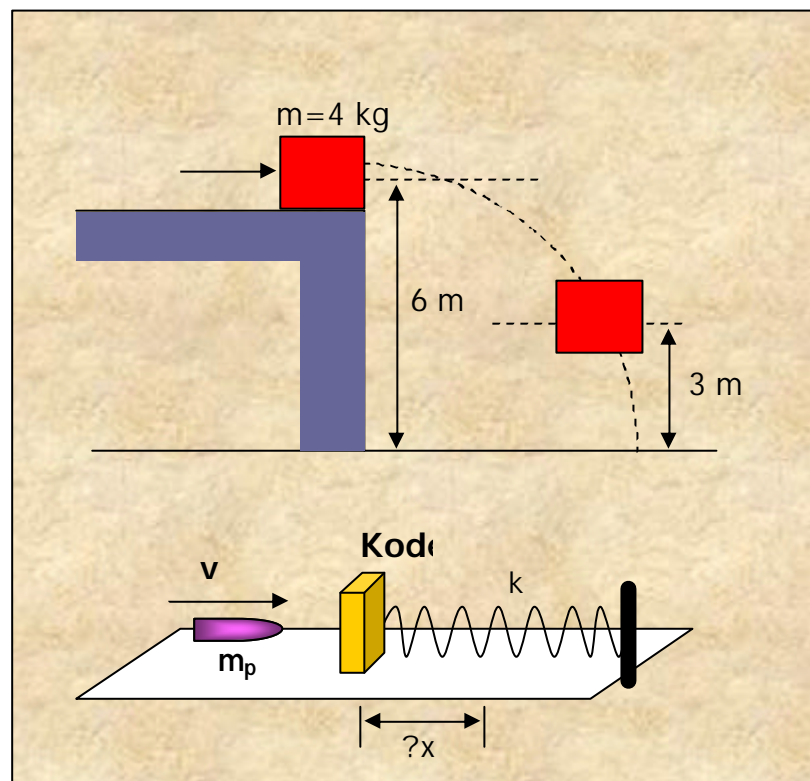


Energi Kinetik dan Energi Potensial



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

2004

Kode FIS.10

Energi Kinetik dan Energi Potensial

Penyusun

Drs. Munasir, MSi.

Editor:

Dr. Budi Jatmiko, M.Pd.

Drs. Supardiono, 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.

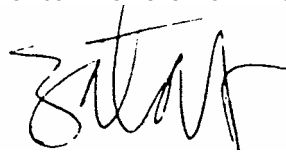
Pekerjaan berat ini dapat terselesaikan, tentu dengan banyaknya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang perlu diberikan penghargaan dan ucapan terima kasih. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini tidak

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, dan 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	4

II. PEMELAJARAN

A.	Rencana Belajar Peserta Diklat	5
----	--------------------------------------	---

B. Kegiatan Belajar

1.	Kegiatan Belajar	8
a.	Tujuan Kegiatan Pemelajaran	8
b.	Uraian Materi	8
c.	Rangkuman	25
d.	Tugas	26
e.	Tes Formatif	27
f.	Kunci Jawaban	30
g.	Lembar Kerja	31

III. EVALUASI

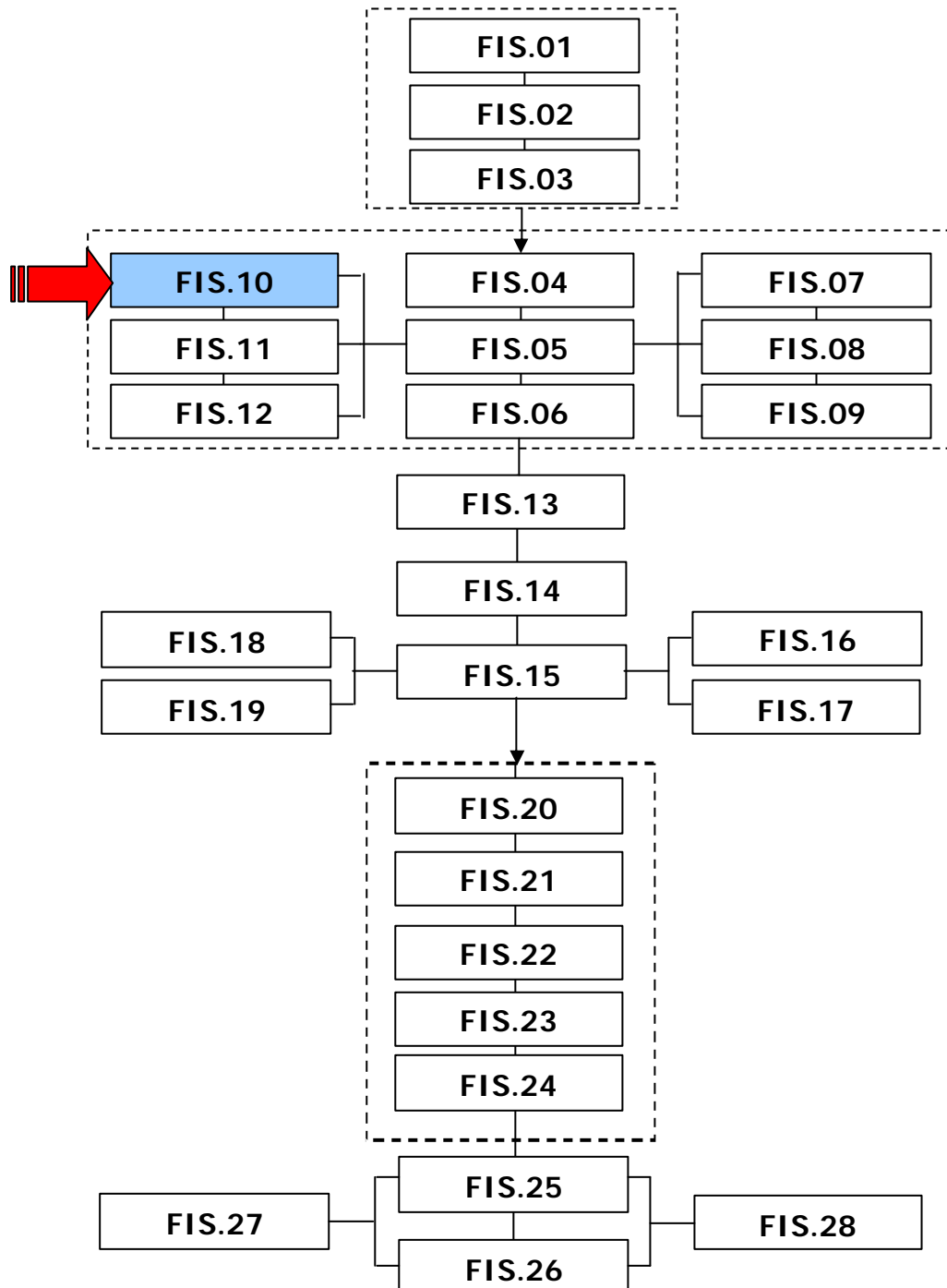
A.	Tes Tertulis	33
B.	Tes Praktik	36

KUNCI JAWABAN

A.	Tes Tertulis	38
B.	Lembar Penilaian Tes Praktik	39

IV. PENUTUP.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43

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 Keseimbangan 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
Energi	Kemampuan untuk melakukan usaha. Energi hanya bermanfaat pada saat terjadi perubahan bentuk. Misal lampu menyala ketika terjadi perubahan energi listrik menjadi cahaya.
Energi potensial	Energi yang dimiliki oleh suatu benda karena posisinya. Contoh, energi potensial gravitasi, energi potensial pegas, dan sebagainya.
Energi potensial elastik	Energi potensial pegas yang mengalami penekanan atau penarikan sejauh x , dinyatakan dengan $E_p = \frac{1}{2} k x^2$
Energi potensial gravitasi	Energi potensial gravitasi yang dimiliki sebuah benda bermassa m dengan tinggi h dari titik acuan, dinyatakan dengan: $E_p = mgh$
Energi kinetik	Energi yang dimiliki oleh benda yang bergerak. Jika benda bermassa m bergerak dengan kelajuan v , maka energi kinetiknya, dinyatakan dengan: $E_k = \frac{1}{2} mv^2$
Teorema usaha-energi kinetik	Usaha total yang dilakukan oleh resultan gaya (termasuk gaya berat) yang bekerja pada suatu benda sama dengan perubahan energi kinetik benda. $W = E_{k2} - E_{k1} = \frac{1}{2} mv_2^2 - \frac{1}{2} mv_1^2$
Teorema usaha-energi mekanik	Jika pada benda bekerja gaya lain selain gaya dalam, maka usaha yang dilakukan oleh gaya lain itu sama dengan perubahan energi mekanik benda. $W = E_{p1} - E_{p2} = mg(h_1 - h_2)$
Daya	Kelajuan melakukan usaha, dan dinyatakan dengan: $P = \frac{W}{t}$
Watt	Satuan untuk daya. Besaran skalar 1 Watt = 1 Joule per sekon.
Joule	Satuan energi, satuan usaha. 1 Joule = 1 N.sekon.
Efisiensi pengubah energi	Hasil bagi energi keluaran dengan energi masukan. $\eta = \frac{Out}{In} \times 100\%$

BAB I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Dalam modul ini anda akan mempelajari konsep dasar energi kinetik dan energi potensial, yang didalamnya dibahas: konsep energi kinetik, konsep energi potensial, konsep hukum kekekalan energi kinetik-energi potensial dan beberapa penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

B. Prasyarat

Sebagai prasyarat atau bekal dasar agar bisa mempelajari modul ini dengan baik, maka anda diharapkan sudah mempelajari konsep hukum Newton (dinamika Newton), konsep momentum, gerak lurus, gerak melingkar, usaha-energi dan daya.

C. Petunjuk Penggunaan Modul

- a. Pelajari daftar isi serta skema kedudukan modul dengan cermat dan teliti karena dalam skema anda dapat melihat posisi modul yang akan anda pelajari terhadap modul-modul yang lain. Anda juga akan tahu keterkaitan dan kesinambungan antara modul yang satu dengan modul yang lain.
- b. Perhatikan langkah-langkah dalam melakukan pekerjaan dengan benar untuk mempermudah dalam memahami suatu proses pekerjaan, agar diperoleh hasil yang maksimum.
- c. Pahami setiap konsep yang disajikan pada uraian materi yang disajikan pada tiap kegiatan belajar dengan baik, dan ikuti contoh-contoh soal dengan cermat.
- d. Jawablah pertanyaan yang disediakan pada setiap kegiatan belajar dengan baik dan benar.

- e. Jawablah dengan benar soal tes formatif yang disediakan pada tiap kegiatan belajar.
- f. Jika terdapat tugas untuk melakukan kegiatan praktek, maka lakukanlah dengan membaca petunjuk terlebih dahulu, dan bila terdapat kesulitan tanyakan pada instruktur/guru.
- g. Catatlah semua kesulitan yang anda alami dalam mempelajari modul ini, dan tanyakan kepada instruktur/guru pada saat kegiatan tatap muka. Bila perlu bacalah referensi lain yang dapat membantu anda dalam penguasaan materi yang disajikan dalam modul ini.

D. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari modul ini diharapkan anda dapat:

- ✍ Memahami konsep energi kinetik.
- ✍ Memahami konsep energi potensial.
- ✍ Memahami konsep energi potensial gravitasi.
- ✍ Memahami konsep energi potensial pegas.
- ✍ Memahami konsep bentuk energi potensial lain.
- ✍ Memahami konsep hukum kekekalan energi mekanik.
- ✍ Memahami konsep penerapan energi kinetik-energi potensial dalam kehidupan sehari-hari.
- ✍ Memahami konsep penerapan hukum kekekalan energi mekanik dalam kehidupan sehari-hari.
- ✍ Mengerjakan soal-soal yang berkaitan dengan konsep energi (konsep dasar pada poin-poin di atas).
- ✍ Menjelaskan fenomena-fenomena di alam yang berkaitan dengan konsep-konsep di atas.

E. Kompetensi

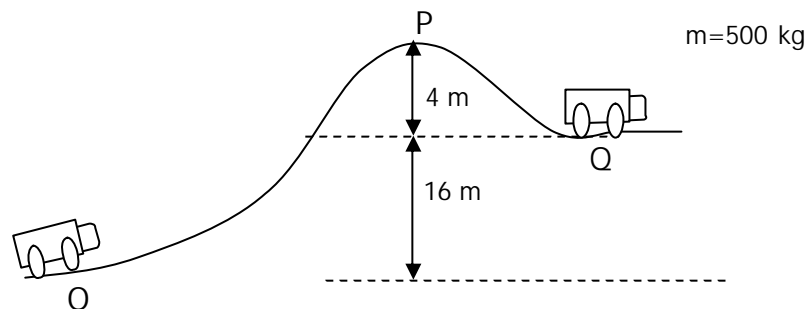
Kompetensi : MEMAHAMI KONSEP ENERGI KINETIK DAN ENERGI POTENSIAL
 Program Keahlian : Program Adaptif
 Mata Diklat-Kode : FISIKA-FIS.10
 Durasi Pembelajaran : 14 jam @ 45 menit

SUB KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
1. Energi kinetik dan energi potensial	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Mampu memahami energi kinetik ☞ Mampu memahami Energi potensial ☞ Energi mekanik dijelaskan dengan konsep energi kinetik dan energi potensial 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Energi kinetik ☞ Energi potensial ☞ Energi mekanik 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Teliti menjelaskan energi kinetik ☞ Teliti menjelaskan energi potensial 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Pengertian energi kinetik ☞ Pengertian energi potensial ☞ Pengertian energi mekanik 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Menghitung energi kinetik dan potensial ☞ Menghitung besaran-besaran lain yang berkaitan dengan energi mekanik

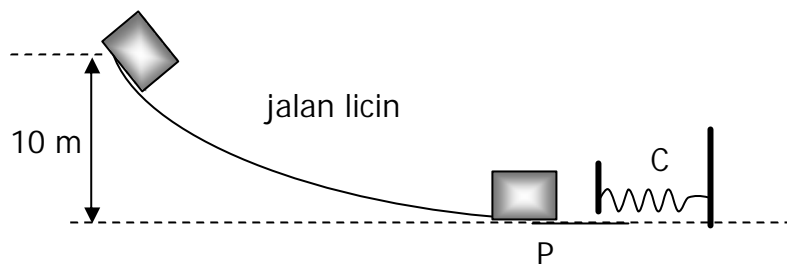
F. Cek Kemampuan

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.

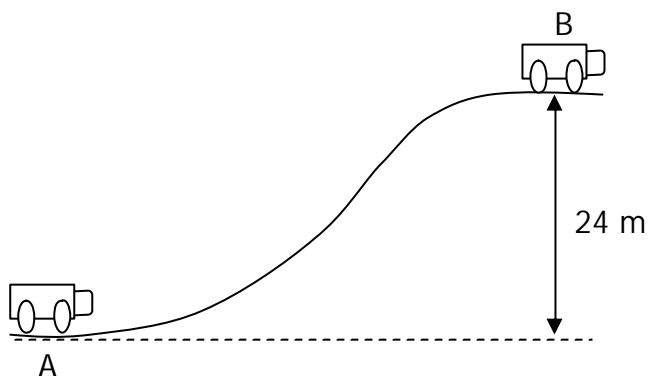
1. Tinjau sebuah mobil dengan massa 600 kg bergerak dari titik O ke titik P dan kemudian ke titik Q (lihat gambar). Tentukan: (a) berapa energi potensial di P dan di Q terhadap titik acuan di O, (b) berapa perubahan energi potensial ketika mobil bergerak dari P ke Q, (c) untuk soal a dan b dengan titik acuan ($h=0$) dititik Q.



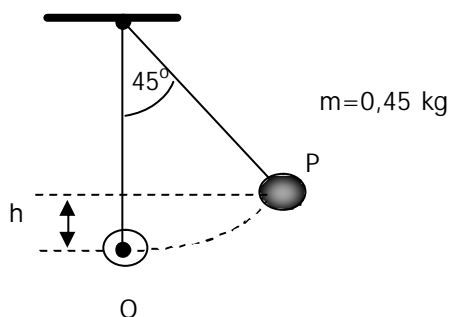
2. Sebuah benda jatuh bebas dari tempat yang tingginya 80 m. Jika energi potensial awalnya 2000 Joule, tentukan: (a) massa benda, (b) waktu yang dibutuhkan benda sampai ketanah, (c) kecepatan benda ketika tepat sampai ketanah, dan (d) energi kinetik benda tepat ketika sampai ketanah.
3. Sebuah balok bermassa 2,6 kg meluncur menuruni suatu lintasan (lihat gambar). Setelah bergerak sepanjang bagian lintasan horisontal, bola menekan sebuah pegas sepanjang 0,01 m. Jika gesekan bola dengan lintasannya diabaikan. Hitung: (a) energi kinetik bola di P, (b) kelajuan bola di P, (c) gaya hambatan rata-rata pegas Q.



4. Tinjau sebuah mobil bermassa 1000 kg bergerak menanjak pada sebuah bukit (lihat gambar). Jika kecepatan mobil pada titik A adalah 24 m/s dan pada titik B sama dengan 8 m/s dan gaya gesek yang dikerjakan ban mobil terhadap jalan 90 N. Tentukan panjang lintasan yang ditempuh mobil dari A sampai ke B.

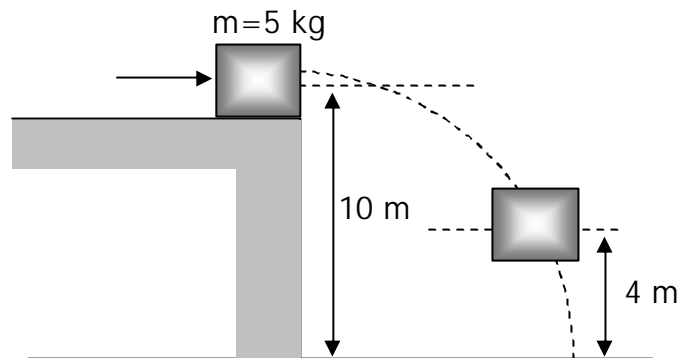


5. Tinjau sebuah benda bermassa 0,45 kg digantung dengan seuntai benang yang massanya dapat diabaikan dan panjangnya 25 cm, hingga membentuk sudut 45° terhadap sumbu vertikal, jika percepatan gravitasi $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tentukan kecepatan benda pada saat di O.

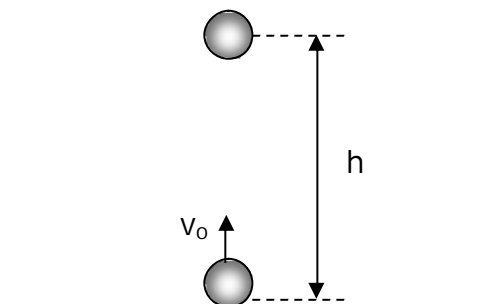


6. Tinjau sebuah peluru ditembakkan dengan kecepatan awal v_0 m/s dengan sudut elevasi 45° . Ketinggian maksimum yang dicapai oleh peluru 8 m. Tentukan kecepatan awal peluru ditembakkan.

7. Sebuah benda bermassa 0,8 kg diam diatas lantai licin. Pada benda itu dikerjakan gaya 36 N dengan membentuk sudut 30° terhadap bidang lantai. Tentukan kelajuan benda itu setelah bergerak sejauh 30 cm.
8. Benda bermassa 5 kg didorong dari permukaan meja hingga kecepatan saat lepas dari permukaan meja sama dengan 3 m/s (lihat gambar). Tentukan energi kinetik bola pada saat ketinggiannya dari tanah 4 m.



9. Tinjau sebuah peluru bermassa 30 g ditembakkan vertikal keatas, dari permukaan tanah dengan kecepatan 90 m/s. Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tentukan: (a) energi peluru dititik tertinggi, (b) tinggi maksimum yang dicapai peluru, (c) energi kinetik peluru pada ketinggian 30 m.



10. Sebuah peluru meriam dengan massa 90 kg ditembakkan dari sebuah laras meriam sehingga mencapai ketinggian 600 m. Tentukan: (a) berapa energi potensial peluru terhadap tanah pada ketinggian tersebut, (b) berapa perubahan energi potensial ketika peluru berada pada ketinggian 200 m.

B. Kegiatan Belajar

1. Kegiatan Belajar 1

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

- ✍ Memahami konsep energi
- ✍ Memahami konsep energi kinetik
- ✍ Memahami konsep energi potensial
- ✍ Memahami konsep hukum kekekalan energi

b. Uraian Materi

1) Konsep Energi

Dalam kehidupan sehari-hari semua aktivitas yang kita lakukan selalu memerlukan energi. Jika anda bekerja tanpa henti lama-lama anda akan kehabisan energi, maka anda butuh istirahat dan makan untuk memulihkan energi. Untuk meringankan pekerjaan anda, anda butuh tambahan energi lain, misalnya anda sedang mengangkat beban yang berat, maka anda butuh alat pengangkut beban, misalnya mobil. Dan mobil dapat mengangkut dan melaju di jalan raya juga butuh energi berbentuk bahan bakar yang mengandung energi kimia. Jadi dapat dikatakan bahwa *energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha*. Dan *energi secara umum justru bermanfaat ketika terjadi perubahan bentuk*. Dalam pengamatan sehari-hari energi muncul dalam berbagai bentuk, misalnya: energi kimia, energi listrik, energi nuklir, dan sebagainya.

Beberapa contoh energi yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari diantaranya: (a) energi cahaya, cahaya dapat menghasilkan energi listrik, alat yang dapat mengubah langsung energi cahaya matahari menjadi energi listrik disebut sel fotovoltaik;

(b) energi gelombang, gerak gelombang air laut yang melimpah dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik dalam bentuk pembangkit listrik tenaga gelombang laut (PLTGL); (c) energi angin, sebuah kincir angin besar yang ditiup angin dengan kecepatan 12 m/s mampu menghasilkan energi listrik 3 MW; (d) energi air, digunakan untuk menghasilkan listrik dalam pembangkit listrik tenaga air (PLTA); (e) energi panas bumi, digunakan untuk menghasilkan listrik pada pusat listrik tenaga panas bumi (PLTP); (f) energi listrik, energi yang paling mudah dan paling banyak digunakan dalam kehidupan manusia; (g) energi nuklir, sumber energi yang menggunakan reaksi fisi dan fusi inti atom uranium sebagai sumber energi listrik, yang dikerjakan oleh pusat listrik tenaga nuklir (PLTN).

2) Konsep Energi Kinetik

Jika anda melempar batu kecil kearah depan, maka batu tersebut akan lepas dari tangan anda dengan kecepatan tertentu. Batu yang anda lempar dengan kecepatan tertentu ini memiliki energi, dan batu tersebut dapat melakukan usaha dengan menabrak sasaran didepannya. Energi yang dimiliki oleh batu karena kecepatannya disebut *energi kinetik*.

Energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh suatu benda karena benda tersebut bergerak, atau dengan kata lain benda tersebut mempunyai kecepatan. Jika kita tinjau benda bermassa m bergerak dengan kecepatan v , maka dikatakan benda tersebut mempunyai kecepatan sebesar:

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1.1)$$

Jadi energi kinetik berbanding lurus dengan massa benda m dan berbanding lurus dengan kuadrat kecepatannya. Jika massa dijadikan dua kali maka energi kinetiknya menjadi dua kali juga, dan jika

kecepatannya ditingkatkan menjadi dua kali maka energi kinetiknya akan meningkatkan energi kinetiknya menjadi empat kali.

Contoh soal:

1. Sebuah mobil bermassa 500 kg sedang bergerak dengan kecepatan 25 m/s. Tentukan: (a) energi kinetik mobil pada kelajuan tersebut, (b) apa yang terjadi ketika mendadak mobil direm.

Penyelesaian:

$$(a) \text{ EK } = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 500 \cdot 25^2 \\ = 156.250 \text{ Joule}$$

- (b) Ketika mobil direm, mobil berhenti dan energi kinetik berubah menjadi *energi panas* dan *energi bunyi*, rem bergesekan dengan as roda dan ban dengan jalan.

2. Seorang anak memacu sepedanya dengan kecepatan tetap 6,8 m/s. Jika massa total sepeda dan anak adalah 60 kg, berapa energi kinetiknya.

Penyelesaian:

$$\text{EK} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 60 \cdot 6,8^2 \\ = 1.387,2 \text{ Joule}$$

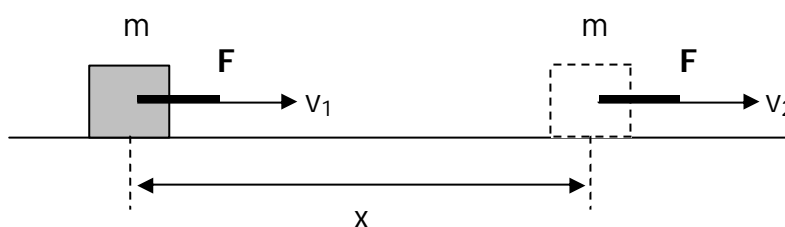
3. Sebuah mobil mempunyai energi kinetik 560.000 J, jika massa mobil tersebut 800 kg. Tentukan kecepatan mobil tersebut.

Penyelesaian:

$$v = \sqrt{\frac{2 \text{ EK}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 560.000}{800}} \\ = 37,42 \text{ m/s}$$

3) Teorima Usaha – Energi

Rumusan energi kinetik telah diperoleh (1.1), kemudian akan kita tinjau hubungan antara usaha yang dilakukan benda dengan perubahan energi kinetiknya. Tinjau sebuah benda bermassa m yang sedang bergerak pada suatu garis lurus mendatar dengan kelajuan awal v_1 . Sebuah gaya F konstan searah dengan laju benda bekerja pada benda, benda berpindah sejauh x dan kelajuannya menjadi v_2 . (lihat gambar 1.1).



Gambar 1.1 Gerak benda linier (GLBB)

Sesuai dengan hukum Newton, gaya konstan F mempercepat benda, $F = m a$. Dan jika kita gunakan persamaan GLBB:

$$v_2^2 - v_1^2 = 2as \quad (1.2)$$

maka,

$$F \cdot s = m \left(\frac{v_2^2 - v_1^2}{2} \right) \quad (1.3)$$

$$= \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$$

atau,

$$F \cdot s = W = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \quad (1.4)$$

$$= EK_2 - EK_1$$

Jadi usaha yang dilakukan oleh resultan gaya yang bekerja pada suatu benda sama dengan perubahan energi kinetik benda itu. *Ini adalah teorema usaha-energi kinetik.* Jadi persamaan (1.4) hanya berlaku untuk W total yang bekerja pada benda. Gaya yang searah dengan gerak benda akan menghasilkan *usaha positif* pada benda, sehingga energi kinetik bertambah besar sebesar usaha yang dilakukan oleh gaya searah tersebut. Sebaliknya gaya yang berlawanan arah dengan laju benda akan menghasilkan *usaha negatif*, sehingga energi kinetik benda berkurang sebesar usaha yang dilakukan oleh gaya yang berlawanan arah tersebut.

Contoh soal:

1. Sebuah balok bermassa 5 kg meluncur pada suatu permukaan dengan kelajuan 2,5 m/s. beberapa saat kemudian balok itu bergerak dengan kelajuan 3,5 m/s. Hitung usaha total yang dikerjakan pada balok tersebut selama selang waktu tersebut.

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 W &= EK_2 - EK_1 \\
 &= \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \\
 &= \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot [(3,5)^2 - (2,5)^2] = 15 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

2. Sebuah pesawat terbang memiliki massa total 2×10^5 kg, dan mesin dapat mendorong pesawat dengan gaya 4×10^5 N. Pesawat tersebut harus bergerak dari keadaan diam dan harus mencapai kelajuan 100 m/s supaya dapat lepas landas. Tentukan panjang landasan minimum yang diperlukan.

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 x &= \frac{m}{2F} (v_2^2 - v_1^2) \\
 &= \frac{2 \times 10^5}{2 \times 4 \times 10^5} [(100)^2 - (0)^2] \\
 &= 2.500 \text{ m}
 \end{aligned}$$

3. Sebuah mobil bermassa 800 kg sedang melaju dengan kelajuan 90 km/jam. (a) Berapa usaha yang harus dilakukan pada mobil untuk memperlambat kelajuannya dari 90 km/jam menjadi 45 km/jam. (b) Berapa usaha yang harus dilakukan untuk menghentikan mobil tersebut, (c) Jika gaya untuk memperlambat mobil tersebut konstan, tentukan perbandingan jarak tempuh yang diperlukan untuk memperlambat kelajuan mobil dari 90 km/jam menjadi 45 km/jam dengan jarak tempuh untuk memperlambat kelajuan mobil dari 45 km/jam sampai berhenti.

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 (a) \quad W &= \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) \\
 &= \frac{1}{2} \times 800 \times [(25)^2 - (12,5)^2] = 187.500 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

- (b) Mobil sampai berhenti berarti , $v_2 = 0$, maka:

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) \\
 &= \frac{1}{2} \times 800 \times [(25)^2 - (0)^2] = 250.000 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

$$x_1 : x_2 = \frac{W_1 / F}{W_2 / F} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{\frac{1}{2} m(v_2^2 - v_1^2)}{\frac{1}{2} m(v_2^2 - v_3^2)}$$

(c) $= \frac{(25)^2 - (12,5)^2}{(12,5)^2 - (0)^2}$

$= \frac{3}{1}$ jadi perbandingan jarak tempuh $x_1 : x_2 = 3 : 1$

4) Konsep Energi Potensial

Energi potensial benda adalah energi yang dimiliki oleh benda tersebut karena kedudukan atau posisi benda tersebut, Jadi energi ini tersimpan dalam benda tersebut dan dapat dimanfaatkan jika diperlukan.

Sebuah pegas jika ditekan, kemudian dilepas maka pegas dapat melempar kembali benda yang menekannya, karena pegas punya energi potensial. Energi kimia yang terdapat pada bahan bakar termasuk energi potensial, karena jika dimanfaatkan bahan bakar dapat menggerakkan kendaraan, sehingga kendaraan punya energi kinetik, dan masih banyak contoh-contoh lain.

☞ Energi Potensial Gravitasi

Jika ditangan anda menggenggam sebuah batu bermassa m , pada ketinggian h dari tanah atau bidang horisontal, kemudian batu tersebut anda lepas secara bebas (tanpa kecepatan awal), maka benda tersebut akan jatuh dan membentur tanah, benda tersebut melakukan usaha terhadap tanah. Energi potensial yang disebabkan oleh gaya gravitasi bumi disebut *energi potensial gravitasi*.

Tinjau benda bermassa m pada posisi h dari atas bidang acuan (misalnya tanah). Untuk mengangkat benda tersebut dari tanah hingga mencapai ketinggian h dibutuhkan usaha, sebesar gaya (gaya gravitasi = mg) dikalikan jarak tempuh (= ketinggian = h), sehingga:

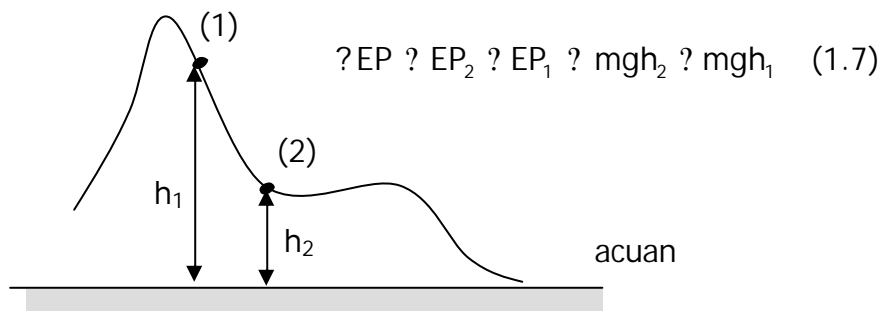
$$W = F y = (mg) \cdot h \quad (1.5)$$

Dan didefinisikan *energi potensial gravitasi* suatu benda bermassa m terhadap suatu bidang acuan sebagai hasil kali berat benda tersebut dengan ketinggiannya dari bidang acuan, atau secara matematis:

$$EP = mgh \quad (1.6)$$

Energi potensial suatu benda selalu diukur terhadap bidang acuan atau titik acuan tertentu. Dan energi potensial pada posisi ini biasanya ditentukan sama dengan nol.

Jika titik acuan berbeda, maka energi potensial suatu titik juga berbeda, tetapi perubahan energi potensial antara kedua titik tertentu adalah tetap besarnya. Jika benda berpindah dari titik (1) ke titik (2) yang masing-masing ketinggiannya terhadap bidang acuan yang sama (tergantung pemilihannya = ditentukan) adalah h_1 dan h_2 , maka perubahan energi potensialnya EP tetap sama.



Gambar 1.2

Contoh soal:

1. Tinjau sebuah benda dengan massa 1400 kg bergerak dari titik A ke titik B dan kemudian ke titik C (lihat gambar). Tentukan: (a) berapa energi potensial di B dan di C terhadap titik acuan di A, (b) berapa perubahan energi potensial ketika mobil bergerak dari B ke C, (c) untuk soal a dan b dengan titik acuan ($h=0$) dititik C.

Penyelesaian:

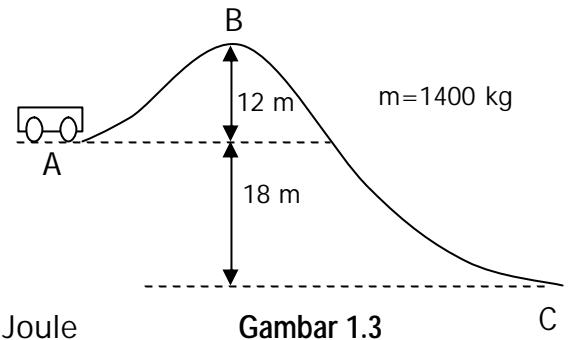
(a) $EP_B = mgh_B = 1400 \cdot 10 \cdot 12$
 $= 168.000 \text{ Joule}$
 $EP_C = mgh_C = 1400 \cdot 10 \cdot (18)$
 $= 252.000 \text{ Joule}$

$EP = EP_C - EP_B$
 $= 252.000 \text{ Joule} - 168.000 \text{ Joule}$
 $= 84.000 \text{ Joule}$

(c) Titik acuannya C, $h_C = 0$, dan $h_B = 30 \text{ m}$

maka:

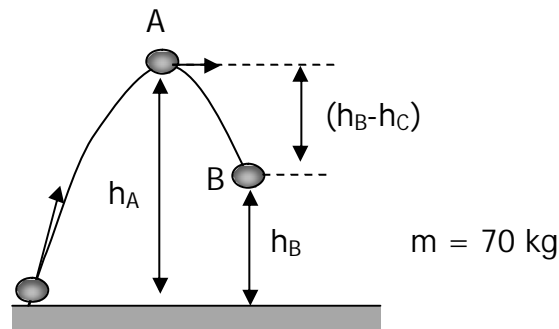
$EP = mgh_C = h_B = 1400 \cdot 10 \cdot 30 = 420.000 \text{ Joule}$



Gambar 1.3

2. Sebuah peluru meriam dengan massa 70 kg ditembakkan dari sebuah laras meriam sehingga mencapai ketinggian 500 m. Tentukan: (a) berapa energi potensial peluru terhadap tanah pada ketinggian tersebut, (b) berapa perubahan energi potensial ketika peluru berada pada ketinggian 250 m.

Penyelesaian:



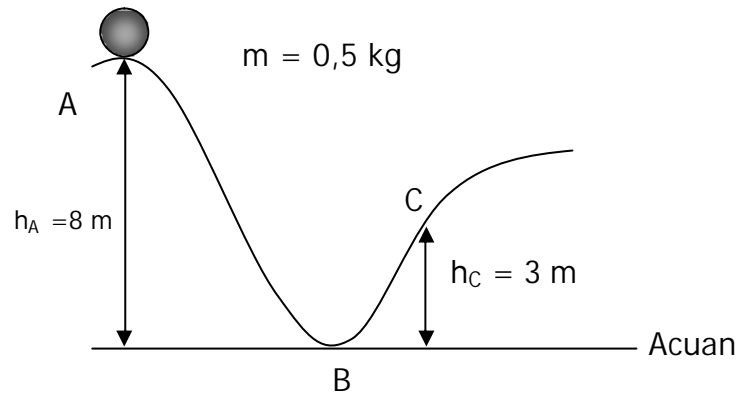
Gambar 1.4

(a) $EP_A = mgh_A = 70 \cdot 10 \cdot 500$
 $= 350.000 \text{ Joule}$

(b) $EP = mgh_B = h_A$
 $= 70 \cdot 10 \cdot (250 - 500) = -170.000 \text{ Joule}$

3. Sebuah bola bermassa 500 gram bergerak dari A ke C melalui lintasan ABC, seperti ditunjukkan gambar di bawah. Tentukan: (a) berapa energi potensial bola dititik A dan B terhadap titik C, (b) berapa perubahan energi potensial ketika bola bergerak dari A ke C.

Penyelesaian:



Gambar 1.5

(a) $EP_A = mgh_A = 0,5 \cdot 10 \cdot 8$
 $= 40 \text{ Joule}$

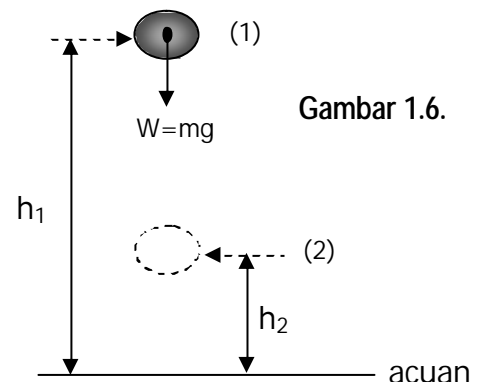
$EP_B = mgh_B = 0,5 \cdot 10 \cdot 0$
 $= 0 \text{ Joule}$

$EP_C = mgh_C = 0,5 \cdot 10 \cdot 3$
 $= 15 \text{ Joule}$

$\Delta EP = EP_C - EP_A$
 $= 15 \text{ Joule} - 40 \text{ Joule}$
 $= -25 \text{ Joule}$

5) Konsep Hukum Kekekalan Energi Mekanik

Tinjau sebuah benda bermassa m berkedudukan awal (1) dengan ketinggian h_1 dan berkedudukan akhir (2) dengan ketinggian h_2 terhadap bidang acuan.



Gambar 1.6.

Gaya berat benda $w = mg$ melakukan usaha dari posisi (1) ke posisi (2) yang sebanding dengan perubahan energi potensial gravitasi dari posisi (1) ke posisi (2):

$$W = EP_2 - EP_1 = mg(h_2 - h_1) \quad (1.8)$$

Jika benda pada posisi (1) mempunyai kelajuan v_1 dan pada posisi (2) mempunyai kelajuan v_2 , maka usaha yang dilakukan oleh gaya berat benda bermassa m tersebut sebanding dengan perubahan energi kinetik dari posisi (1) ke posisi (2):

$$W = EK_2 - EK_1 = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \quad (1.9)$$

Jadi dengan menggabungkan kedua persamaan (1.8) dan (1.9), maka diperoleh:

$$\frac{1}{2}mv_2^2 - mgh_2 = \frac{1}{2}mv_1^2 - mgh_1$$

$$\text{atau,} \quad (1.10)$$

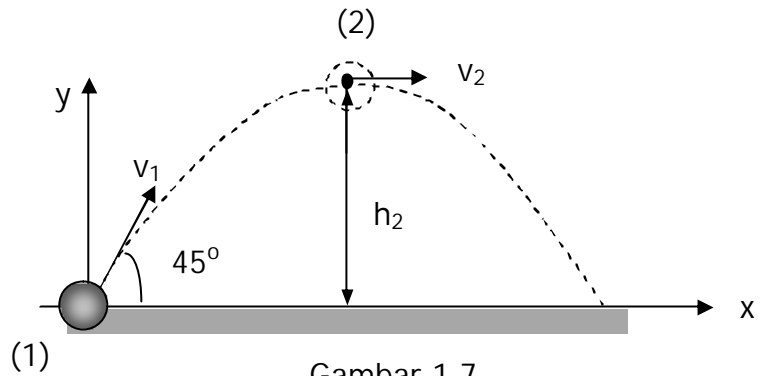
$$EM = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = \text{Konstanta}$$

Rumus diatas (1.10) dikenal dengan rumus kekekalan energi mekanik. Pada sistem yang terisolasi, artinya pada sistem ini hanya bekerja gaya berat tidak ada gaya luar lain yang bekerja, maka energi mekanik total yang dimiliki sistem adalah konstan.

Contoh soal:

1. Tinjau sebuah peluru ditembakkan dengan kecepatan awal 40 m/s dengan sudut elevasi 45° . tentukan ketinggian maksimum yang dicapai oleh peluru.

Penyelesaian:



Gambar 1.7

$$v_1 = 40 \text{ m/s} , h_1 = 0$$

$$v_2 = v_{1x} = v_1 \cos 45 = 20 \sqrt{2} \text{ m/s} , h_2 = h$$

Maka:

$$EP_2 = EK_2 = EP_1 = EK_1$$

$$mgh_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 = mgh_1 = \frac{1}{2}mv_1^2$$

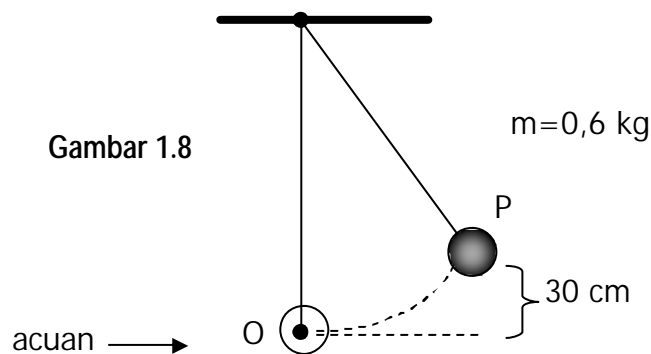
$$gh = \frac{1}{2}v_2^2 = 0 = \frac{1}{2}v_1^2$$

$$h = \frac{1}{2g} (v_1^2 - v_2^2)$$

$$= \frac{1}{2 \cdot 10} [(40)^2 - (20\sqrt{2})^2] = 40 \text{ m}$$

2. Tinjau sebuah benda bermassa 0,6 kg digantung dengan seuntai benang yang massanya dapat diabaikan, diayunkan hingga ketinggian 30 cm dari posisi awal O, jika percepatan gravitasi $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Tentukan kecepatan benda pada saat di O.

Penyelesaian:



Gambar 1.8

$$EM_0 = EM_p$$

$$mgh_0 + \frac{1}{2}mv_0^2 = mgh_p + \frac{1}{2}mv_p^2$$

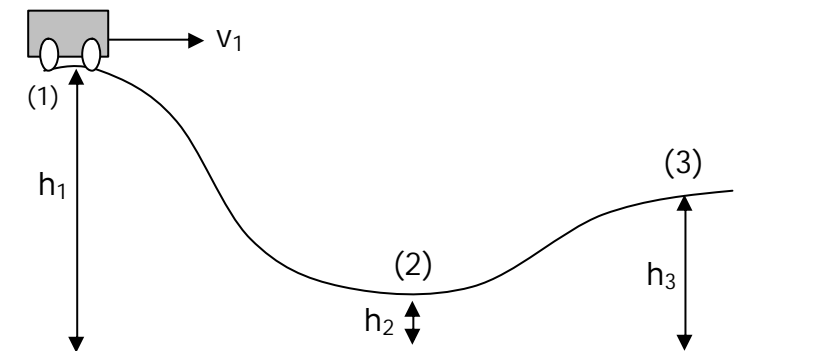
$$0 + \frac{1}{2}v_0^2 = gh_p + 0$$

maka :

$$v_0 = \sqrt{2gh_p} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,3} = 2,42 \text{ m/s}$$

3. Tinjau sebuah *rollercoaster* mendaki ketinggian maksimum $h_1 = 60 \text{ m}$ di atas tanah, dan melaluinya dengan kecepatan $0,6 \text{ m/s}$. *rollercoaster* kemudian meluncur kebawah dengan ketinggian minimum $h_2 = 4 \text{ m}$, sebelum mendaki kembali dengan ketinggian h_3 , jika pada posisi ini kecepatannya masih 14 m/s . Tentukan: (a). Kecepatan *rollercoaster* pada posisi minimum, (b) ketinggian *rollercoaster* pada h_3 .

Penyelesaian:



Gambar 1.9

$$EM_1 = EM_2$$

$$mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2$$

(a) maka :

$$v_2 = \sqrt{2g(h_1 - h_2) + v_1^2} \\ = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot (60 - 4) + (0,6)^2} = 23,43 \text{ m/s}$$

$$EM_2 = EM_3$$

$$mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2 = mgh_3 + \frac{1}{2}mv_3^2$$

(b) maka :

$$h_3 = h_2 + \frac{1}{2g}(v_2^2 - v_1^2)$$

$$= 4 + \frac{1}{2 \cdot 10}((23,42)^2 - (14)^2) = 21,62 \text{ m}$$

6) Energi Potensial Elastis Pegas

Pegas adalah benda elastik, sehingga energi yang disimpan oleh pegas disebut energi potensial elastik pegas, atau biasa disebut energi potensial pegas. Energi potensial pegas, dapat diturunkan secara matematis sebagai berikut:

$$E_p = \frac{1}{2}k \cdot x^2 \quad (1.11)$$

7) Hukum kekekalan energi pada sistem pegas

Energi potensial pegas sama dengan nol ketika pegas tidak mengalami ditarik atau ditekan. Sebaliknya pegas akan menyimpan energi ketika pegas mengalami ditarik atau ditekan. Energi potensial pegas akan maksimum ketika pegas mengalami perubahan panjang maksimum.

1. Persamaan kekekalan energi mekanik untuk sistem (benda dan pegas):

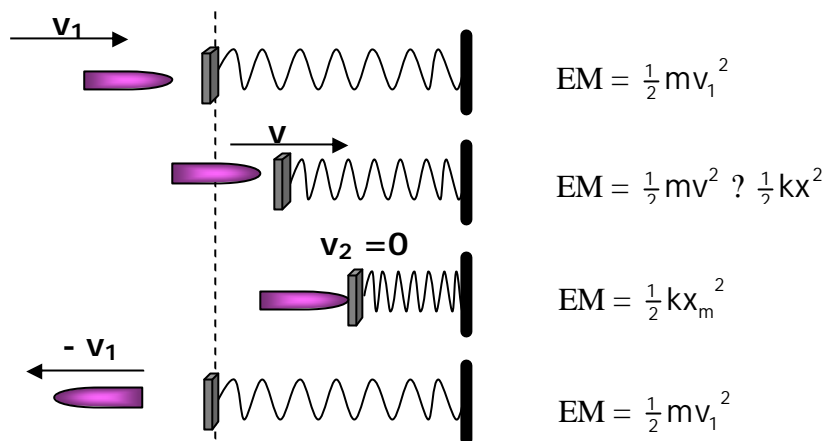
$$EM_b + EM_p|_{\text{awal}} = EM_b + EM_p|_{\text{akhir}}$$

maka:

$$EK_b + EP_b + EP_p|_{\text{awal}} = EK_b + EP_b + EP_p|_{\text{akhir}}$$

2. Gaya luar, misalkan gaya gesekan pada sistem,ada maka:

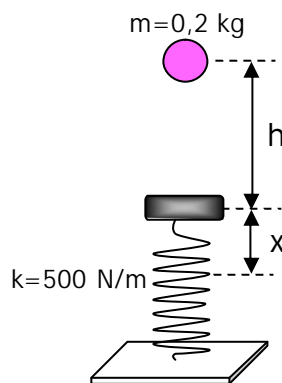
$$W_{\text{luar}} = EK_b + EP_b + EP_p|_{\text{akhir}} - EK_b + EP_b + EP_p|_{\text{awal}}$$



Gambar 1.10

Contoh soal

1. Sebuah bola bermassa $m = 0,2 \text{ kg}$ dijatuhkan dari ketinggian $h = 2,6 \text{ m}$ dan menekan pegas sejauh x , lihat gambar. Tetapan gaya pegas $k = 500 \text{ N/m}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$ dan massa pegas dapat diabaikan terhadap massa bola. Tentukan panjang x :



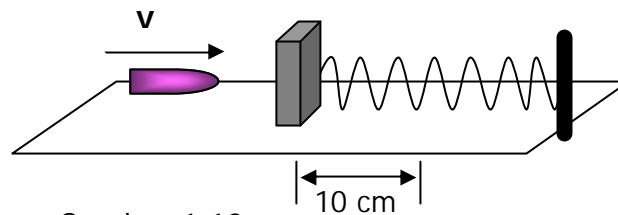
Gambar 1.11

Penyelesaian:

Dengan hukum kekekalan energi diperoleh:

$$x = \sqrt{\frac{2mgh}{k}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 \cdot 10 \cdot 2,6}{500}} = 0,144 \text{ m}$$

2. Sebuah balok bermassa 0,66 kg diam diatas bidang licin sempurna dan dihubungkan dengan sebuah pegas mendatar, lihat gambar. Selanjutnya sebuah peluru bermassa 15 gr ditembakkan dengan kelajuan v hingga menumbuk balok dan masuk ke dalamnya. Akibat tumbukan ini, pegas dengan tetapan gaya 3,0 N/cm tertekan sejauh 10 cm. Tentukan kelajuan peluru ketika ditembakkan .



Gambar 1.12

Penyelesaian:

Diketahui:

- ✍ Massa balok: $m_b = 0,66 \text{ kg}$
- ✍ Massa peluru: $m_p = 0,015 \text{ kg}$
- ✍ Ketetapan pegas $k = 300 \text{ N/m}$
- ✍ Pemendekan pegas: $x = 0,1 \text{ m}$

Dengan hukum kekekalan momentum:

$$m_p v = (m_p + m_b) v_b \quad (\#)$$

Dan usaha yang dilakukan pegas akibat didorong oleh peluru yang bersarang didalamnya balok di ubah menjadi energi potensial pegas., sehingga:

$$\frac{1}{2} (m_p + m_b) v_b^2 = \frac{1}{2} k (x)^2 \quad (\#\#)$$

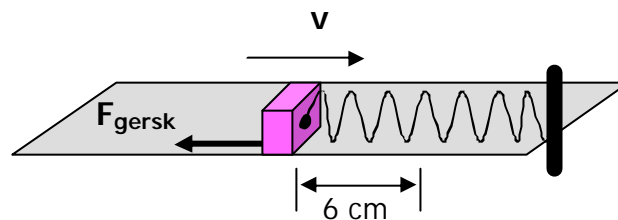
Maka dari (#) dan (##) diperoleh rumus:

$$v = \frac{m_b}{m_p} \sqrt{\frac{k}{m_p + m_b}} x$$

$$= \frac{0,66}{0,015} \sqrt{\frac{300}{0,015 + 0,66}} (0,1)$$

$$= 94,86 \text{ m/s}$$

3. Sebuah balok bermassa 2 kg menumbuk pegas horisontal, konstanta pegas 200 N/m. Akibat tumbukan ini, pegas tertekan maksimum sejauh 0,36 cm dari posisi normalnya. Bila koefisien gesekan antara balok dan lantai 0,2 dan percepatan gravitasi bumi $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tentukan laju balok pada saat mulai bertumbukan dengan pegas.



Gambar 1.13

Penyelesaian:

Diketahui:

- ↳ Massa balok: $m_b = 2 \text{ kg}$
- ↳ Ketetapan pegas $k = 200 \text{ N/m}$
- ↳ Pemendekan pegas: $x = 0,36 \text{ m}$
- ↳ Koefisien gesek: $\mu = 0,2$

Energi kinetik yang dilakukan balok pada saat menumbuk pegas dengan kecepatan v , diubah menjadi usaha untuk memendekkan pegas dan gesekan balok dengan lantai sehingga:

$$\frac{1}{2} m_b v^2 = \frac{1}{2} k (x)^2 + \mu m g (x)$$

Dengan modifikasi, diperoleh rumus:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot \frac{k}{m} (x)^{1/2}}$$

$$= \sqrt{0,36 \cdot 2 \cdot 0,2 \cdot 10 \cdot \frac{200}{2} \cdot 0,36^{1/2}}$$

$$= 3,79 \text{ m/s}$$

c. Rangkuman

- ✍ Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha. Dan energi secara umum justru bermanfaat ketika terjadi perubahan bentuk.
- ✍ Energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh suatu benda karena benda tersebut bergerak, atau dengan kata lain benda tersebut mempunyai kecepatan. Jika kita tinjau benda bermassa m bergerak dengan kecepatan v , maka dikatakan benda tersebut mempunyai kecepatan sebesar:

$$EK = \frac{1}{2}mv^2$$

- ✍ Energi potensial benda adalah energi yang dimiliki oleh benda tersebut karena kedudukan atau posisi benda tersebut. Jadi energi ini tersimpan dalam benda tersebut dan dapat dimanfaatkan jika diperlukan.
- ✍ Energi potensial gravitasi adalah energi potensial yang disebabkan oleh gaya gravitasi bumi, suatu benda bermassa m berada pada ketinggian h dari suatu bidang acuan maka benda tersebut mempunyai energi potensial sebesar:

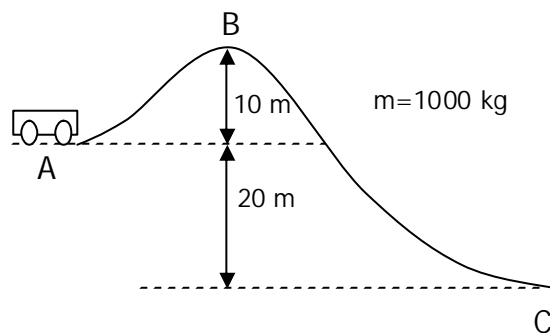
$$EP = mgh$$

- ✍ Hukum kekekalan mekanik. Pada sistem yang terisolasi, artinya pada sistem ini hanya bekerja gaya berat tidak ada gaya luar lain yang bekerja, maka energi mekanik total yang dimiliki sistem adalah konstan.

$$EM = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = \text{Konstan}$$

d. Tugas

1. Jelaskan, apakah setiap benda yang bergerak mempunyai energi kinetik?
2. Jika sebuah benda memiliki energi kinetik 5000 J, dan jika benda tersebut melaju dengan kecepatan dua kali lebih cepat, berapa energi kinetiknya?
3. Dapatkah energi potensial gravitasi suatu benda bernilai negatif? Jelaskan!
4. Apakah energi potensial bergantung pada pemilihan bidang acuan?
5. Apakah usaha yang dilakukan untuk memindahkan benda vertikal keatas bergantung pada pemilihan bidang acuan?
6. Tinjau sebuah mobil dengan massa 1000 kg bergerak dari titik A ke titik B dan kemudian ke titik C (lihat gambar). Tentukan: (a) berapa energi potensial di B dan di C terhadap titik acuan di A, (b) berapa perubahan energi potensial ketika mobil bergerak dari B ke C, (c) untuk soal a dan b dengan titik acuan ($h=0$) dititik C.



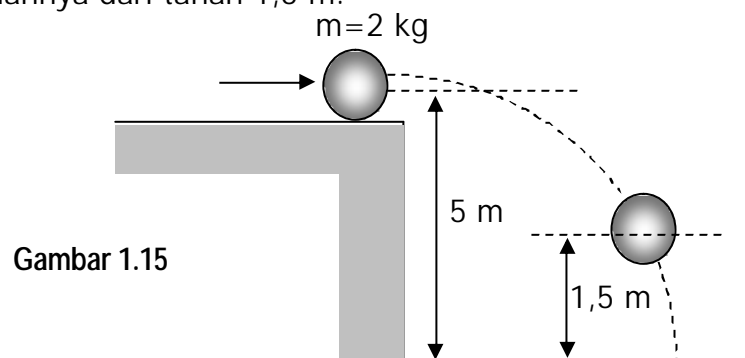
Gambar 1.14

7. Sebuah benda bermassa m dilempar vertikal keatas, kapan: (a). energi kinetik mencapai maksimum, dan (b). energi potensial mencapai maksimum?
8. Sebuah benda bermassa 0,6 kg diam diatas lantai licin. Pada benda itu dikerjakan gaya 12 N dengan membentuk sudut 30° terhadap bidang lantai. Tentukan kelajuan benda itu setelah bergerak sejauh 60 cm.

9. Sebuah bola dilempar keatas dengan kecepatan awal 12 m/s .
Tentukan ketinggian maksimum yang dicapai oleh bola.
10. Sebuah benda jatuh bebas dari tempat yang tingginya 40 m. Jika energi potensial awalnya 1200 Joule, tentukan: (a) massa benda, (b) waktu yang dibutuhkan benda sampai ketanah, (c) kecepatan benda ketika tepat sampai ketanah, dan (d) energi kinetik benda tepat ketika sampai ke tanah.

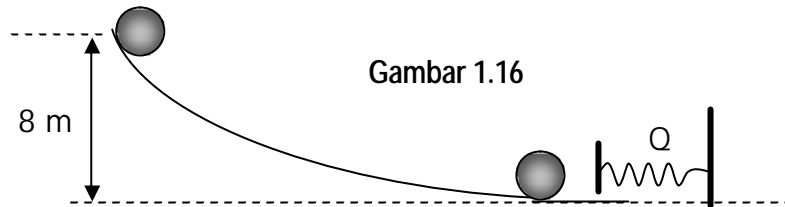
e. Tes Formatif

1. Sebuah batu bermassa 2 kg dijatuhkan dari puncak menara yang tingginya 60 m di atas tanah. Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, tentukan kecepatan dan energi kinetik benda ketika sampai di tanah.
2. Tinjau sebuah peluru bermassa 0,02 kg ditembakkan vertikal ke atas, dari permukaan tanah dengan kecepatan 80 m/s. Jika $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, tentukan: (a) energi peluru dititik tertinggi, (b) tinggi maksimum yang dicapai peluru, (c) energi kinetik peluru pada ketinggian 30 m.
3. Bola bermassa 2 kg didorong dari permukaan meja hingga kecepatan saat lepas dari permukaan meja sama dengan 2 m/s (lihat gambar). Tentukan energi kinetik bola pada saat ketinggiannya dari tanah 1,5 m.



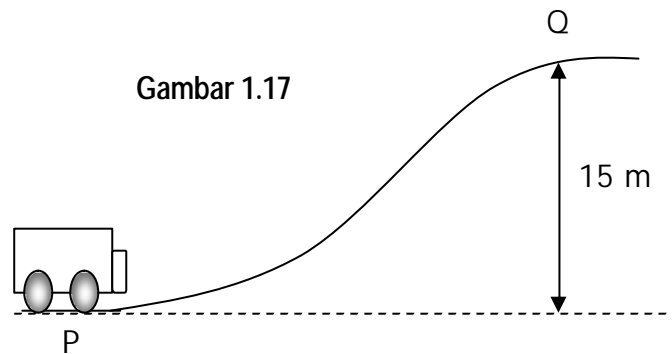
4. Sebuah bola bermassa 0,25 kg meluncur menuruni suatu lintasan (lihat gambar). Setelah bergerak sepanjang bagian lintasan

horizontal, bola menekan sebuah pegas sepanjang 0,025 m. Jika gesekan bola dengan lintasannya diabaikan. Hitung: (a) energi kinetik bola di P, (b) kelajuan bola di P, (c) gaya hambatan rata-rata pegas Q.



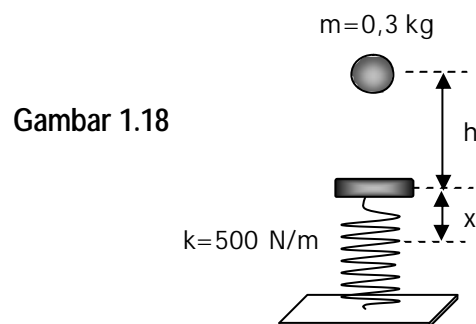
Gambar 1.16

5. Tinjau sebuah mobil bermassa 1500 kg bergerak menanjak pada sebuah bukit (lihat gambar). Jika kecepatan mobil pada titik P sama dengan 30 m/s dan pada titik Q sama dengan 5 m/s dan gaya gesek yang dikerjakan ban mobil terhadap jalan 150 N. Tentukan panjang lintasan yang ditempuh mobil dari P sampai ke Q.



Gambar 1.17

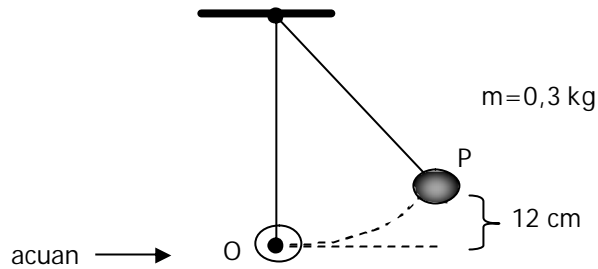
6. Sebuah bola bermassa $m = 0,1$ kg dijatuhkan dari ketinggian $h = 2$ m dan menekan pegas sejauh x , lihat gambar. Tetapan gaya pegas $k = 500$ N/m, $g = 10$ m/s² dan massa pegas dapat diabaikan terhadap massa bola. Tentukan panjang x .



Gambar 1.18

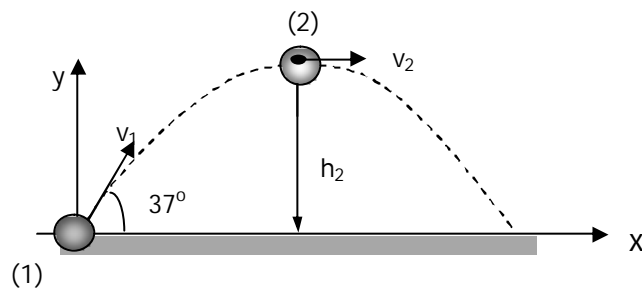
7. Tinjau sebuah benda bermassa 0,3 kg digantung dengan seuntai benang yang massanya dapat diabaikan, diayunkan hingga

ketinggian 12 cm dari posisi awal O, jika percepatan gravitasi $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Tentukan kecepatan benda pada saat di O.



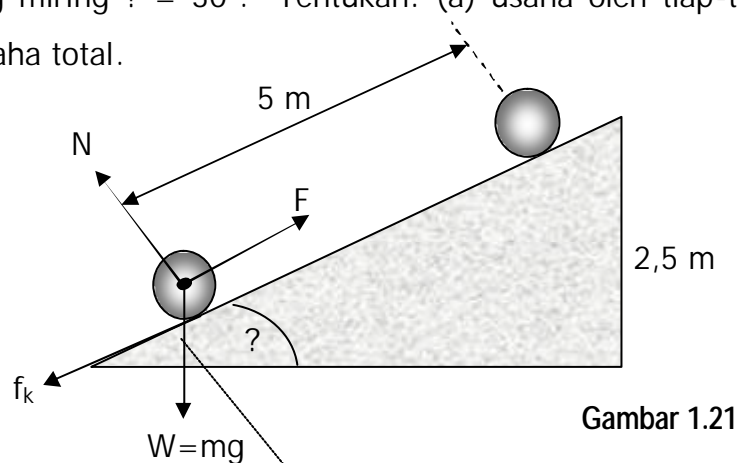
Gambar 1.19

8. Tinjau sebuah peluru ditembakkan dengan kecepatan awal 20 m/s dengan sudut elevasi 37° . Tentukan ketinggian maksimum yang dicapai oleh peluru.



Gambar 1.20

9. Sebuah balok dengan massa 4 kg didorong keatas sebuah bidang miring kasar oleh gaya konstan 30N yang bekerja searah dengan bidang miring melawan gaya gesekan 3 N (lihat gambar). Jika balok itu bergeser sejauh 5 m pada bidang miring, $g = 10 \text{ m/s}^2$, sudut bidang miring $\theta = 30^\circ$. Tentukan: (a) usaha oleh tiap-tipa gaya, (b) usaha total.



Gambar 1.21

10. Energi mekanik total awal sebuah benda bermassa m , yang bergerak sepanjang sumbu horisontal adalah 100 Joule. Jika pada benda bekerja gaya gesekan 5 N. Pada saat energi mekanik total benda 40 Joule, tentukan: (a) jarak yang ditempuh benda, (b) perubahan energi kinetik, (c) perubahan energi potensial.

f. Kunci Jawaban

1. (a) $20\sqrt{3}$ m/s , (b) 1200 Joule
2. (a) 64 joule, (b) 320 m , (c) 58 joule
3. $E_K = 74$ joule
4. (a) 40 Joule, (b) $4\sqrt{10}$ m/s , dan (c) 1.600 N
5. $s = 2.875$ m
6. $x = 0,089$ m
7. $v = 1,53$ m/s
8. $h = 7,2$ m
9. (a). $W_{mg} = -100$ J , $W_{fk} = -15$ J , $W_N = 0$, $W_F = 150$ J
(b). $W_{Total} = 45$ J
10. (a) $s = 12$ m , (b) 0 J , (c). 30 J

g. Lembar Kerja

Pembuktian Hukum Kekekalan Energi Mekanik

A. Bahan:

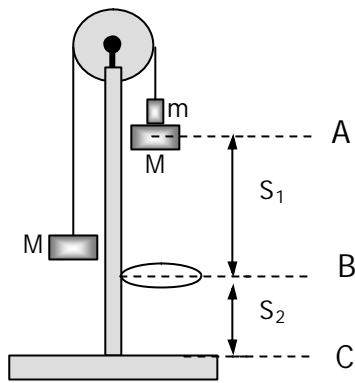
- ✍ Rancang mesin ad-wood sederhana (*lihat gambar*)
- ✍ Satu set massa pembebanan
- ✍ Meteran
- ✍ Timbangan
- ✍ Benang Nilon

B. Langkah kerja:

1. Menimbang beban M dan beban penambah m
2. Mengukur dan menandai S_1 dan S_2 .
3. Beban dilepas dari A stop watch 1 dihidupkan, ketika beban mencapai B stop watch 2 dihidupkan secara bersamaan stop watch 1 dimatikan, dan setelah posisi mencapai C stop watch 2 dimatikan.
4. Ulangi langkah 1-3 minimal 3 kali
5. Masukkan data kedalam tabel pengamatan

Pengamatan Ke-	m	M	S_1	S_2	t_1	t_2
1						
2						
3						
4						
5						

6. Hitung energi mekanik pada titik A , B dan C untuk tiap beban.
7. Buatlah grafik energi mekanik terhadap S posisi dan grafik energi mekanik terhadap kecepatan v .

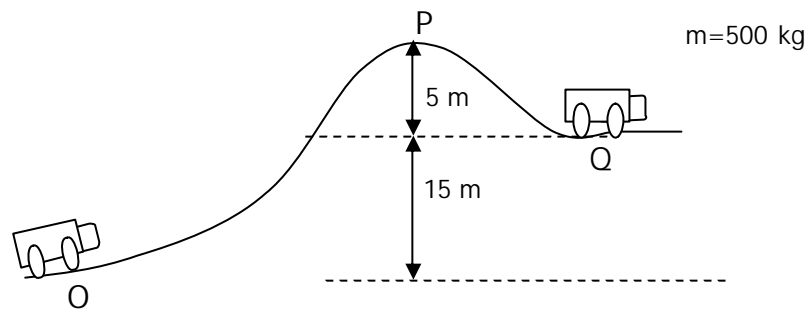


8. Bandingkan hasil pada poin 6.

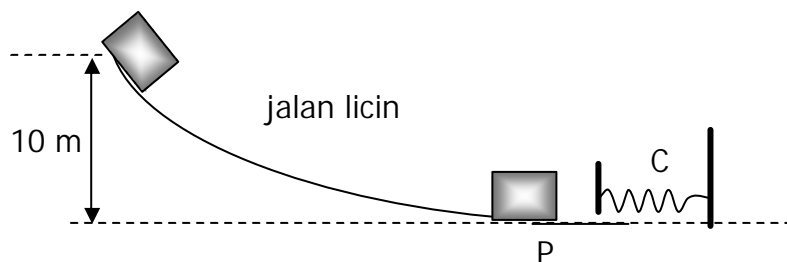
BAB III. EVALUASI

A. Tes Tertulis

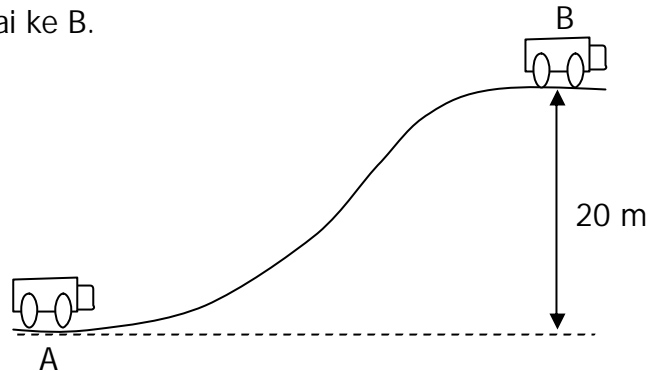
1. Tinjau sebuah mobil dengan massa 500 kg bergerak dari titik O ke titik P dan kemudian ke titik Q (lihat gambar). Tentukan: (a) berapa energi potensial di P dan di Q terhadap titik acuan di O, (b) berapa perubahan energi potensial ketika mobil bergerak dari P ke Q, (c) untuk soal a dan b dengan titik acuan ($h=0$) dititik Q.



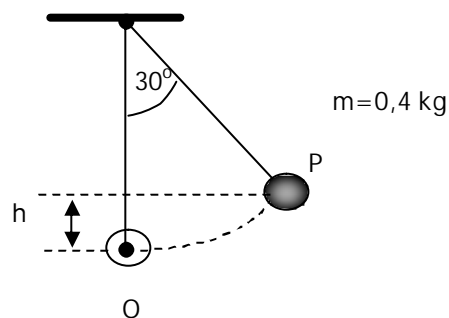
2. Sebuah benda jatuh bebas dari tempat yang tingginya 60 m. Jika energi potensial awalnya 1800 Joule, tentukan: (a) massa benda, (b) waktu yang dibutuhkan benda sampai ketanah, (c) kecepatan benda ketika tepat sampai ketanah, dan (d) energi kinetik benda tepat ketika sampai ketanah.
3. Sebuah balok bermassa 2,5 kg meluncur menuruni suatu lintasan (lihat gambar). Setelah bergerak sepanjang bagian lintasan horisontal, bola menekan sebuah pegas sepanjang 0,01 m. Jika gesekan bola dengan lintasannya diabaikan. Hitung: (a) energi kinetik bola di P, (b) kelajuan bola di P, (c) gaya hambatan rata-rata pegas Q.



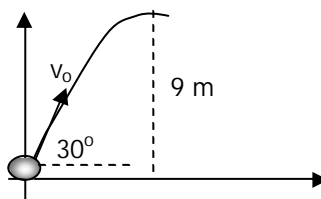
4. Tinjau sebuah mobil bermassa 1200 kg bergerak menanjak pada sebuah bukit (lihat gambar). Jika kecepatan mobil pada titik A sama dengan 25 m/s dan pada titik B sama dengan 10 m/s dan gaya gesek yang dikerjakan ban mobil terhadap jalan 80N Tentukan panjang lintasan yang ditempuh mobil dari A sampai ke B.



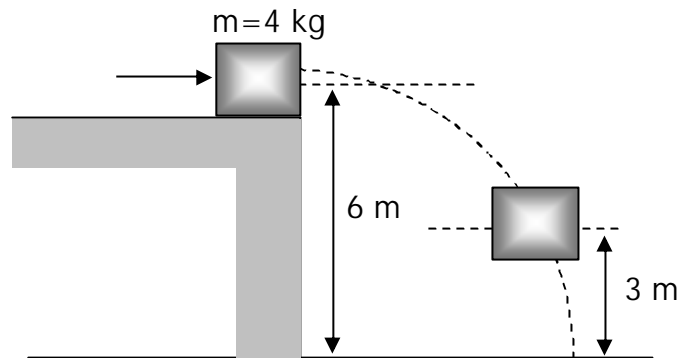
5. Tinjau sebuah benda bermassa 0,4 kg digantung dengan seuntai benang yang massanya dapat diabaikan dan panjangnya 30 cm , diayunkan hingga membentuk sudut 30° terhadap sumbu vertikal, jika percepatan gravitasi $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tentukan kecepatan benda pada saat di O.



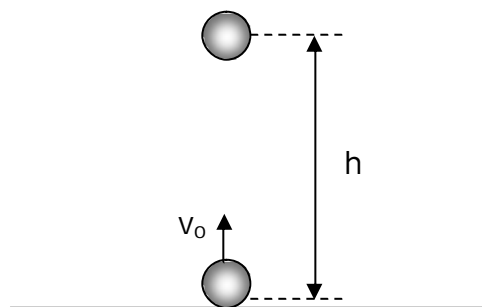
6. Tinjau sebuah peluru ditembakkan dengan kecepatan awal v_0 m/s dengan sudut elevasi 30° . Ketinggian maksimum yang dicapai oleh peluru 9 m . Tentukan kecepatan awal peluru ditembakkan.



7. Sebuah benda bermassa $0,8 \text{ kg}$ diam diatas lantai licin. Pada benda itu dikerjakan gaya 36 N dengan membentuk sudut 30° terhadap bidang lantai. Tentukan kelajuan benda itu setelah bergerak sejauh 30 cm .
8. Benda bermassa 4 kg didorong dari permukaan meja hingga kecepatan saat lepas dari permukaan meja sama dengan 3 m/s (lihat gambar). Tentukan energi kinetik bola pada saat ketinggiannya dari tanah 3 m .



9. Tinjau sebuah peluru bermassa 25 g ditembakkan vertikal keatas, dari permukaan tanah dengan kecepatan 60 m/s . Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, tentukan: (a) energi peluru dititik tertinggi, (b) tinggi maksimum yang dicapai peluru, (c) energi kinetik peluru pada ketinggian 30 m .



10. Sebuah peluru meriam dengan massa 50 kg ditembakkan dari sebuah laras meriam sehingga mencapai ketinggian 400 m . Tentukan: (a) berapa energi potensial peluru terhadap tanah pada ketinggian tersebut, (b) berapa perubahan energi potensial ketika peluru berada pada ketinggian 200 m .

B. Tes Praktik

Pembuktian Hukum Kekekalan Energi Mekanik

A. Bahan:

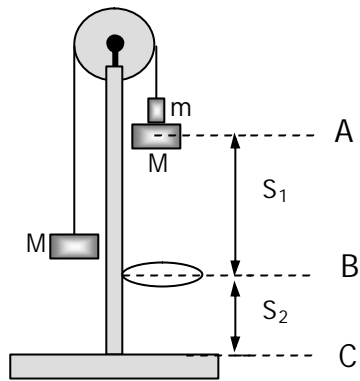
- ✍ Rancang mesin ad-wood sederhana (*lihat gambar*);
- ✍ Satu set massa pembeban;
- ✍ Meteran;
- ✍ Timbangan;
- ✍ Benang Nilon.

B. Langkah kerja:

1. Menimbang beban M dan beban penambah m .
2. Mengukur dan menandai S_1 dan S_2 .
3. Beban dilepas dari A stop watch 1 dihidupkan, ketika beban mencapai B stop watch 2 dihidupkan secara bersamaan stop watch 1 dimatikan, dan setelah posisi mencapai C stop watch 2 dimatikan.
4. Ulangi langkah 1-3 minimal 3 kali.
5. Masukkan data kedalam tabel pengamatan.

Pengamatan Ke-	m	M	S_1	S_2	t_1	t_2
1						
2						
3						
4						
5						

6. Hitung energi mekanik pada titik A , B dan C untuk tiap beban.
7. Buatlah grafik energi mekanik terhadap posisi S , dan grafik energi mekanik terhadap kecepatan v .



8. Bandingkan hasil pada poin 6.

Kunci Jawaban

A. Tes Tertulis

- (a) $EP_P = 100 \times 10^3 \text{ J}$, $EP_Q = 75 \times 10^3 \text{ J}$
(b) $?EP = -25 \times 10^3 \text{ J}$
(c) $EP_P = 75 \times 10^3 \text{ J}$, $EP_Q = 0 \text{ J}$, $?EP = -25 \times 10^3 \text{ J}$
- (a) $m = 3 \text{ kg}$, (b) $v = 20\sqrt{3} \text{ m/s}$, (c) 1800 Joule
- (a) $EK = 250 \text{ J}$, (b) $v = 10\sqrt{2} \text{ m/s}$, (c) $F = 25000 \text{ J}$
- $s = 4.095 \text{ m}$
- $v = 1,25 \text{ m/s}$
- $v_o = 6\sqrt{10} \text{ m/s}$
- $v = 4,84 \text{ m/s}$
- $EK = 300 \text{ Joule}$
- (a) $EM = 45 \text{ Joule}$, (b) $h = 180 \text{ m}$, (c) 37,5 Joule
- (a) $EP = 20 \times 10^4 \text{ Joule}$, (b) $?EP = -10 \times 10^4 \text{ Joule}$.

LEMBAR PENILAIAN TES PESERTA

Nama Peserta :
 No. Induk :
 Program Keahlian :
 Nama Jenis Pekerjaan:

PEDOMAN PENILAIAN

No.	Aspek Penilaian	Skor Maks	Skor Perolehan	Keterangan
1	2	3	4	5
I	Perencanaan			
	1.1. Persiapan alat dan bahan	2		
	1.2. Analisis model susunan	3		
	Sub total	5		
II	Model Susunan			
	2.1. Penyiapan model susunan	3		
	2.2. Penentuan data instruksi pd model	2		
	Sub total	5		
III	Proses (Sistematika & Cara kerja)			
	3.1. Prosedur pengambilan data	10		
	3.2. Cara mengukur variabel bebas	8		
	3.3. Cara menyusun tabel pengamatan	10		
	3.4. Cara melakukan perhitungan data	7		
	Sub total	35		
IV	Kualitas Produk Kerja			
	4.1. Hasil perhitungan data	5		
	4.2. Hasil grafik dari data perhitungan	10		
	4.3. Hasil analisis	10		
	4.4. Hasil menyimpulkan	10		
	Sub total	35		
V	Sikap / Etos Kerja			
	5.1. Tanggung jawab	3		
	5.2. Ketelitian	2		
	5.3. Inisiatif	3		
	5.4. Kemandirian	2		
	Sub total	10		
VI	Laporan			
	6.1. Sistematika penyusunan laporan	6		
	6.2. Kelengkapan bukti fisik	4		
	Sub total	10		
	Total	100		

B. KRITERIA PENILAIAN

No.	Aspek Penilaian	Kriteria penilaian	Skor
1	2	3	4
I	Perencanaan		
	1.1. Persiapan alat dan bahan	? Alat dan bahan disiapkan sesuai kebutuhan	2
	1.2. Analisis model susunan	? Merencanakan menyusun model	3
II	Model Susunan		
	2.1. Penyiapan model susunan	? Model disiapkan sesuai dengan ketentuan	3
	2.2. Penentuan data instruksi pd model	? Model susunan dilengkapi dengan instruksi penyusunan	2
III	Proses (Sistematika & Cara kerja)		
	3.1. Prosedur pengambilan data	? Mengukur panjang lintasan S_1 dan S_2 , mencatat waktu t_1 dan t_2	10
	3.2. Cara mengukur variabel bebas	? Menimbang beban tambahan m	8
	3.3. Cara menyusun tabel pengamatan	? Melengkapi data pengamatan dan pengukuran dalam tabel	10
	3.4. Cara melakukan perhitungan data	? Langkah menghitung energi mekanik benda	7
IV	Kualitas Produk Kerja		
	4.1. Hasil perhitungan data	? Perhitungan dilakukan dengan cermat sesuai prosedur	5
	4.2. Hasil grafik dari data perhitungan	? Pemuatan skala dalam grafik dilakukan dengan benar	5
	4.3. Hasil analisis	? Analisis perhitungan langsung dengan metode grafik sesuai/saling mendukung	10
	4.4. Hasil menyimpulkan	? Kesimpulan sesuai dengan konsep teori	10
	4.5. Ketepatan waktu	? Pekerjaan diselesaikan tepat waktu	5

V	Sikap / Etos Kerja		
	5.1. Tanggung jawab	? Membereskan kembali alat dan bahan setelah digunakan	3
	5.2. Ketelitian	? Tidak banyak melakukan kesalahan	2
	5.3. Inisiatif	? Memiliki inisiatif bekerja yang baik	3
	5.4. Kemandirian	? Bekerja tidak banyak diperintah	2
VI	Laporan		
	6.1. Sistematika penyusunan laporan	? Laporan disusun sesuai dengan sistematika yang telah ditentukan	6
	6.2. Kelengkapan bukti fisik	? Melampirkan bukti fisik	4

BAB IV PENUTUP

Setelah menyelesaikan modul ini, anda berhak untuk mengikuti tes praktik untuk menguji kompetensi yang telah anda pelajari. Apabila anda dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evaluasi dalam modul ini, maka anda berhak untuk melanjutkan ke modul berikutnya, dengan topik sesuai dengan peta kedudukan modul.

Jika anda sudah merasa menguasai modul, mintalah guru/instruktur anda untuk melakukan uji kompetensi dengan sistem penilaian yang dilakukan oleh pihak dunia industri atau asosiasi profesi yang kompeten apabila anda telah menyelesaikan suatu kompetensi tertentu. Atau apabila anda telah menyelesaikan seluruh evaluasi yang disediakan dalam modul ini, maka hasil yang berupa nilai dari guru/instruktur atau berupa portofolio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi oleh pihak industri atau asosiasi profesi. Dan selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar pemenuhan kompetensi tertentu dan apabila memenuhi syarat anda berhak mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh industri atau asosiasi profesi.

DAFTAR PUSTAKA

Halliday dan Resnick, 1991. ***Fisika jilid 1 (Terjemahan)***. Jakarta. Penerbit Erlangga.

Bob Foster, 1997. ***Fisika SMU*** . Jakarta . Penerbit Erlangga.

Gibbs, K, 1990. ***Advanced Physics***. New York, Cambridge University Press.

Martin Kanginan, 2000. ***Fisika SMU***. Jakarta . Penerbit Erlangga.

Tim Dosen Fisika ITS, 2002. ***Fisika I***. Surabaya. Penerbit ITS.