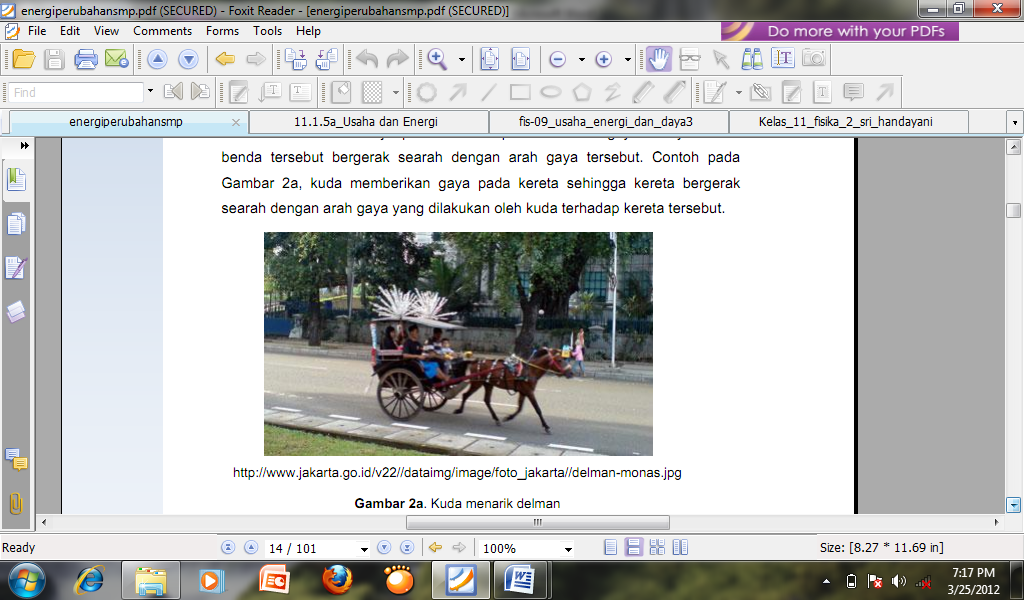
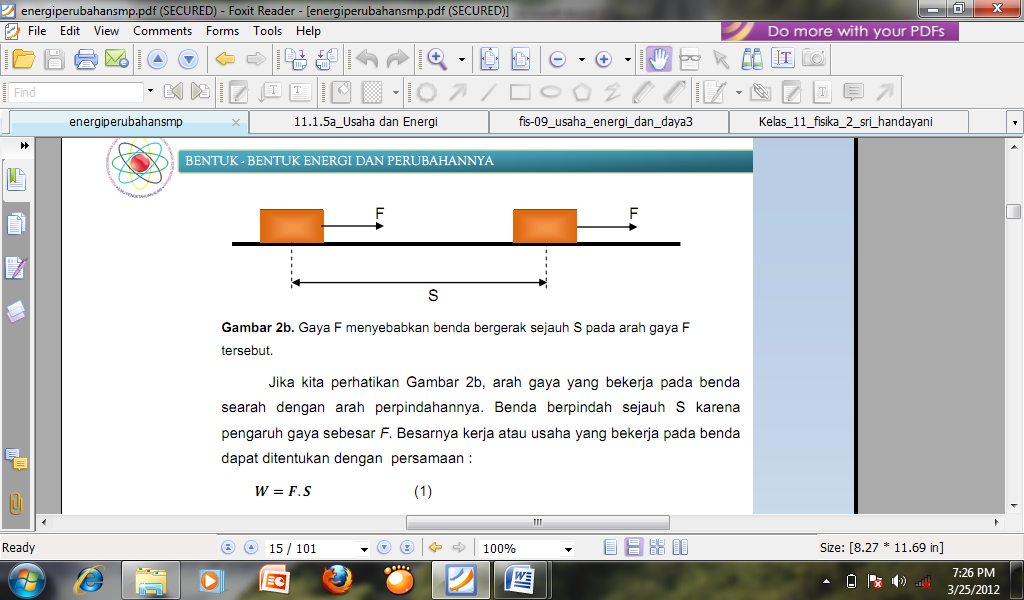
**USAHA DAN ENERGI**

1. **USAHA**

Pengertian kerja/usaha dalam kehidupan sehari-hari diartikan sebagai suatu tindakan yang sungguh-sungguh untuk mencapai suatu hasil. Hal ini jelas berbeda dengan pengertian usaha/ kerja dalam fisika. Dalam fisika kerja atau usaha diartikan sebagai hasil perkalian antara gaya yang bekerja pada suatu benda dengan jarak perpindahan benda tersebut. Usaha dikatakan bekerja pada benda, apabila sebuah gaya menyebabkan benda tersebut bergerak searah dengan benda tersebut. Contoh pada Gambar 1. Kuda memberikan gaya pada kereta, sehingga kereta bergerak searah dengan arah gaya yang dilakukan oleh kuda terhadap kereta tersebut.

****

Gambar 1. Kuda Menarik Delman



Gambar 2. Gaya F Menyebabkan benda Bergerak Sejauh S Pada Arah Gaya F Tersebut.

Jika kita perhatikan gambar 2, arah gaya yang bekerja pada benda searah dengan arah perpindahannya. Benda berpindah sejauh S, karena pengaruh gaya sebesar F. besarnya kerja/usaha yang bekerja pada benda dapat ditentukan dengan persamaan:

**W = F . S** …………….. (1)

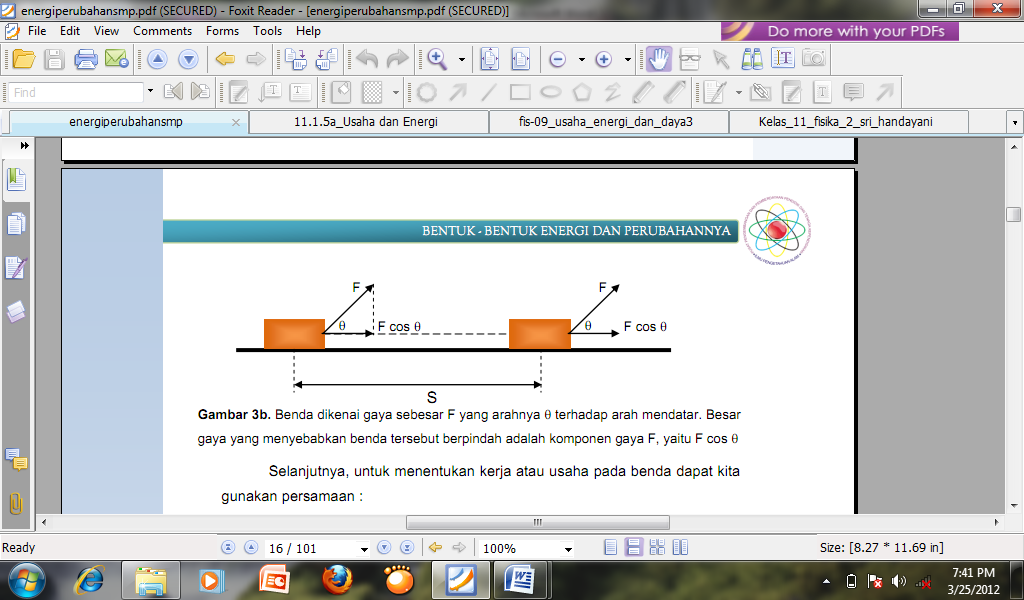
Dimana,

W = kerja/usaha (J)

F = Gaya (N)

S = Jarak Perpindahan (m)

Jika arah gaya yang bekerja pada benda membentuk sudut terhadap arah perpindahannya, maka untuk menentukan besar kerja/usahanya tidak dapat langsung menggunakan persamaan (1). Besarnya gaya yang menyebabkan benda berpindah sejauh S adalah komponen F pada arah mendatar (arah perpindahan S) yaitu F cos

****

Gambar 3. Benda Dikenai Gaya Sebesar F yang arahnya

Selanjutnya untuk menentukan kerja/usaha pada benda, dapat kita gunakan persamaan :

***W = F cos . S*** …………. (2)

Dimana,

W = Kerja/Usaha (J)

F cos = Gaya Efektif (N)

S = Jarak perpindahan (m)

1. **Satuan Usaha**

Dalam SI satuan gaya adalah newton (N) dan satuan perpindahan adalah meter, maka satuan usaha merupakan hasil perkalian antara satuan gaya dan satuan perpindahan, yaitu Newton meter atau Joule. 1 Joule = 1 Nm = 1 Kg m2/s2. Sedangkan satuan usaha dalam system cgs adalah dyne sentimeter yang disingkat dyn.cm atau erg. 1 Nm = 107 dyn.cm = 107erg.

Satu Joule (1 J) adalah besar usaha yang dilakukan benda oleh gaya 1 N untuk memindahkan benda sejauh 1 m.

1. **Usaha Yang Dilakukan Oleh Beberapa Gaya**

Usaha yang dilakukan oleh beberapa gaya yang bekerja pada sebuah benda merupakan jumlah aljabar usaha yang dilakukan oleh tiap-tiap gaya. Jika suatu balok ditarik oleh gaya F1, F2, F3 sehingga balok berpindah sejauh S, sedangkan sudut antara tiap-tiap gaya terhadap perpindahan berturut-turut adalah 1, 2, 3, usaha yang dilakukan ketiga gaya tersebut adalah :

∑ W = W1 + W2 + W3

= (F1 cos 1)(S) + (F2 cos 2)(S) + (F3 cos 3)(S)

= (F1 cos 1 + F2 cos 2 + F3 cos 3) (S)

**∑ W = (∑F) . S**  …………………….. (3)

Contoh soal :

Tiga buah gaya bekerja pada sebuah benda besarnya berturut-turut 5, 8 , dan 6 N yang membentuk sudut 90o, 30o, 60o terhadap arah perpindahan benda. Apabila benda berpindah sejauh 200 cm, berapakah usaha total ke tiga gaya tersebut ?

Penyelesaian :

Diketahui :

F1 = 5 N 1 = 90o

F2 = 8 N 2 = 30o

F3 = 6 N 3 = 60o

S = 200 cm = 2 m

Ditanya : ∑ W ?

Jawab :

∑ W = W1 + W2 + W3

= (F1 cos 1 + F2 cos 2 + F3 cos 3) (S)

= (5 cos 90o + 8 cos 30o + 6 cos 60o

= 0 + 24 + 6

= 30 J

Jadi, besar usaha total adalah 30 J

1. **ENERGI**
2. **PENGERTIAN ENERGI**

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha. Bus dapat melaju di jalan karena ada sumber energi kimia yang dikandung dalam bahan bakar solar. Jika solar dalam bus habis, bus kehabisan energi dan akibatnya bus tidak dapat melaju (melakukan usaha). Untuk melakukan usaha manusia memperoleh energi dari makanan yang dimakannya. Kalau manusia tidak makan, akan lemas dan tidak kuat untuk melakukan usaha karena tidak mempunyai energi yang cukup. Dari kedua contoh tersebut jelaslah bahwa untuk melakukan usaha diperlukan energi.

Energi muncul dalam berbagai bentuk, misalnya energi kimia, energi listrik, energi nuklir. Energi dapat berubah dari bentuk yang satu ke bentuk yang lainnya. Energi justru bermanfaat pada saat terjadi perubahan bentuk energi. Sebagai contoh, energy kimia dalam baterai bermanfaat untuk menyalakan senter ketika terjadi perubahan dari energi kimia menjadi energi listrik.

1. **SUMBER-SUMBER ENERGI**

Sumber energi yang digunakan sebagaimana bentuk aslinya disebut sumber primer. Sumber-sumber ini dibagi menjadi dua kelompok, yaitu sumber energi terbatas dan sumber energi tidak terbatas. Sumber energi terbatas meliputi batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Sumber-sumber energi yang tidak terbatas, misalnya energi cahaya matahari, energi air. Sumber-sumber energi yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah energi cahaya, energi angin, energi air, energi gelombang, energi panas bumi, dan energi nuklir.

1. **BENTUK-BENTUK ENERGI**
   1. **Energi Kinetik**

Jika kita perhatikan seseorang yang sedang berlari, maka posisi orang tersebut akan berubah setiap detiknya, perubahan posisi ini menunjukkan bahwa orang itu memiliki energi. Energi yang dimiliki oleh benda bergerak disebut energi kinetik. Untuk menjelaskan energi kinetik secara matematis, digunakan persamaan gerak dan hukum ke dua Newton tentang gerak pada benda yang bergerak lurus berubah beraturan dengan kecepatan awal V0 dan kecepatan akhir V1, sehingga berlaku persamaan sebagai berikut:

V12 = V02 + 2as ………………. (1)

Untuk mengetahui bagaimana energi tersirat dalam persamaan (1) di atas, maka persamaan (1) di ubah menjadi persamaan :

V12 – V02 = 2as ………………. (2)

Dengan menggunakan persamaan hukum II Newton, F = ma dimana a = F/m, maka persamaan di atas menjadi :

V12-V02 = ……………………. (3)

Jika ke dua ruas persamaan tersebut di kalikan ½ m, maka didapat :

½ m V12 – ½ mV02  = FS …………… (4)

Ruas kiri pada persamaan (4) menunjukkan perubahan energi benda dimana energi ini dihasilkan dari gerak dan biasanya disimbolkan Ek yang berarti energi kinetik. Jadi secara umum energi kinetik dirumuskan sebagai berikut ;

Ek = ½ mv2 …………………………….. (5)

Dimana,

Ek = Energi kinetik (J)

m = massa benda (Kg)

v = Kecepatan benda (m/s)

Energi kinetik suatu benda berbanding lurus dengan massa benda tersebut, sehingga sebuah batu dengan massa 2 Kg memiliki energi kinetik lebih besar dibandingkan dengan sebuah bola baseball dengan massa 48 gram yang dilemparkan dengan kecepatan sama. Energi kinetik suatu benda juga berbanding lurus dengan kecepatannya. Mobil yang bergerak dengan kecepatan 20 m/s mempunyai energi kinetik empat kali lipat dibandingkan ketika mobil tersebut bergerak dengan kecepatan 10 m/s. Karena massa dan kecepatan merupakan sesuatu yang dimiliki oleh suatu benda, maka energi kinetik pun merupakan milik dari benda tersebut. Sementara itu ruas kiri dari persamaan (4) berhubungan dengan lingkungan dimana F adalah gaya yang dikerjakan oleh lingkungan kepada benda dan S adalah perpindahan. Jadi bisa disimpulkan bahwa lingkungan merubah energi benda (sistem). Pada perubahan energi suatu benda (sistem) disebut usaha. Hal ini sudah dirumuskan pada persamaan W = F x S.

Dengan mensubtitusikan W dan Ek ke dalam persamaan (4) maka akan didapat :

Ek1 – Ek0 = W. Ruas kiri dari persamaan ini merupakan perubahan Ek dan dapat dinyatakan dengan delta.

∆Ek = W …………….. (6)

Persamaan ini menunjukkan bahwa ketika usaha dilakukan pada suatu benda, maka akan menghasilkan perubahan Ek. Pernyataan ini disebut teorema Usaha-Energi.

Contoh soal :

Sebuah benda bermassa m bergerak dengan kecepatan 20 m/s sehingga memiliki energi kinetik sebesar 250 joule. Berapakah energi benda tersebut jika kecepatannya menjadi 40 m/s?

Penyelesaian

Diketahui :

v1 = 20 m/s

Ek1 = 250 joule

v2 = 40 m/s

Ditanya : Ek2 = ?

Jawab :

Energi kinetik benda sebesar: Ek = ½ m v2

massa benda dapat ditentukan dari keadaan pertama.

Ek1 = ½ m v12

250 = ½ m (20)2

500 = m . 400

m = 1,25 kg

Berarti Ek2 dapat diperoleh:

Ek2 = ½ m v2

= ½ . 1,25 . (40)2

= 1000 joule

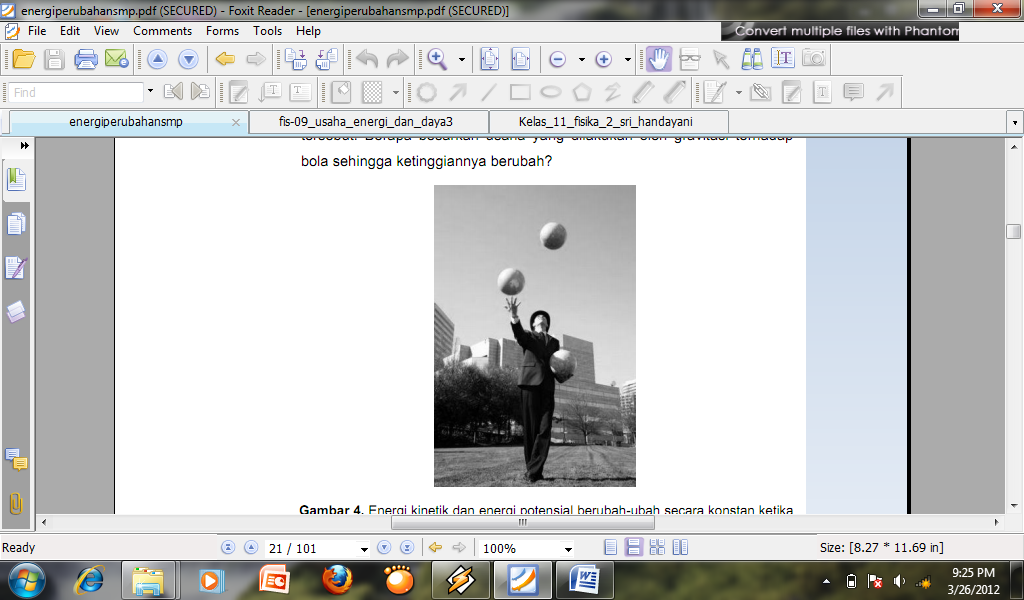
* 1. **Energi Potensial**

Energi potensial adalah energi yang dimiliki benda karena kedudukannya. Energi ini tersembunyi dalam benda, tetapi jika diberi kesempatan, energi ini dapat dimanfaatkan. Contoh : karet ketapel dan tali busur yang ditarik atau ditegangkan, serta pegas yang ditekan. Energi kimia dalam makanan dan bahan bakar termasuk energi yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai kegiatan. Demikian pula, jika bahan bakar dibakar dalam mesin kendaraan, akan dihasilkan energi kinetik yang mampu menggerakkan kendaraan.

Energi potensial memiliki beberapa bentuk diantaranya energi potensial gravitasi, energi potensial pegas, energi potensial listrik dan lain-lain. Pada bagian ini akan dibahas energi potensial gravitasi dan energi potensial pegas.

* Energi Potensial Gravitasi

Energi potensial gravitasi yang dimiliki benda disebabkan oleh ketinggiannya terhadap bidang acuan tertentu. Akibat ketinggian ini, jika benda dibebaskan akan tertarik oleh gaya tarik bumi (gaya gravitasi bumi) sehingga benda jatuh. Selanjutnya, energi potensial gravitasi cukup disebut energi potensial.



Gambar 4. Bola yang dilempar oleh seorang pesulap.

Ketinggian bola dari tangan pesulap adalah h, bola mengalami perpindahan ke atas, sementara gaya gravitasi yang bekerja pada bola, Fg arahnya ke bawah sehingga usaha yang dilakukan oleh gravitasi adalah

W = - m g h, nilainya negatif karena gaya gravitasi berlawanan arah dengan perpindahannya. Ketika bola kembali ke bawah , gaya dan perpindahannya searah, sehingga usaha yang dilakukan oleh gaya gravitasi bernilai positif.

W = m g h. Besar ke dua usaha ini sama, tetapi tandanya berlawanan. Jadi ketika bola bergerak ke atas, gravitasi melakukan usaha negatif, kelajuan benda berkurang dan berhenti di titik tertinggi. Pada saat bola kembali jatuh, gravitasi melakukan usaha positif, kelajuan bola bertambah.

Dalam perhitungan kuantitatif, energi potensial gravitasi suatu benda didefinisikan sebagai hasil kali berat benda (mg) dengan ketinggian (h) dari suatu bidang acuan.

Energi potensial gravitasi dirumuskan sebagai :

**Ep = m. g. h** …………….. (7)

Dimana, Ep = energi potensial (J) g = percepatan gravitasi (m/s2)

m = massa benda (Kg) h = Ketinggian (m)

Jika titik acuan berbeda, energi potensial pada suatu titik juga berbeda, tetapi perubahan energi potensial antara dua titik tetap sama. Secara umum, jika benda yang ketinggian awalnya h1 diatas titik acuan dan ketinggian akhirnya h2 diatas titik acuan, besar perubahan energi potensial adalah :

∆Ep = Ep2 – Ep1 = m.g.h2 – m.g.h1

∆Ep = m.g.(h2 – h1)

Energi potensial dapat bernilai negatif jika benda berada di bawah titik acuan. Dalam hal ini ketinggian (h) bernilai negatif.

Contoh soal :

Sebuah lampu gantung massanya 0,5 Kg berada pada ketinggian 3 meter di atas lantai. Tepat di bawah lampu terdapat meja yang tingginya 1 meter. Tentukan :

1. Besar energi potensial lampu terhadap lantai!
2. Besar energi potensial lampu terhadap permukaan meja
3. Besar energi potensial asbak bermassa 0,2 kg yang terletak di atas meja terhadap lampu (g = 10 m/s2)

Penyelesaian :

Diketahui : m = 0,5 kg h2 = 2m masbak = 0,2 kg

h1 = 3 m g = 10 m/s2

Ditanya : Energi potensial (Ep)

Jawab :

1. Ep1 = m.g.h1

= 0,5 kg . 10 m/s2 . 3 m

= 15 J

1. Ep2  = m.g.h2

= 0,5 kg . 10 m/s2 . 2 m

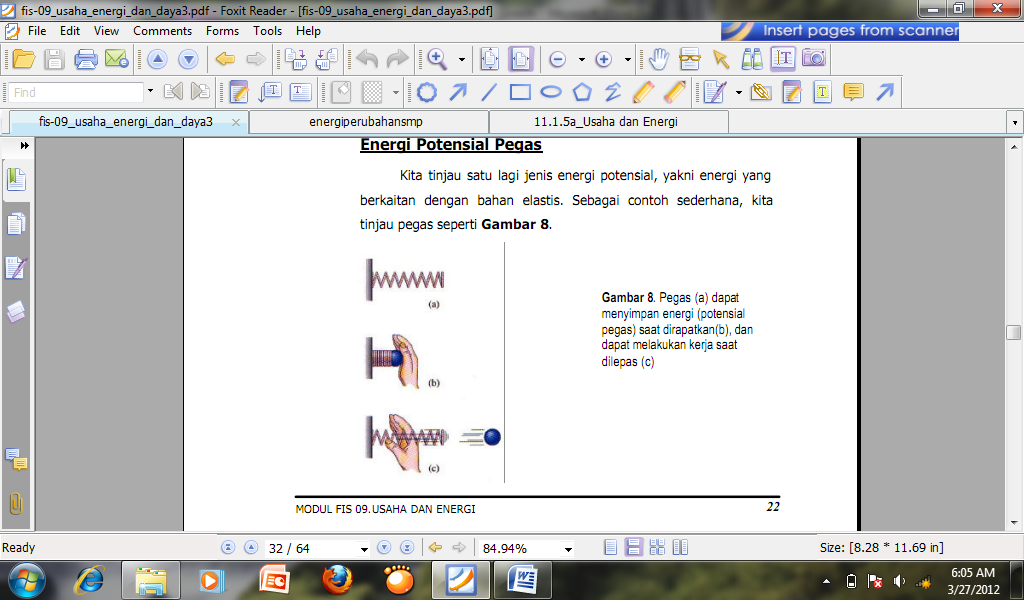
= 10 J

1. Epasbak = mAabak . g . (-h2)

= 0,2 kg . 10 m/s2 . (-2)m = - 4 J

* Energi Potensial Pegas

Kita tinjau satu lagi jenis energi potensial, yakni energi yang berkaitan dengan bahan elastis. Sebagai contoh sederhana, kita tinjau pegas seperti gambar 5.



Gambar 5. Pegas (a) dapat menyimpan energi (potensial pegas) saat dirapatkan(b), dan dapat melakukan kerja saat dilepas (c)

Misalkan panjang pegas sebelum mendapat gaya luar adalah x cm, jika pada pegas dikerjakan gaya dengan cara meregangkannya, panjang pegas menjadi (x + ∆x) cm, dan jika dengan cara menekan, panjangnya menjadi (x - ∆x) cm. berarti, ada perbedaan panjang pegas yang dikenai gaya jika dibandingkan dengan panjang pegas sebelum dikenai gaya/pegas dalam keadaan normal. Jika kita meletakkan sebuah benda yang ukurannya kecil pada pegas, ternyata benda akan terdorong oleh pegas tersebut.

Benda terdorong oleh pegas karena pegas yang tertekan memiliki energi potensial pegas. Besarnya energi potensial pegas dapat tentukan dengan menggunakan persamaan :

**Ep = ½ k ∆x2** ………………….. (8)

Dimana : Ep = Energi potensial pegas (J)

k = konstanta pegas (N/m)

∆x = Perubahan panjang pegas (m).

Contoh soal :

Sebuah pegas memiliki panjang 20 cm. Saat ditarik dengan gaya 12,5 N panjang pegasnya

Menjadi 22 cm. Berapakah panjang pegas jika ditarik gaya sebesar 37,5 N?

Penyelesaian :

Penyelesaian

Diketahui : x0 = 20 cm

F1 = 2,5 N → x1 = 22 cm

Δx1= 22 − 20 = 2 cm = 2.10-2m

F2 = 37,5 N

Ditanya : x2 = ?

Jawab :

Dari keadaan pertama dapat dihitung konstanta pegas sebagai berikut.

F1= k Δx1

12,5 = k . 2.10-2

k = = 625 N/m

Berarti panjang pegas saat diberi gaya F2 dapat diperoleh:

F2 = k Δx2

37,5 = 625 . Δx2

Δx2 =

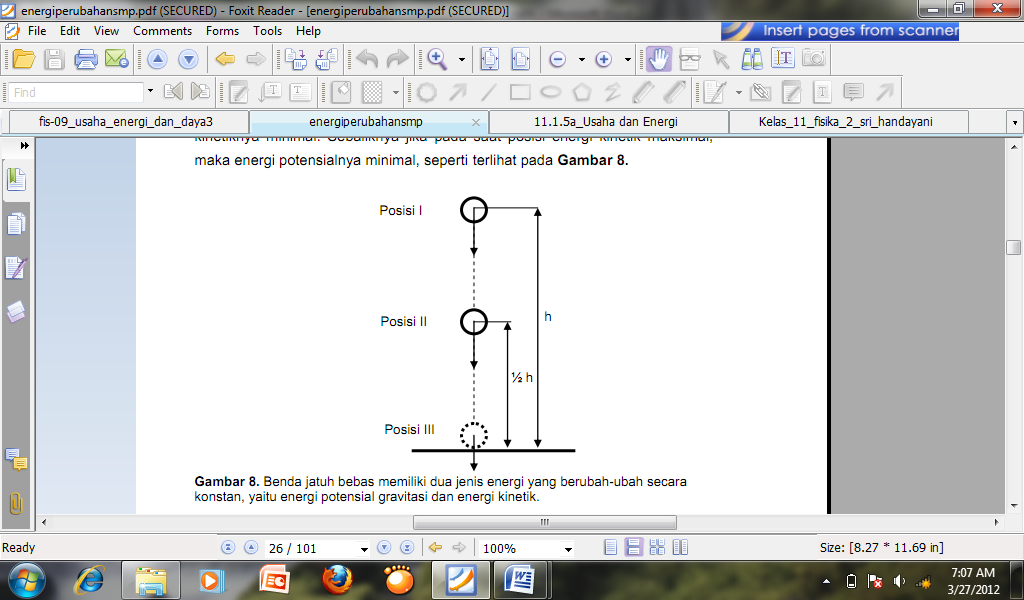
= 0,06 m = 6 cm

Jadi panjangnya menjadi: x2 = x0 + Δx2 = 20 + 6 = 26 cm

* 1. **Energi Mekanik**

Di alam semesta ini tidak ada suatu energi yang dapat diciptakan atau dihilangkan. Akan tetapi, energi dapat berubah bentuk dari bentuk energi yang satu ke bentuk energi yang lain. Jika ada suatu bentuk energi yang terpakai harus ada bentuk lain dari energi itu yang timbul. Energi bentuk lain tersebut harus mempunyai besar yang sama dengan energi yang hilang. Misalnya: energi listrik berubah menjadi energi cahaya, energi potensial berubah menjadi energi kimia, dan energi kimia berubah menjadi energi listrik.

Sebuah benda yang jatuh bebas, memiliki dua buah energi, yaitu energi kinetik dan energi potensial gravitasi. Penjumlahan kedua energi tersebut dinamakan energi mekanik. Besarnya energi mekanik yang dimiliki oleh suatu benda pada setiap perubahan posisi selalu tetap. Pernyataan ini dikenal sebagai kekekalan energi. Artinya, jika pada suatu posisi energi potensial yang dimiliki benda maksimal, maka pada posisi tersebut energi kinetiknya minimal. Sebaliknya, jika pada saat posisi energi kinetiknya maksimal, maka energi potensialnya minimal, seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Benda jatuh bebas memiliki dua jenis energi yang berubah-ubah secara konstan, yaitu energi potensial gravitasi dan energi kinetik

Berkaitan dengan hukum kekekalan energi mekanik, untuk kasus benda jatuh bebas dapat disimpulkan sebagai berikut :

* Pada kedudukan awal, kelajuan sama dengan nol, sehingga energi kinetik Ek = 0, sedangkan energi potensial Ep mencapai nilai maksimum, sama dengan energi mekaniknya.
* Pada keadaan selanjutnya, energi potensial berkurang dan berubah menjadi energi kinetik. Pada setengah perjalanannya, besar energi potensial sama dengan energi kinetik.
* Pada saat menyentuh tanah (bidang acuan), seluruh energi potensial berubah menjadi energi kinetik sehingga energi potensial = 0, sedangkan energi kinetik mencapai nilai maksimum, sama dengan energi mekaniknya.

Hukum kekekalan energi mekanik dapat dituliskan sebagai berikut :

Energi mekanik pada saat t1 = energi mekanik pada saat t2

(Ep + Ek) t1  = (Ep + Ek) t2 …………….. (9)

Jika energi potensial dan energi kinetik pada saat t1 kita tuliskan sebagai Ep1 dan Ek1 , energi potensial dan energi kinetik pada saat t2 kita tulis sebagai Ep2 dan Ek2 maka :

Ep1 + Ek1 = Ep2 + Ek2  ………..…….. (10)

Mgh1 + ½ mv12 = mgh2 + ½ mv22 ………………. (11)

Rumusan hukum kekekalan energi mekanik di atas hanya berlaku apabila dalam berubah bentuk dari energi kinetik menjadi energi potensial atau sebaliknya tidak ada energi yang hilang. Persamaan tersebut hanya berlaku apabila dalam sistem yang ditinjau hanya terdapat gaya berat benda.