

MODUL 14

USAHA DAN ENERGI (2)

1. TUJUAN

- 1.1. Memahami berbagai macam perubahan bentuk energi.
- 1.2. Menentukan konstanta pegas menggunakan konsep energi.

2. ALAT – ALAT YANG DIGUNAKAN

- 2.1. Perangkat antarmuka *LabQuest Stream* (1),
- 2.2. PC berisi aplikasi *Logger Pro* (1),
- 2.3. Sensor *photogate* dan dudukannya (1),
- 2.4. Kereta (1),
- 2.5. Rel (1),
- 2.6. Pegas melingkar (1),
- 2.7. Papan penghalang (1),
- 2.8. *Waterpass* (1),
- 2.9. Beban (4),
- 2.10. Neraca (1),
- 2.11. Mistar (1).



Gambar 14.1. Alat-alat yang digunakan.

3. KONSEP DASAR YANG TERKAIT

Konsep energi dapat dikaitkan dengan usaha oleh suatu gaya. Usaha oleh suatu gaya \vec{F} yang bekerja pada sistem sehingga sistem berpindah sejauh $d\vec{r}$ adalah :

$$W_{\vec{F}} = \int \vec{F} \cdot d\vec{r} . \quad (14.1)$$

Dengan penurunan secara matematik, maka diperoleh:

$$W_{\vec{F}_{total}} = \frac{1}{2} m(v_{akhir}^2 - v_{awal}^2) \quad (14.2)$$

Jika didefinisikan $EK = \frac{1}{2} mv^2$ sebagai energi kinetik benda, maka usaha yang dilakukan oleh gaya tersebut akan menyebabkan perubahan energi kinetik benda, yakni

$$W_{\vec{F}_{total}} = \Delta EK \quad (14.3)$$

Gaya total yang bekerja pada suatu benda bisa terdiri dari gaya konservatif dan gaya non konservatif. Usaha oleh gaya konservatif akan nol bila bekerja dalam satu lintasan penuh. Jika benda mendapatkan energi dari gaya konservatif, maka energi tersebut akan tersimpan sebagai energi potensial. Sebagai contoh, gravitasi bumi merupakan gaya konservatif dan benda yang dipengaruhi oleh gravitasi bumi akan memiliki energi potensial. Energi potensial benda bergantung pada jarak (posisi) benda terhadap bumi (misalnya diukur terhadap acuan tanah).

Salah satu sifat energi adalah tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan tetapi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Usaha total terdiri dari usaha dari gaya yang tak bergantung lintasan (konservatif) dan gaya yang bergantung lintasan (non konservatif), sehingga

$$W = W_{nk} + W_k = \Delta EK \quad (14.4)$$

Dalam eksperimen yang akan dilakukan, usaha nonkonservatif berasal dari gesekan yang tidak bisa diabaikan. Usaha konservatif tidak lain adalah perubahan energi

potensial gravitasi benda. Lengkapnya, teorema usaha energi (14.3) dapat ditulis menjadi:

$$W_g - \Delta EP = \Delta EK \quad (14.5)$$

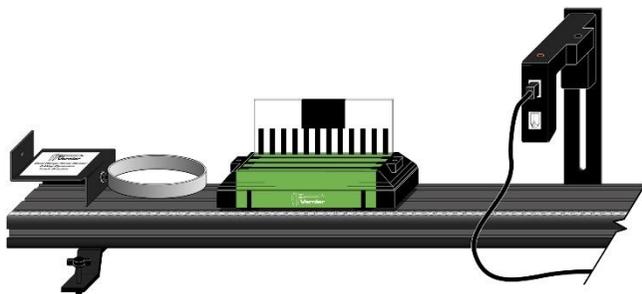
Jika dalam sistem terdapat pegas, maka ketika pegas tersebut diberi gaya sehingga berubah panjangnya sebesar Δx dari keadaan normalnya, maka pegas tersebut memiliki energi potensial pegas yang besarnya :

$$EP_{pegas} = \frac{1}{2}k\Delta x^2 \quad (14.6)$$

4. PROSEDUR PERCOBAAN

a. Energi Potensial Pegas dan Energi Kinetik

- 1) Timbang massa kereta, papan penghalang dan beban.
- 2) Pasang pegas melingkar pada salah satu ujung rel dan sensor *photogate* pada jarak 0,5 m di depan pegas.
- 3) Pasang papan penghalang pada kereta seperti pada Gambar 14.2.
- 4) Atur agar rel berada pada posisi yang datar, gunakan waterpass untuk mengeceknya. Cek juga dengan menempatkan kereta pada rel hingga tidak mengalami pergerakan di rel.
- 5) Hubungkan sensor *photogate* dengan soket Ch.1 pada *LabQuest Stream*.
- 6) Buka aplikasi *LoggerPro* pada PC, pastikan sensor *photogate* telah terdeteksi pada program.



Gambar 14.2. Set up alat percobaan.

- 7) Tekan tombol untuk mencoba perekaman data. Atur *photogate* untuk *Gate Timing*.

- 8) Gerakkan kereta maju melewati sensor *photogate*. Pastikan *Gate State* membaca *Blocked* saat terhalangi bagian hitam pada papan penghalang dan *Unblocked* ketika tidak terhalang dan panjang jarak yang terukur adalah 0,05 m.
- 9) Tekan pegas melingkar dengan kereta hingga memendek sebesar 2 cm. Tahan pada posisi tersebut.
- 10) Tekan tombol untuk memulai perekaman data.
- 11) Lepaskan kereta, biarkan bergerak melewati *photogate*.
- 12) Catat nilai kecepatan ke 3,4,dan 5 yang muncul pada program. Tuliskan hasilnya pada Tabel 14.1.
- 13) Ulangi langkah 9-12 dengan menambahkan beban pada kereta sebanyak 5 pengambilan data.

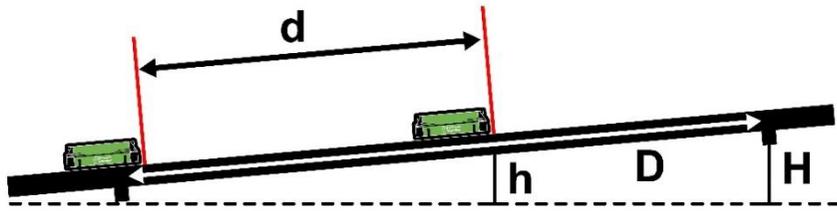
Tabel 14.1. Data percobaan A.

Massa (kg)	Δx (m)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	v_3 (m/s)	$v_{rata-rata}$ (m/s)	EK (J)
...	0.02					
	0.03					
	Dst					
dst	0.02					
	0.03					
	Dst					

b. Energi Potensial Pegas dan Energi Potensial Gravitasi

- 1) Atur ketinggian kedua ujung rel sehingga ujung yang memiliki pegas berada di posisi rendah dan ujung lainnya di posisi tinggi seperti pada Gambar 14.3.

- 2) Catat jarak antara ujung pegas dan ujung terjauh rel, juga ketinggian di masing-masing posisi.



Gambar 14.3. Skema menentukan posisi ketinggian kereta.

- 3) Tekan pegas melingkar dengan kereta hingga memendek sebesar 2 cm. Tahan pada posisi tersebut.
- 4) Tekan tombol untuk memulai perekaman data.
- 5) Lepaskan kereta, tandai dan catat posisi kereta tepat berhenti sebelum berbalik arah. Catat sebagai nilai S_{henti} pada Tabel 14.2.
- 6) Ulangi langkah 3-5 dengan menambahkan beban pada kereta sebanyak 5 pengambilan data.

Tabel 14.2. Data percobaan B.

Massa (kg)	Δx (m)	S_{henti} (m)	ΔS (m)	Δh (m)	ΔEP (J)
...	0.02				
	0.03				
	dst				
dst	0.02				
	0.03				
	dst				

5. TUGAS AKHIR DAN LAPORAN

a. Energi Potensial Pegas dan Energi Kinetik

- 1) Lengkapi Tabel 14.1.

- 2) Buatlah grafik antara EK sebagai sumbu-y dan Δx sebagai sumbu-x dari data untuk tiap jenis massa (total akan ada 5 grafik). Jelaskan mengenai bentuk grafik yang diperoleh.
- 3) Jelaskan mengenai perubahan bentuk energi yang terjadi pada kasus ini. Jika usaha oleh gaya gesek tidak diabaikan apa yang terjadi ?
- 4) Berdasarkan grafik tersebut, tentukan nilai konstanta pegas melingkar.
- 5) Bandingkan setiap nilai konstanta pegas yang diperoleh.

b. Energi Potensial Pegas dan Energi Potensial Gravitasi

- 1) Lengkapi Tabel 14.2.
- 2) Buatlah grafik antara ΔEP sebagai sumbu-y dan Δx sebagai sumbu-x dari data untuk tiap jenis massa (total akan ada 5 grafik). Jelaskan mengenai bentuk grafik yang diperoleh.
- 3) Jelaskan mengenai perubahan bentuk energy yang terjadi pada kasus ini. Jika usaha oleh gaya gesek tidak diabaikan apa yang terjadi ?
- 4) Berdasarkan grafik tersebut, tentukan nilai konstanta pegas melingkar.
- 5) Bandingkan setiap nilai konstanta pegas yang diperoleh.

6. DAFTAR PUSTAKA

- 1) Cutnell, J.D. & Johnson, K.W. , Introduction to Physics (2015), Physics, 10 th edition, John Wiley & Sons, International student version.
- 2) Dukerich, L., Advanced Physics with Vernier : Mechanics (2011), Vernier Software and Technology.
- 3) Halliday, D., Resnick, R., and Walker, J., Principle of Physics, 10th ed. Extended (2014), John Wiley & Sons, International student version.
- 4) Mikrajuddin, A., Fisika Dasar 1 (2016), Penerbit ITB.