

BAHAN AJAR

FISIKA SMA/MA — FASE E (KELAS X)

ENERGI DAN PERUBAHANNYA

BAB 1 Konsep Dasar Energi dan Bentuk-Bentuk Energi

1.1 Apa Itu Energi?

Secara sederhana, energi didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan usaha (kerja). Setiap benda yang bergerak, benda yang berada pada suatu kedudukan, maupun proses-proses di alam (seperti matahari yang bersinar atau makanan yang kita cerna) selalu melibatkan energi. Dalam Sistem Internasional (SI), satuan energi adalah joule (J), dengan 1 joule setara dengan usaha yang dilakukan oleh gaya 1 newton untuk memindahkan benda sejauh 1 meter searah gaya tersebut ($1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$).

Sifat Penting Energi

Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain (Hukum Kekekalan Energi).

Energi dapat berpindah dari satu benda/sistem ke benda/sistem lain, misalnya melalui usaha, kalor, atau radiasi.

1.2 Bentuk-Bentuk Energi

Energi hadir dalam berbagai bentuk yang saling dapat diubah satu sama lain. Diagram berikut merangkum bentuk-bentuk energi yang umum dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.



Energi hadir dalam berbagai bentuk, dan dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lain (Hukum Kekekalan Energi)

Gambar 1.1 Peta konsep bentuk-bentuk energi

Bentuk Energi	Penjelasan dan Contoh
Energi Kinetik	Energi yang dimiliki benda karena geraknya. Contoh: mobil melaju, angin bertiup, air mengalir.
Energi Potensial	Energi yang tersimpan pada benda karena kedudukan atau keadaannya. Contoh: buah di atas pohon (gravitasi), pegas yang diregangkan (elastis).
Energi Kalor (Panas)	Energi yang berpindah akibat perbedaan suhu. Contoh: api unggun, kompor menyala.
Energi Listrik	Energi akibat aliran muatan listrik. Contoh: listrik yang mengalir pada kabel rumah.
Energi Kimia	Energi yang tersimpan dalam ikatan kimia suatu zat. Contoh: makanan, bahan bakar, baterai.
Energi Cahaya	Energi yang dipancarkan dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Contoh: cahaya matahari, lampu.
Energi Bunyi	Energi yang dihasilkan oleh getaran dan merambat sebagai gelombang bunyi. Contoh: suara alat musik.
Energi Nuklir	Energi yang tersimpan di dalam inti atom, dilepaskan melalui reaksi fisi/fusi nuklir. Contoh: reaktor nuklir.

Dalam pembelajaran fisika di tingkat menengah, dua bentuk energi yang paling sering dibahas secara kuantitatif adalah energi kinetik dan energi potensial, karena keduanya menyusun energi mekanik suatu benda. Kedua bentuk energi ini akan dibahas secara mendalam pada Bab 2 dan Bab 3.

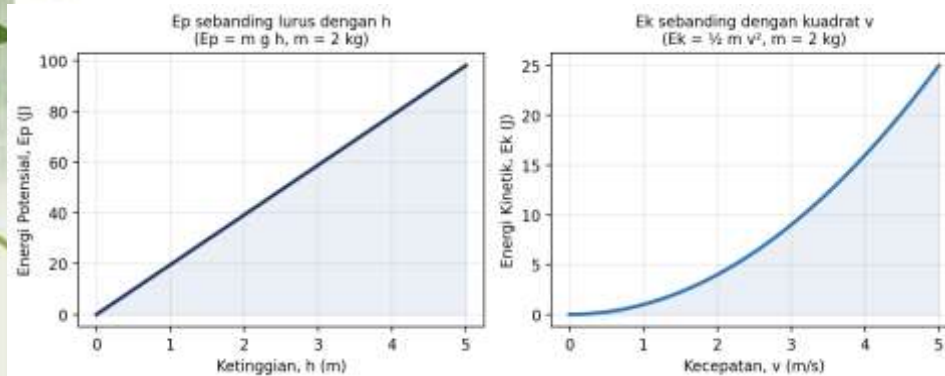
BAB 2 Energi Kinetik

Energi kinetik (E_k) adalah energi yang dimiliki oleh suatu benda karena benda tersebut bergerak. Semakin besar massa dan/atau kecepatan suatu benda, semakin besar pula energi kinetiknya.

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

E_k = energi kinetik (joule, J) m = massa benda (kg) v = kecepatan benda (m/s)

Karena kecepatan (v) dipangkatkan dua, energi kinetik meningkat secara kuadratik terhadap kecepatan — artinya jika kecepatan suatu benda menjadi dua kali lipat, energi kinetiknya menjadi empat kali lipat.



Gambar 2.1 Grafik hubungan energi potensial terhadap ketinggian (kiri) dan energi kinetik terhadap kecepatan (kanan)

Contoh Soal 2.1

Soal:

Sebuah mobil bermassa 800 kg melaju dengan kecepatan 20 m/s. Tentukan energi kinetik mobil tersebut!

Penyelesaian:

Diketahui: $m = 800$ kg, $v = 20$ m/s

Ditanya: $E_k = ?$

Jawab: $E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 800 \times (20)^2 = \frac{1}{2} \times 800 \times 400 = 160.000 \text{ J} = 1,6 \times 10^5 \text{ J}$

Tahukah Kamu?

Inilah sebabnya kecelakaan pada kecepatan tinggi jauh lebih berbahaya daripada pada kecepatan rendah — energi kinetik yang harus diserap saat tabrakan meningkat secara kuadratik, bukan sebanding lurus, terhadap kecepatan kendaraan.

BAB 3 Energi Potensial

Energi potensial (E_p) adalah energi yang tersimpan pada suatu benda karena kedudukan, posisi, atau keadaannya (misalnya bentuknya yang meregang/tertekan). Terdapat dua jenis energi potensial yang umum dipelajari: energi potensial gravitasi dan energi potensial elastis (pegas).

3.1 Energi Potensial Gravitasi

Energi potensial gravitasi dimiliki oleh benda yang berada pada suatu ketinggian tertentu terhadap bidang acuan (biasanya permukaan tanah/lantai).

$$E_p = m g h$$

E_p = energi potensial gravitasi (J) m = massa benda (kg) g = percepatan gravitasi ($\approx 9,8 \text{ m/s}^2$, dibulatkan 10 m/s^2) h = ketinggian benda (m)

Contoh Soal 3.1

Soal:

Sebuah buku bermassa $0,5 \text{ kg}$ berada di atas rak setinggi 2 m dari lantai. Berapa energi potensial gravitasi buku tersebut? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Penyelesaian:

Diketahui: $m = 0,5 \text{ kg}$, $h = 2 \text{ m}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$

Ditanya: $E_p = ?$

Jawab: $E_p = m g h = 0,5 \times 10 \times 2 = 10 \text{ J}$

3.2 Energi Potensial Elastis (Pegas)

Energi potensial elastis tersimpan pada benda elastis (seperti pegas atau karet) yang mengalami perubahan bentuk (diregangkan atau ditekan).

$$E_p(\text{pegas}) = \frac{1}{2} k x^2$$

k = konstanta pegas (N/m) x = besar simpangan/perubahan panjang pegas dari posisi setimbang (m)

Semakin besar simpangan pegas dari posisi normalnya, semakin besar energi potensial elastis yang tersimpan — hubungan ini juga bersifat kuadratik, serupa dengan energi kinetik.

BAB 4 Usaha dan Energi

Usaha (kerja) dalam fisika memiliki makna khusus, berbeda dengan pengertian 'usaha' sehari-hari. Usaha dilakukan ketika sebuah gaya bekerja pada benda sehingga benda tersebut berpindah searah dengan gaya tersebut.

$$W = F \times s$$

W = usaha (J) F = gaya yang bekerja searah perpindahan (N) s = perpindahan benda (m)

Jika gaya yang bekerja tidak searah dengan perpindahan, hanya komponen gaya searah perpindahan yang menghasilkan usaha: $W = F \cos \theta \times s$, dengan θ adalah sudut antara arah gaya dan arah perpindahan.

4.1 Teorema Usaha–Energi

Usaha yang dilakukan oleh gaya total (resultan) pada suatu benda akan mengubah energi kinetik benda tersebut. Hubungan ini dikenal sebagai Teorema Usaha-Energi.

$$W = \Delta E_k = E_{k_2} - E_{k_1}$$

Usaha total = perubahan energi kinetik benda

Contoh Soal 4.1

Soal:

Sebuah balok bermassa 2 kg mula-mula diam, kemudian didorong oleh gaya konstan sehingga bergerak dan mencapai kecepatan 4 m/s. Berapa usaha yang dilakukan gaya tersebut terhadap balok?

Penyelesaian:

Diketahui: $m = 2 \text{ kg}$, $v_1 = 0 \text{ m/s}$, $v_2 = 4 \text{ m/s}$

Ditanya: $W = ?$

Jawab: $W = \Delta E_k = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = (\frac{1}{2} \times 2 \times 16) - 0 = 16 \text{ J}$

BAB 5 Hukum Kekekalan Energi Mekanik

Energi mekanik (E_m) suatu benda adalah jumlah dari energi kinetik dan energi potensial yang dimilikinya.

$$E_m = E_k + E_p$$

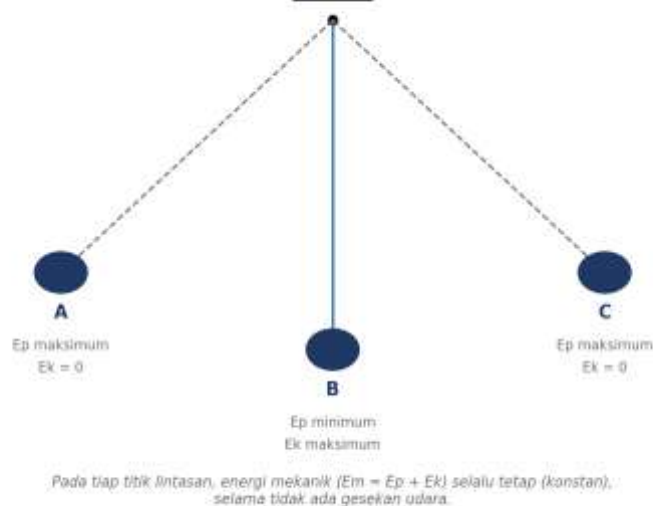
Hukum Kekekalan Energi Mekanik menyatakan bahwa pada suatu sistem yang hanya dipengaruhi oleh gaya konservatif (seperti gravitasi atau gaya pegas), tanpa adanya gesekan atau hambatan udara, energi mekanik total sistem tersebut akan selalu tetap (konstan) dari waktu ke waktu.

$$E_{m1} = E_{m2}$$

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$

Artinya, ketika energi potensial suatu benda berkurang, energi kinetiknya akan bertambah dengan jumlah yang sama (dan sebaliknya), sehingga jumlah keduanya tetap konstan.

Perubahan Energi Potensial dan Kinetik pada Ayunan Bandul



Gambar 5.1 Perubahan energi potensial dan energi kinetik pada ayunan bandul sederhana

Pada Gambar 5.1, di titik A dan C (ujung ayunan), kecepatan bandul sesaat bernilai nol sehingga energi kinetik minimum (nol) dan energi potensial maksimum. Sebaliknya, di titik B (titik terendah), energi potensial minimum sedangkan energi kinetik mencapai nilai maksimum. Meskipun demikian, jumlah $E_k + E_p$ pada ketiga titik tersebut selalu sama.

Contoh Soal 5.1

Soal:

Sebuah bola bermassa 0,2 kg dijatuhkan bebas dari ketinggian 5 m di atas tanah. Tentukan kecepatan bola saat menyentuh tanah! ($g = 10 \text{ m/s}^2$, abaikan gesekan udara)

Penyelesaian:

Diketahui: $m = 0,2 \text{ kg}$, $h = 5 \text{ m}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$, $v_{\text{awal}} = 0$ (jatuh bebas)

Ditanya: kecepatan (v) saat menyentuh tanah

Jawab (Hukum Kekekalan Energi Mekanik):

$E_m \text{ awal} = E_m \text{ akhir}$

$$E_{p \text{ awal}} + E_{k \text{ awal}} = E_{p \text{ akhir}} + E_{k \text{ akhir}}$$

$$m g h + 0 = 0 + \frac{1}{2} m v^2$$

$$g h = \frac{1}{2} v^2 \rightarrow v^2 = 2 g h = 2 \times 10 \times 5 = 100$$

$$v = \sqrt{100} = 10 \text{ m/s}$$

Perhatikan bahwa massa benda (m) tidak memengaruhi kecepatan akhirnya — ini menjelaskan mengapa (tanpa hambatan udara) benda ringan dan benda berat yang dijatuhkan dari ketinggian sama akan tiba di tanah pada waktu yang sama.

BAB 6 Daya

Daya (P) adalah besaran yang menyatakan kecepatan suatu usaha dilakukan atau kecepatan energi digunakan/dipindahkan, yaitu besar usaha atau energi per satuan waktu.

$$P = W / t$$

P = daya (watt, W) W = usaha atau energi (J) t = waktu (s) 1 watt = 1 joule/sekon

Contoh Soal 6.1

Soal:

Sebuah motor listrik mampu melakukan usaha sebesar 3.000 J dalam waktu 5 sekon. Berapa daya motor tersebut?

Penyelesaian:

Diketahui: W = 3.000 J, t = 5 s

Ditanya: P = ?

Jawab: $P = W/t = 3.000 / 5 = 600$ watt

Tahukah Kamu?

Satuan daya listrik dalam tagihan listrik rumah tangga (kWh) sebenarnya adalah satuan energi (daya × waktu), bukan satuan daya. 1 kWh setara dengan energi yang digunakan oleh alat berdaya 1.000 watt yang menyala selama 1 jam, yaitu 3.600.000 joule.

BAB 7 Perubahan Bentuk Energi dalam Kehidupan Sehari-hari

Dalam kehidupan sehari-hari, energi terus-menerus berubah dari satu bentuk ke bentuk lain. Meskipun bentuknya berubah, jumlah energi total tetap kekal sesuai Hukum Kekekalan Energi. Berikut beberapa contoh perubahan bentuk energi pada peralatan yang sering kita jumpai.

Alat/Peristiwa	Perubahan Energi	Keterangan
Setrika listrik	Listrik → Kalor	Elemen pemanas mengubah energi listrik menjadi panas.
Panel surya	Cahaya → Listrik	Sel fotovoltaik mengonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik.
Kincir angin (turbin)	Kinetik (angin) → Listrik	Gerak angin memutar turbin yang terhubung ke generator listrik.
PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air)	Potensial & Kinetik (air) → Listrik	Air terjun memutar turbin generator.
Dinamo sepeda	Kinetik → Listrik	Putaran roda menghasilkan energi listrik untuk lampu sepeda.
Aki/baterai saat digunakan	Kimia → Listrik	Reaksi kimia di dalam sel baterai menghasilkan arus listrik.
Kompas gas	Kimia → Kalor & Cahaya	Pembakaran gas melepaskan energi kimia menjadi panas dan cahaya.
Alat musik dipetik/dipukul	Kinetik → Bunyi	Getaran mekanik diubah menjadi gelombang bunyi.

Pada kenyataannya, tidak seluruh energi pada suatu proses berubah menjadi bentuk energi yang diinginkan/bermanfaat — sebagian selalu berubah menjadi energi kalor akibat gesekan atau hambatan, yang seringkali terbuang ke lingkungan. Perbandingan antara energi bermanfaat yang dihasilkan dengan energi total yang digunakan disebut efisiensi energi, dan menjadi pertimbangan penting dalam merancang alat maupun kebijakan hemat energi.

BAB 8 Sumber Energi dan Energi Terbarukan

Berdasarkan ketersediaannya di alam, sumber energi dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu sumber energi tak terbarukan dan sumber energi terbarukan.

Energi Tak Terbarukan	Energi Terbarukan
Berasal dari sumber daya alam yang terbentuk dalam waktu sangat lama dan jumlahnya terbatas (akan habis).	Berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui secara alami dan relatif tidak akan habis.
Contoh: minyak bumi, batu bara, gas alam, energi nuklir (bahan bakar uranium).	Contoh: energi matahari (surya), energi angin, energi air, energi panas bumi (geotermal), energi biomassa.
Umumnya menghasilkan emisi gas rumah kaca yang berdampak pada perubahan iklim.	Umumnya lebih ramah lingkungan, meskipun pembangunan infrastrukturnya tetap memiliki dampak lingkungan tertentu.

Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan energi terbarukan, terutama energi surya, air, panas bumi, dan angin, mengingat letak geografisnya. Pemahaman tentang konsep energi dan Hukum Kekekalan Energi menjadi dasar penting dalam upaya mengembangkan teknologi energi terbarukan yang lebih efisien, sekaligus mendukung upaya konservasi (penghematan) energi dalam kehidupan sehari-hari — misalnya mematikan lampu saat tidak digunakan, memilih peralatan elektronik hemat energi, dan menggunakan transportasi umum.

Refleksi

Sebagai pelajar, langkah sederhana apa yang dapat kamu lakukan di rumah atau sekolah untuk mendukung penghematan energi dan pemanfaatan energi terbarukan?

Rangkuman

- Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha; bersatuan joule (J).
- Energi bersifat kekal — tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, hanya dapat berubah bentuk atau berpindah.
- Energi kinetik ($E_k = \frac{1}{2}mv^2$) adalah energi benda yang bergerak; energi potensial gravitasi ($E_p = mgh$) adalah energi benda karena kedudukannya.
- Usaha ($W = F \cdot s$) menyebabkan perubahan energi kinetik benda (Teorema Usaha-Energi: $W = \Delta E_k$).
- Energi mekanik ($E_m = E_k + E_p$) suatu sistem tanpa gesekan bersifat kekal (Hukum Kekekalan Energi Mekanik: $E_{m1} = E_{m2}$).
- Daya ($P = W/t$) menyatakan kecepatan usaha/energi digunakan; satuannya watt (W).
- Energi terus mengalami perubahan bentuk dalam kehidupan sehari-hari; sebagian energi umumnya berubah menjadi kalor akibat gesekan/hambatan.
- Sumber energi dikelompokkan menjadi energi tak terbarukan (minyak bumi, batu bara, gas alam) dan energi terbarukan (surya, angin, air, panas bumi, biomassa).

Glosarium

- Daya: besar usaha atau energi yang digunakan per satuan waktu ($P = W/t$).
- Energi: kemampuan untuk melakukan usaha.
- Energi kinetik: energi yang dimiliki benda karena geraknya.
- Energi mekanik: jumlah energi kinetik dan energi potensial suatu benda.
- Energi potensial: energi yang tersimpan pada benda karena kedudukan atau keadaannya.
- Energi terbarukan: sumber energi yang dapat diperbarui secara alami.
- Hukum Kekekalan Energi: energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan, hanya dapat berubah bentuk.
- Usaha (kerja): hasil kali gaya dengan perpindahan benda searah gaya tersebut.

Daftar Pustaka

Giancoli, D.C. Physics: Principles with Applications. Pearson.

Kemendikbudristek RI. Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Fisika Fase E, Kurikulum Merdeka.

Kemendikdasmen RI. (2025). Panduan Implementasi Pembelajaran Mendalam. Jakarta: Pusat Kurikulum dan Pembelajaran.

Serway, R.A. & Jewett, J.W. Physics for Scientists and Engineers. Cengage Learning.

Sumber belajar tambahan dapat disesuaikan dengan buku teks yang digunakan oleh satuan pendidikan masing-masing.