu.
 - c. Gerak gravitasi ke bawah adalah gerak benda yang dilempar vertikal ke bawah dengan kecepatan awal tertentu
 - d. Gerak jatuh bebas adalah gerak suatu benda yang dijatuhkan dari suatu ketinggian tanpa kecepatan awal.
2. Dalam dua detik truk mengalami penurunan kecepatan dari 60 km/j menjadi 10 km/j.

$$v_o = 60 \text{ km/j} = 100/6 \text{ m/s}; \quad v_t = 10 \text{ km/j} = 100/36 \text{ m/s}$$

$$t = 2\text{s}$$

Perlambatan yang dialami truk adalah:

$$a = \frac{v_t - v_o}{t} = \frac{100/36 - 100/6}{2}$$

$$a = -500/72 \text{ m/s}^2$$

Jadi truk mengalami perlambatan sebesar $500/72 \text{ m/s}^2$

Jarak yang ditempuh truk mulai dari pengereman sampai truk berhenti.

$$v_o = 60 \text{ km/j}; \quad v_t = 0; \quad a = 500/72 \text{ m/s}^2$$

Persamaan yang digunakan untuk menentukan jarak yang ditempuh truk adalah:

$$v_t^2 - v_o^2 = 2a.s$$

$$s = \frac{v_t^2 - v_o^2}{2a} = \frac{0 - (100/6 \text{ m/s})^2}{2(-500/72 \text{ m/s}^2)}$$

$$s = 20 \text{ m}$$

Jadi jarak yang masih ditempuh truk mulai pengereman dilakukan sampai berhenti adalah 20 m.

3. Percepatan yang diam mobil balap

$$v_o = 0 \text{ km/j}; \quad v_t = 144 \text{ km/j} = 40 \text{ m/s}$$

$$t = 4 \text{ s}$$

$$a = \frac{v_t - v_o}{t} = \frac{40 \text{ m/s} - 0}{4 \text{ s}}$$

$$a = 10 \text{ m/s}^2$$

Jarak yang ditempuh mobil mulai start sampai 5 detik kemudian

$$a = 10 \text{ m/s}^2; \quad v_o = 0 \text{ km/j}; \quad t = 5 \text{ s}$$

Persamaan yang digunakan untuk mencari jarak tempuh mobil balap tersebut adalah

$$s = v_o \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$s = 0 + \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot (5 \text{ s})^2$$

$$s = 125 \text{ m}$$

Jadi jarak yang ditempuh mobil balap tersebut 5 detik setelah mengambil start adalah 125 m

4. Perpindahan bola dari A ke ODHA adalah $s_{AO} = 500 \text{ m}$;

$$\text{Kecepatan bola saat di ODHA adalah } v_t = 0 \text{ m/s}$$

$$\text{Percepatan yang dialami bola} = a = -g = -10 \text{ m/s}^2$$

$$v_o^2 = v_t^2 - 2a \cdot s$$

$$= 0 - 2(-10 \text{ m/s}^2) \cdot 500 \text{ m}$$

$$= 10000 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$v_o = 100 \text{ m/s}$$

Kecepatan awal yang diberikan kepada bola untuk mencapai ketinggian 500 m adalah 100 m/s.

Waktu yang dibutuhkan bola mulai saat dilempar sampai mencapai titik tertinggi (bola naik) dapat menggunakan persamaan:

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

$$t = \frac{0 - 100 \text{ m/s}}{-10 \text{ m/s}^2} = 10 \text{ s}$$

Gerak bola turun dari O ke A

Perpindahan bola dari O ke A $s_{OA} = -500 \text{ m}$;

Percepatan bola turun $a = -g = -10 \text{ m/s}^2$

Kecepatan awal bola saat di O $v_0 = 0 \text{ m/s}$

Waktu yang dibutuhkan bola untuk sampai ke A (turun) adalah

$$t^2 = \frac{(s - v_0 t)}{a}$$

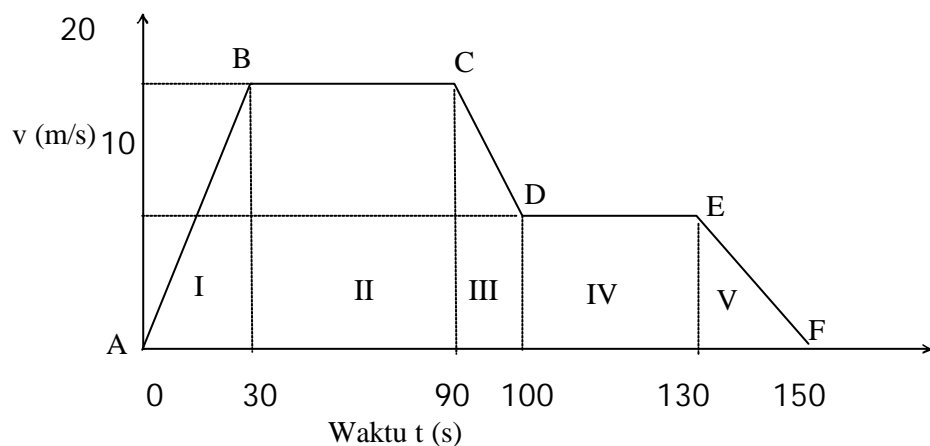
$$t^2 = \frac{2(-500 \text{ m} - 0)}{-10 \text{ m/s}^2}$$

$$t^2 = 100 \text{ s}^2$$

$$t = 10 \text{ s}$$

Selang waktu bola di udara adalah jumlah selang waktu naik dan selang waktu turun adalah sebesar 20 s.

5.



a. Jarak total yang ditempuh mobil = luas daerah OABCDEF

$$L_I = \frac{1}{2} \cdot 20 \text{ m/s} \cdot (30-0) \text{ s} = 300 \text{ m}$$

$$L_{II} = 20 \text{ m/s} \cdot (90-30) \text{ s} = 1200 \text{ m}$$

$$L_{III} = \frac{1}{2} \cdot (10 + 20) \text{ m/s} \cdot (100-90) \text{ s} = 150 \text{ m}$$

$$L_{IV} = 10 \text{ m/s} \cdot (130-100) \text{ s} = 300 \text{ m}$$

$$L_V = \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ m/s} \cdot (150-130) \text{ s} = 100 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} s &= L_I + L_{II} + L_{III} + L_{IV} + L_V \\ &= 300 + 1200 + 150 + 300 + 100 \\ &= 2050 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi jarak yang ditempuh mobil selama 150 detik adalah sejauh 2050 m atau 2,050 km

b. Percepatan yang dialami mobil terjadi pada kurva AB

$$s_I = L_I$$

$$v_0 t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = 300 \text{ m}$$

$$0 + \frac{1}{2} \cdot a \cdot (30 \text{ s})^2 = 300 \text{ m}$$

$$a = 2 \cdot 300 \text{ m} : 900 \text{ s}^2$$

$$a = 2/3 \text{ m/s}^2$$

Jadi mobil mengalami percepatan $0,667 \text{ m/s}^2$

c. Perlambatan yang dialami mobil pada $90 \text{ ? } t \text{ ? } 100$

$$V_o = v_C = 20 \text{ m/s}; \quad v_t = v_D = 10 \text{ m/s}; \quad t = (100-90) \text{ s} = 10 \text{ s}$$

$$s_{III} = L_{III}$$

$$\frac{v_t^2 - v_o^2}{2a} = 150 \text{ m}$$

$$a = (v_t^2 - v_o^2) : (2 \cdot 150 \text{ m})$$

$$a = (100 - 400) \text{ m}^2/\text{s}^2 : 300 \text{ m}$$

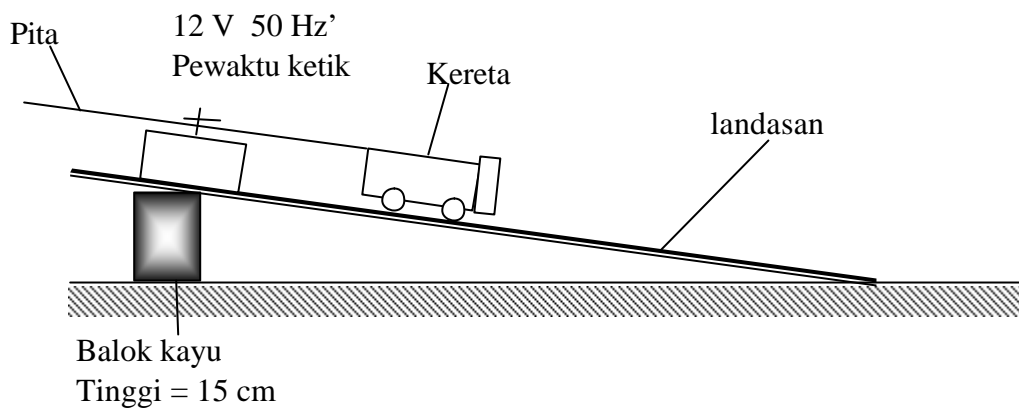
$$a = -300 \text{ m}^2/\text{s}^2 : 300$$

$$a = -1 \text{ m/s}^2$$

Jadi perlambatan yang dialami mobil adalah 1 m/s^2

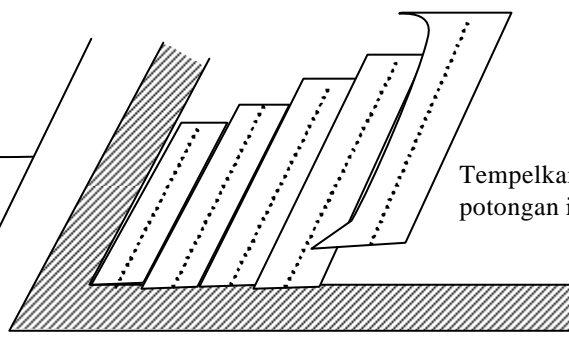
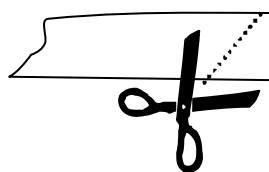
g. Lembar Kerja

1. Alat: - ticker timer, - gunting, - mobil/ kereta mainan, - landasan sepanjang 1,5 m, - balok kayu pengganjal setinggi 15 cm.
2. Bahan: pita ketik sepanjang 1,5 m; kertas karton warna
3. Keselamatan kerja
 - ↳ Pastikan catu daya dalam keadaan padam
 - ↳ Sesuaikan tegangan listrik PLN dengan tegangan yang ada pada ticker timer
4. Langkah kerja
 - ? Pasang landasan di atas meja datar tadi dan ganjal salah satu landasan dengan balok kayu.
 - ? Pasanglah ticker timer pada ujung landasan yang paling tinggi.
 - ? Hubungkan ticker timer dengan catu daya. Masukkan salah satu ujung pita ketik (panjangnya sekitar 1,5 meter) di bawah cakram kertas karbon, sedangkan ujung yang lain lekatkan ke mobil/ kereta mainan.
 - ? Hidupkan catu daya.
 - ? Jalankan ticker timer dan lepaskan mobil mainan tersebut menjauhi ticker timer (meluncur ke bawah).
 - ? Buatlah tanda pada pita ketik setiap 10 ketikan. Potong pita ketik tersebut di tiap tanda dengan gunting dan beri nomor untuk setiap potongannya.
 - ? Tempelkan potongan-potongan pita sesuai no urut di karton warna mulai dari tepi kanan karton dan gunakan tepi karton sebagai sumbu koordinat.
 - ? Setiap potongan pada grafik tersebut menyatakan kelajuan sesaat mobil mainan tersebut.
 - ? Tentukan kelajuan pada berbagai saat ketika mobil mainan tersebut berjalan.
 - ? Tentukan percepatan mobil mainan tersebut.



Menyelidiki gerak kereta mainan pada bidang miring

Potonglah pita menjadi potongan-potongan yang berjarak 10 ketikan



Tempelkan potongan-potongan itu secara urut

Membuat grafik kelajuan terhadap waktu

BAB III. EVALUASI

A. TES TERTULIS

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas!

1. Budi berlari dari A ke B mengikuti lintasan lingkaran. Jika diameter lingkaran adalah 14 m, tentukan jarak dan perpindahan Budi.
2. Bus B bergerak lurus beraturan pada lintasan tertentu dan memerlukan waktu 20 menit untuk menempuh jarak 24 km. Berapa kecepatan kereta dan berapa lama kereta itu menempuh jarak 144 km?
3. Sebuah peluru ditembakkan ke atas dengan kelajuan 100 m/s. Dua detik kemudian peluru kedua ditembakkan ke atas dengan kelajuan 90 m/s. ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Tentukan
 - a. titik pertemuan kedua peluru.
 - b. Waktu yang dibutuhkan peluru mulai ditembakkan ke atas sampai bertemu.
4. Dua kereta bergerak pada dua rel yang bersebelahan bergerak bersama-sama. Kecepatan masing-masing kereta adalah 72 km/j ke arah utara dan 108 km/j ke arah selatan. Jika kedua kereta berpapasan pada menit ke 10 sejak keberangkatan mereka, berapa jarak kedua kereta itu mula-mula?
5. Sebuah mobil berjalan dengan kecepatan 108 km/j ke utara. Pengemudi mobil melihat rintangan di depannya sehingga ia menginjak rem dan mobil berhenti 10 detik setelah pengereman. Hitung besar dan arah percepatannya!
6. Sebuah pesawat terbang harus memiliki kecepatan 72 m/s untuk dapat tinggal landas. Jika percepatan yang dimiliki pesawat terbang 3 m/s^2 . Berapa minimal panjang landasan pesawat agar dapat terbang?

B. KUNCI JAWABAN

1. Diameter $D = 14 \text{ m} = 2 \cdot R$

Keliling lingkaran $= 2 \pi \cdot R = \pi \cdot D$

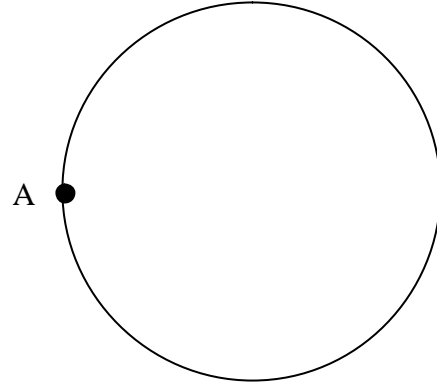
Jarak yang ditempuh adalah keliling lingkaran.

Jarak $=$ keliling lingkaran

$$= \pi \cdot D$$

$$= (22/7 \cdot 14)$$

$$= 44 \text{ m}$$



Jadi jarak yang ditempuh adalah 44 m

Kedudukan awal Budi adalah di A dan kedudukan akhirnya adalah di A.

Jadi perpindahan Budi adalah nol.

2. Dalam 20 menit jarak yang ditempuh bus adalah 24 km jadi:

$$t = 20 \text{ menit} = 1/3 \text{ jam}; \quad s = 24 \text{ km}$$

Kecepatan yang dimiliki bus adalah

$$v = s/t$$

$$v = 24 \text{ km} : (1/3 \text{ j})$$

$$v = 72 \text{ km/j}$$

Jadi kecepatan yang dimiliki bus adalah 72 km/ jam

Waktu yang dibutuhkan bus untuk menempuh jarak 144 km adalah:

$$t = s/v$$

$$t = 144 \text{ km} : (72 \text{ km/j})$$

$$t = 2 \text{ jam}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan bus untuk menempuh jarak 154 km adalah 2 jam.

3. Jika kecepatan awal peluru pertama $v_{0I} = 100 \text{ m/s}$ (ke atas)

$$v_{0II} = 90 \text{ m/s}; \quad a = -g = -10 \text{ m/s}^2$$

Misalkan titik A adalah titik pertemuan kedua peluru.

Syarat kedua peluru bertemu adalah bila perpindahan kedua peluru adalah sama besar. $s_I = s_{II}$

Misalkan saat bertemu, peluru I telah bergerak selama t detik: $t_I = t$ maka peluru II ditembakkan 2 detik kemudian: $t_{II} = t - 2$.

a. menentukan selang waktu kedua peluru

$$\begin{aligned}
 s_I &= s_{II} \\
 v_{0I} \cdot t_I + \frac{1}{2} a t_I^2 &= v_{0II} \cdot T_{II} + \frac{1}{2} a t_{II}^2 \\
 100t + \frac{1}{2}(-10) t^2 &= 90(t - 2) + \frac{1}{2}(-10) (t-2)^2 \\
 100t - 5t^2 &= 90t + 180 - 5(t^2 - 4t + 4) \\
 100t - 5t^2 &= 110 + 184 - 5t^2 \\
 10t &= 184 \\
 t &= 18,4 \text{ s}
 \end{aligned}$$

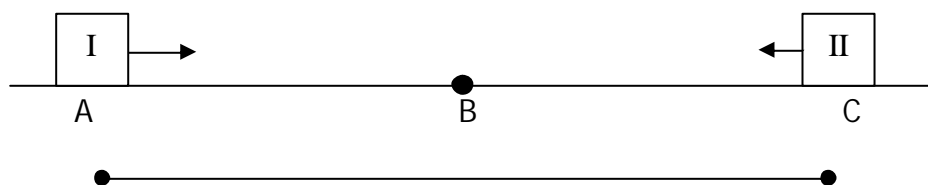
Jadi kedua peluru akan bertemu setelah peluru I melesat 18,4 detik atau ketika peluru II telah ditembakkan 16,4 detik.

b. Menentukan kedudukan peluru pada saat kedua peluru bertemu

$$\begin{aligned}
 t_I &= 18,4 \text{ detik} \\
 s_I &= 100t - 5t^2 \\
 s_I &= 1840 - 1692,8 = 147,2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi kedua peluru akan bertemu pada jarak 147,2 m dari tanah

4. Jika kecepatan kereta I adalah $v_I = 72 \text{ km/j ke utara} = 20 \text{ m/s}$
 Kecepatan kereta kedua adalah $v_{II} = 72 \text{ km/j ke utara} = 20 \text{ m/s}$
 Waktu yang dibutuhkan kedua kereta mulai berangkat sampai bertemu adalah $t_I = t_{II} = 10 \text{ menit} = 600 \text{ detik}$.



Syarat kedua kereta bertemu adalah waktu yang dibutuhkan kedua kereta mulai berangkat sampai bertemu.

Untuk kereta I

$$t_I = t_{II}$$

$$S_{AB} : v_I = 600 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} S_{AB} &= 600 \text{ s} \cdot 20 \text{ m/s} \\ &= 12000 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Untuk kereta II $t_{II} = t_I$

$$S_{BC} : v_{II} = 600 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} S_{BC} &= 600 \text{ s} \cdot 30 \text{ m/s} \\ &= 18000 \text{ m} \end{aligned}$$

5. Kecepatan awal mobil $v_0 = 108 \text{ km/j} = 30 \text{ m/s}$; $v_t = 0$

$$t = 10 \text{ s}$$

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{0 - 30 \text{ m/s}}{10 \text{ s}}$$

$$a = -3 \text{ m/s}^2$$

Jadi besar percepatan mobil adalah -3 m/s^2 ke depan

6. Kecepatan awal pesawat $v_0 = 0$; $v_t = 72 \text{ m/s}$;

$$a = 3 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Panjang landasan } s = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2a} = \frac{(72 \text{ m/s})^2 - 0}{2 \cdot 3 \text{ m/s}^2}$$

$$s = 864 \text{ m}$$

Jadi panjang landasan minimal 864 m.

BAB IV. PENUTUP

Setelah anda selesai mempelajari modul ini, anda berhak untuk mengikuti tes praktek untuk menguji kompetensi yang telah anda pelajari. Anda dapat melanjutkan ke modul lain (topik lain), bila anda telah lulus dalam evaluasi pada modul ini.

Mintalah instruktur atau guru anda untuk menguji kompetensi dengan sistem penilaian yang dilakukan langsung oleh pihak dunia industri atau pihak yang berkompeten. Hal ini dapat dilakukan bila anda telah menyelesaikan suatu kompetensi tertentu.

Atau bila anda telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap modul, maka hasil yang berupa nilai dari guru/ instruktur atau berupa portofolio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi oleh pihak industri. Hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar pemenuhan kompetensi tertentu dan bila memenuhi syarat anda berhak mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh dunia industri.

DAFTAR PUSTAKA

Kardiawarman, dkk. 1994. *Fisika Dasar I Modul 1-6*. Jakarta: Depdikbud

Marten Kanginan. 1995. *Fisika SMU Jilid IA kelas 1 Caturwulan 1*. Jakarta: penerbit Erlangga