

Bab 6

Energi Terbarukan

Kata Kunci

- ◆ Usaha
- ◆ Energi
- ◆ Daya
- ◆ Efisiensi Energi
- ◆ Hukum Kekekalan Energi
- ◆ Konversi Energi
- ◆ Energi Terbarukan
- ◆ Energi Tak Terbarukan

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari Bab ini, Kalian dapat

- 1) mengklasifikasikan bentuk-bentuk energi dasar,
- 2) menganalisis bentuk energi yang terlibat pada penerapannya dalam kehidupan sehari-hari,
- 3) menganalisis keberlakuan Hukum Kekekalan Energi Mekanik pada peristiwa yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari,
- 4) menemukan masalah ketersediaan energi yang ada di lingkungan sekitar tempat tinggal,
- 5) menemukan potensi sumber energi yang ada di lingkungan sekitar tempat tinggal,
- 6) merencanakan rancangan pembuatan alat atau prototipe penghasil energi sederhana sebagai solusi masalah ketersediaan energi,
- 7) membuat alat atau prototipe penghasil energi sederhana, dan
- 8) memperbaiki rancangan alat atau prototipe penghasil energi sederhana yang telah diujicobakan.

Sumber: Medcom.id/Adeng Bustomi (2019)



Gambar 6.1. Kincir air untuk mengairi sawah.

Sumber: medcom.id/Adeng Bustomi (2019)

Pernahkah Kalian melihat kincir air? Jika Kalian mengira bahwa kincir air merupakan produk teknologi modern dari luar negeri, Kalian tidak sepenuhnya benar. Selama 60 tahun, Kelompok tani Desa Manggungsari, Tasikmalaya telah memanfaatkan kincir air untuk mengalirkan air Sungai Citanduy yang tiada habisnya ke sawah mereka saat musim kemarau tiba.

Sejauh ini, kincir air baru berfungsi sebagai alat untuk membantu pengairan sawah. Padahal kincir air tersebut masih dapat dimanfaatkan lebih lanjut lagi sebagai pembangkit energi listrik.

Setelah membaca berita di atas, pertanyaan apa yang timbul di benak Kalian?

6.1. Energi

Pada musim kemarau, para petani di Desa Manggungsari ini harus memindahkan air dari Sungai Citanduy menuju ke sawah mereka. Mereka menggunakan kincir air dengan rata-rata diameter sekitar 5 meter yang pada ujung-ujungnya diberi tabung bambu untuk memerangkap air seperti yang terlihat pada Gambar 6.1.

Kalian dapat membaca informasi mengenai kincir air terlebih dahulu pada link berikut

<https://lokadata.id/artikel/mengatasi-kekeringan-dengan-kincir-air-warisan-nenek-moyang>

Banyaknya air yang mengalir pada Sungai Citanduy dinyatakan dalam besaran debit yang secara matematis dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$Q = \frac{V}{t}$$

(6.1)

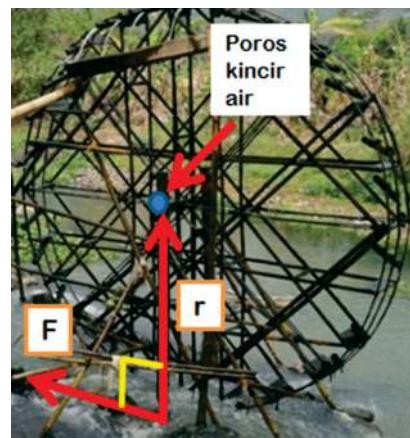
dengan

Q = debit air (m^3/s)

V = volume air (m^3)

t = waktu (s)

Debit aliran air Sungai Citanduy saat kemarau berada pada kisaran $12,00 \text{ m}^3/\text{s}$ hingga $14,50 \text{ m}^3/\text{s}$.



Aliran air sungai dengan debit tertentu menyediakan gaya dorong yang dibutuhkan untuk memutar kincir air dan mengangkat air pada tabung bambu hingga mencapai ketinggian sekitar 5 meter. Gaya dorong aliran air sungai tersebut tegak lurus dengan kincir airnya. Gaya tersebut menyebabkan kincir air tersebut berputar disebut torsi. Secara matematis, torsi oleh gaya dorong aliran air sungai tersebut dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$\tau = F r$$

(6.2)

dengan

τ = torsi (N.m)

F = gaya dorong yang diberikan oleh aliran air (N)

r = jarak ujung kincir air terhadap poros kincir (m)

Gaya tersebut yang diberikan aliran sungai menyalurkan energi pada kincir tersebut. Oleh karena itu, Kalian dapat menyebutkan bahwa gaya dorong aliran air tersebut melakukan usaha.

Melakukan usaha artinya cara memindahkan atau menyalurkan energi. Usaha dan energi memiliki satuan yang sama. Dalam SI satuannya adalah Joule (J). Dimensi dari usaha dan energi adalah $\frac{[\text{M}][\text{L}]}{[\text{T}]^2}$

Secara matematis, usaha yang dikerjakan oleh gaya dorong aliran air tersebut dinyatakan dengan persamaan

$$W = F \Delta s$$

(6.3)

dengan

W = usaha yang dikerjakan oleh gaya (J)

F = gaya (N)

Δs = perpindahan (m)

Seberapa lama waktu yang digunakan untuk melakukan usaha dinyatakan dengan besaran daya. Secara matematis, daya dinyatakan dengan persamaan matematis berikut ini.

$$P = \frac{W}{t}$$

(6.4)

dengan

P = daya (Watt)

W = usaha (Joule)

t = waktu (s)

Dalam kehidupan sehari-hari, energi tidak selalu dinyatakan dalam satuan SI, Joule. Satuan energi, kaitannya dengan daya, biasa dinyatakan dalam kilowatt.jam (kWh).

$$1 \text{ kWh} = 1.000 \text{ W} \times 60 \text{ menit}$$

$$1 \text{ kWh} = 1.000 \text{ W} \times 3.600 \text{ s}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ W.s}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$$

Mari mencoba aplikasikan persamaan tersebut pada kincir air tersebut dengan contoh kasus berikut.



Misalkan gaya dorong yang diberikan volume air tertentu yang bergerak. Gaya F memutar kincir air hingga air terangkat sejauh 5 m dari dasar sungai, maka usaha yang dikerjakan oleh gaya F adalah sebagai berikut.

$$W = F \Delta s$$

$$W = F(5) = 5F$$

$$W = 5F \text{ Joule}$$

Maka energi yang diberikan oleh gaya dorong aliran air sungai pada kincir air adalah $5F$ Joule.

Ayo Coba

Kalian sudah mendapat penjelasan mengenai energi. Cobalah lakukan **Aktivitas 6.1** agar Kalian dapat memahaminya lebih lanjut.



Aktivitas 6.1

Kelompok tani dari desa tetangga terancam mengalami gagal panen akibat musim kemarau. Mereka memutuskan membuat kincir air seperti kelompok tani Desa Manggungsari. Jika jari-jari kincir air yang mereka buat sebesar 3 meter. Jika gaya dorong aliran airnya sebesar 62,21 N, energi yang disalurkan oleh gaya dorong aliran air pada kincir air tersebut adalah Joule.

6.2. Bentuk-bentuk Energi

Kincir air dapat berputar karena gaya dorong aliran air. Bentuk energi yang terlibat pada peristiwa tersebut adalah energi kinetik. Pada Gambar 6.2, terlihat bahwa air mengalir keluar dari tabung bambu setelah tabung tersebut mencapai pada posisi tertinggi atau puncak kincir air. Hal tersebut terjadi akibat adanya gaya tarik dari gravitasi Bumi, sehingga energi yang disalurkan pada air dalam tabung bambu tersebut adalah energi potensial gravitasi.

Pada peristiwa kincir air tersebut, terdapat dua bentuk energi yang terlibat. Namun apakah masih ada bentuk-bentuk energi lain selain dua bentuk energi tersebut? Ya. Tentu saja masih banyak bentuk energi lainnya. Mari besama-sama mengulas bentuk-bentuk energi.

A. Energi Kinetik

Energi yang dimiliki oleh benda bergerak lurus disebut energi kinetik. Secara matematis, dinyatakan dengan persamaan.

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

(6.5)

dengan

EK = energi kinetik (J)

m = massa benda (kg)

v = kecepatan benda (m/s)

Untuk menentukan energi kinetik dari suatu benda, Kalian memerlukan informasi massa benda dan kecepatan benda.

Kecepatan benda dinyatakan dengan persamaan.

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

(6.6)

dengan

Δs = perpindahan benda (m)

Δt = selang waktu (s)

Pada kasus kincir air, tabung bambu yang berada pada ujung-ujung kincir bergerak pada lintasan lingkaran. Jarak yang ditempuh tabung bambu saat berputar adalah sebagai berikut.

$\Delta s = n \times \text{Keling lingkaran}$

Jika Δs disubstitusikan ke persamaan (6.6), kecepatan tabung putaran tabung bambu adalah sebagai berikut.

$$v = \frac{(n \times \text{Keling lingkaran})}{\Delta t}$$

$$v = \frac{(n \times 2\pi r)}{\Delta t}$$



$$v = \frac{(n \times 2\pi r)}{\Delta t}$$

(6.7)

Jika persamaan (6.7) disubstitusikan pada persamaan (6.5), sehingga persamaan energi kinetik untuk kincir air yang berotasi adalah sebagai berikut.

$$EK = 2m \left(\frac{\pi nr}{t} \right)^2$$

(6.8)

dengan

EK = energi kinetik kincir yang berotasi (J)

m = massa kincir air (kg)

n = banyaknya putaran

r = jari-jari roda kincir (m)

t = waktu yang dibutuhkan tabung bambu untuk menempuh satu putaran (s)

B. Energi Potensial Gravitasi

Di bawah pengaruh gaya gravitasi Bumi, benda akan memiliki energi yang tersimpan. Energi tersebut biasanya disebut dengan istilah Energi Potensial Gravitasi.

$$EP = mgh$$

(6.9)

dengan

EP = energi potensial gravitasi (J)

m = massa benda (kg)

g = percepatan gravitasi (10 m/s^2)

h = posisi benda pada ketinggian tertentu (m)

C. Kalor

Ketika terjadi perubahan suhu pada benda, terdapat energi yang diserap atau dilepaskan oleh benda, yaitu kalor. Secara matematis kalor dinyatakan dengan persamaan berikut ini.

$$Q = mc\Delta T$$

(6.10)

dengan

Q = kalor (J)

m = massa benda (kg)

c = kalor jenis (J/kg.K)

ΔT = perubahan suhu (K)

D. Energi Listrik

Muatan listrik Q memiliki medan listrik, kemudian muatan listrik lainnya q dipindahkan dari satu tempat ke tempat yang lain dalam pengaruh medan listrik Q, maka muatan listrik q memiliki energi. Secara matematis dinyatakan dengan persamaan:

$$W = VIt$$

(6.11)

Pada persamaan tersebut, berlaku Hukum Ohm.

$$V = IR$$

(6.12)

dengan

W = energi listrik (J)

V = beda potensial atau tegangan listrik (Volt)

I = kuat arus listrik (A)

R = hambatan listrik (ohm)

t = selang waktu (s)

Ayo Identifikasi

Kalian sudah mengetahui bentuk-bentuk energi. Ayo lakukan Aktivitas 6.2.



Aktivitas 6.2

Salinlah tabel di bawah pada buku latihan Kalian dan isilah jawabannya.

- A. Tentukanlah besaran-besaran yang perlu diketahui untuk mengetahui besar energi terkait beserta dimensi dan alat ukurnya.

No	Bentuk Energi	Besaran	Satuan SI	Alat Ukur	Dimensi
1	Energi Kinetik				
2	Energi Potensial				
3	Kalor				
4	Energi Listrik				

- B. Tentukanlah satuan SI dan dimensi dari besaran yang merupakan konstanta berikut ini.

No	Bentuk Energi	Besaran	Satuan SI	Dimensi
1	Energi Potensial Gravitasi			
2	Kalor Jenis			

- C. Buktikanlah bahwa persamaan ini memiliki dimensi yang sama dengan energi.

No	Dimensi Energi	Bentuk Energi	Persamaan	Dimensi
1	$\frac{[M][L]}{[T]^2}$	Energi Kinetik		
2		Energi Potensial Gravitasi		
3		Kalor		

6.3. Hukum Kekekalan Energi dan Konversi Energi

Kali ini, Kalian akan belajar proses dan perubahan yang terjadi di alam pada bahasan perubahan energi. Kita dapat memulainya dari sistem yang sederhana terlebih dahulu. Misalkan pada kasus buah apel jatuh pada Gambar 6.2.

Buah apel yang sudah matang di pohon jatuh dari posisi A menuju posisi B. Energi yang terlibat pada apel tersebut adalah energi mekanik. Energi mekanik merupakan energi yang terlibat pada suatu benda yang berada pada posisi tertentu dan bergerak pada keadaan tertentu. Sederhananya, energi mekanik dinyatakan dengan persamaan berikut ini.

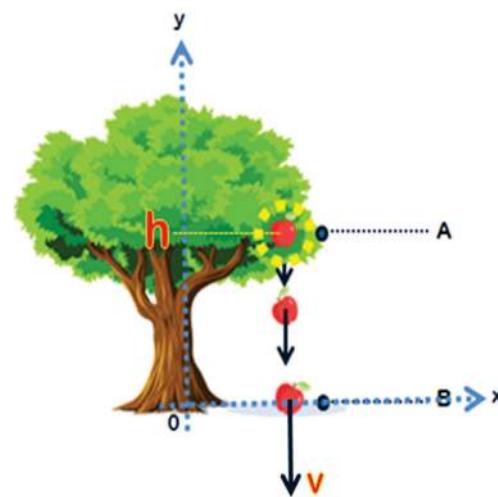
$$\boxed{\text{EM} = \text{EK} + \text{EP}} \quad (6.13)$$

dengan

EM = energi mekanik (J)

EK = energi kinetik (J)

EP = energi potensial gravitasi (J)



Gambar 6.2. Apel jatuh dari pohon

Dengan bantuan diagram Cartesius seperti pada Gambar 6.2, Kalian dapat mencoba untuk menganalisis peristiwa apel jatuh tersebut. Sebuah apel bermassa m . Awalnya, apel yang dalam keadaan diam berada di posisi A, yaitu pada ketinggian h dari permukaan tanah, pada keadaan tersebut energi potensial gravitasinya bernilai maksimum, sehingga energi potensial gravitasi sama dengan energi mekanik. Kemudian, apel terlepas dan akhirnya sampai di posisi B pada ketinggian 0 dengan kecepatannya v . Sesaat menyentuh permukaan tanah, kecepatan apel maksimum, sehingga energi kinetik sama dengan energi mekanik di posisi B.

Sebenarnya, energi menunjukkan cara alam mempertahankan “nilainya”. Misal, pada kasus apel ini, nilai energi mekanik apel pada posisi A akan sama dengan nilai energi apel mekanik pada posisi B, namun bentuk energinya berubah. Maka, pada peristiwa jatuhnya apel ke tanah ini berlaku Hukum Kekekalan Energi yang bunyinya adalah sebagai berikut.

“Energi bersifat kekal, artinya energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, energi dapat berubah bentuk”

Pernyataan tersebut dinyatakan secara sederhana dengan persamaan berikut ini

$$\text{Energi Awal} = \text{Energi Akhir}$$

(6.14)

Sehingga yang terjadi pada apel jatuh sebenarnya adalah sebagai berikut.

$$\text{Energi Awal} = \text{Energi Akhir}$$

$$\text{Energi pada posisi A} = \text{Energi pada posisi B}$$

$$EP_A + EK_A = EP_B + EK_B$$

$$EP_A + 0 = 0 + EK_B$$

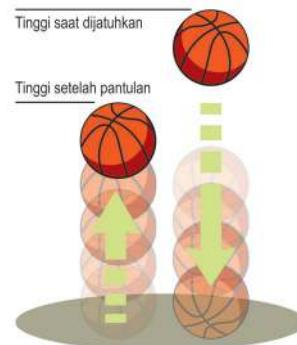
$$EP_A = EK_B$$

Jadi, pada peristiwa apel jatuh tersebut, energi potensial berubah bentuk menjadi energi kinetik. Perubahan bentuk energi seperti yang dialami oleh apel jatuh biasanya disebut dengan istilah konversi energi. Konversi energi dimanfaatkan manusia untuk menunjang pekerjaan manusia dalam memenuhi kebutuhannya sehari-hari.

Namun dalam kenyataannya, dalam konversi energi, energi akhir yang dihasilkan tidak seluruhnya terkonversi dalam bentuk energi yang diharapkan, sehingga energi akhir yang dihasilkan bisa terdiri atas dua, yaitu energi yang diharapkan (yang dapat dimanfaatkan) atau energi yang tidak diharapkan. Misalnya Kalian menjatuhkan bola basket ke lantai seperti pada Gambar 6.3.

Ketika bola berbenturan dengan lantai, timbul suara benturan bola dengan lantai, setelah itu bola memantul ke arah semula, namun tidak mencapai ketinggian awalnya.

Seberapa efektif energi yang dapat dimanfaatkan dinyatakan dalam persentase perbandingan antara energi yang dihasilkan (dapat dimanfaatkan) dengan energi yang diterima atau biasa disebut dengan istilah efisiensi. Secara sederhana, efisiensi dinyatakan dalam persamaan berikut ini.



Gambar 6.3. Bola basket memantul setelah bertumbukan dengan lantai tetapi tidak dapat mencapai ketinggian semula

Sumber: Kemendikbudristek/Wahyu N (2021)

$$\eta = \frac{E_{\text{dihadasilkan}}}{E_{\text{diterima}}} \times 100\%$$

(6.15)

dengan

η = efisiensi energi (%)

$E_{\text{dihadasilkan}}$ = energi yang dihasilkan (J)

E_{diterima} = energi yang diterima (J)

Dalam kehidupan sehari-hari, energi tidak selalu dinyatakan dalam satuan SI, Joule. Satuan energi, kaitannya dengan daya, biasa dinyatakan dalam kilowatt.jam (kWh).

$$1 \text{ kWh} = 1.000 \text{ W} \times 60 \text{ menit}$$

$$1 \text{ kWh} = 1.000 \text{ W} \times 3.600 \text{ s}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ W.s}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$$

Dalam kehidupan sehari-hari biasanya satuan kWh, digunakan untuk menghitung energi listrik yang digunakan beserta biaya yang harus dikeluarkan. Berikut ini contoh sederhana kegunaan perhitungannya dalam kehidupan sehari-hari.

Pada hari ini, televisi digunakan selama 3 jam. Televisi tersebut dihubungkan dengan sumber listrik dengan tegangan 220 V dan arus 2 A. Jika harga tiap kWh adalah Rp2.000, tentukanlah biaya penggunaan televisi tersebut.

Jawaban:

Energi yang terpakai untuk televisi selama 3 jam:

$$W = V \cdot I \cdot t$$

$$W = 220 \cdot 2 \cdot 3$$

$$W = 440 \cdot 3$$

$$W = 1320 \text{ Wh}$$

$$W = 1,32 \text{ kWh}$$

Biaya yang dibutuhkan:

$$W \times \text{Rp}2.000 = 1,32 \times \text{Rp}2.000$$

$$W \times \text{Rp}2.000 = 1,32 \times \text{Rp}2.000$$

$$W \times \text{Rp}2.000 = \text{Rp}2.640$$

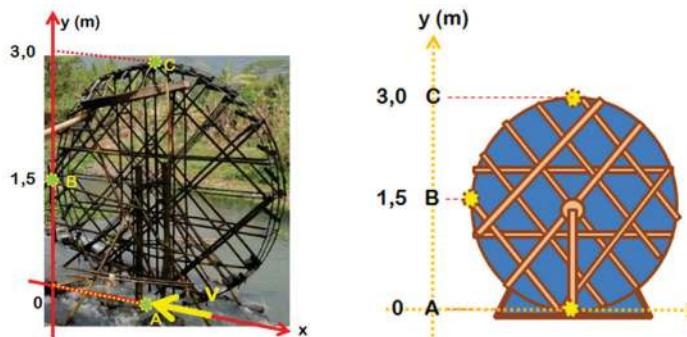
Ayo Identifikasi

Kalian telah mempelajari bagaimana perubahan energi yang terjadi pada apel yang jatuh dari pohon. Ayo lakukan Aktivitas 6.3.



Aktivitas 6.3

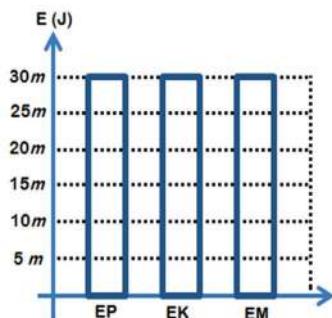
- A. Cobalah untuk melakukan analisis seperti Kalian menelusuri perubahan energi yang terjadi pada kincir air. Terdapat tiga titik yang diamati pada kincir air bermassa m kg, yaitu titik A, B, dan C. Pada titik A, aliran air memberikan dorongan sehingga kincir air tersebut dapat berputar dengan kecepatan v_A sebesar $2\sqrt{15}$ m/s.



Bagaimana perubahan energi yang terjadi pada kincir air pada posisi A, B, dan C?

Jawaban dinyatakan dalam bentuk diagram batang yang diarsir sesuai besar energinya dengan diberikan penjelasan alasan menjawab.

Gambarlah tiga gambar diagram seperti gambar di bawah ini pada buku latihan Kalian



Penjelasan:

Ketiga diagram tersebut masing-masing untuk jawaban analisis energi pada posisi A, posisi B, dan posisi C.

- B. Perhatikanlah deskripsi kegiatan percobaan berikut ini.

Sekelompok siswa melakukan percobaan mengenai energi yang hilang pada peristiwa koin bertabrakan dengan lantai. Percobaan ini dilakukan dengan cara menjatuhkan koin ke lantai pada ketinggian yang diubah, yaitu 1 m dan 2 m di atas lantai. Untuk satu ketinggian, dilakukan pengulangan pengambilan sampel data sebanyak tiga kali. Koin yang digunakan adalah koin Rp100. Alat ukur yang digunakan adalah meteran, sensor bunyi pada *smartphone*, dan aplikasi Phygital. Prinsip kerjanya adalah sensor bunyi pada smartphone menangkap energi bunyi yang dihasilkan dari benturan koin dengan meja. Hasilnya adalah sebagai berikut.

Data Hasil Percobaan

h (m)	Data 1	Data 2	Data 3
1	 <p>Energy 1 100.0% Energy 2 14.0% Retained on collision 2 14.0%</p>	 <p>Energy 1 100.0% Energy 2 14.4% Retained on collision 2 14.4%</p>	 <p>Energy 1 100.0% Energy 2 14.6% Retained on collision 2 14.6%</p>
2	 <p>Energy 1 100.0% Energy 2 16.2% Retained on collision 2 16.2%</p>	 <p>Energy 1 100.0% Energy 2 15.6% Retained on collision 2 15.6%</p>	 <p>Energy 1 100.0% Energy 2 14.3% Retained on collision 2 14.3%</p>

Dengan h merupakan ketinggian awal sebelum koin dijatuhkan, energi 1 merupakan energi sebelum tumbukan, dan energi 2 merupakan energi digunakan koin untuk memantul.

- Tentukanlah variabel-variabel yang terlibat pada percobaan yang dideskripsikan di atas.
 - variabel bebas.
 - variabel terikat.
 - variabel kontrol.
- Tentukan bentuk energi yang terlibat pada deskripsi percobaan tersebut.
 - Bentuk energi sebelum koin dilepaskan.
 - Bentuk energi setelah koin jatuh dan menabrak lantai.

3. Kalian sudah menentukan bentuk energi yang terlibat pada peristiwa tersebut. Susunlah ke dalam persamaan Hukum Kekekalan Energi.
4. Tentukanlah rata-rata energi yang digunakan koin untuk memantul kembali ke arah semula pada peristiwa tersebut.
5. Tentukanlah rata-rata energi yang tidak digunakan koin untuk memantul kembali ke arah semula pada peristiwa tersebut.
6. Tentukanlah efisiensi energi dari peristiwa tersebut.

6.4. Urgensi Isu Kebutuhan Energi

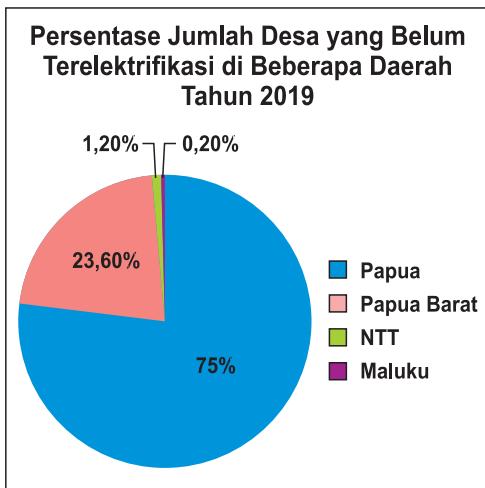
Pada era teknologi industri dan digital ini, energi telah menjadi kebutuhan dasar untuk kelangsungan hidup manusia. Hal tersebut terjadi karena manusia sudah memiliki ketergantungan terhadap teknologi yang mempermudah pekerjaannya, sehingga kebutuhan energi ini sangat penting untuk dipenuhi. Dampaknya adalah kebutuhan akan energi listrik meningkat. Hal tersebut terlihat dari data yang ditampilkan pada Gambar 6.4.



Gambar 6.4. Grafik konsumsi energi listrik Indonesia tahun 2013 sampai 2019, dan target konsumsi energi listrik tahun 2020

Sumber: katadata.co.id/Kementerian ESDM (2020)

Masalah tidak hanya sampai pada bagaimana kebutuhan energi listrik dapat tercukupi, pada rapat terbatas yang diselenggarakan pada 3 April 2019 melalui *video conference*, Presiden Joko Widodo menyampaikan bahwa terdapat 433 desa di Indonesia yang belum mendapatkan aliran listrik. Secara lengkapnya, Kalian dapat melihat datanya pada Gambar 6.5.



Gambar 6.5. Persentase jumlah desa yang belum terelektrifikasi di Indonesia tahun 2019.

Sumber: katadata.co.id/Nova Wahyudi (2020)

Menurut Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Arifin Tasrif, dan Direktur Utama PLN, Zulkifli Zaini, faktor-faktor yang menjadi kendala elektrifikasi 433 desa tersebut adalah adanya hambatan di sisi keamanan, masalah infrastruktur karena berada di daerah terpencil, sehingga sumber-sumber energi pada desa tersebut yang harus dimanfaatkan.

Secara lengkap, Kalian dapat membaca informasinya pada link berikut ini.

<https://katadata.co.id/happyfajriyan/berita/5e9a41f6be793/terkendala-infrastruktur-dan-energi-433-desa-belum-teralirilistrik>

Berdasarkan hal-hal yang telah diulas di atas, Kalian dapat memahami bahwa Indonesia masih perlu mengeksplorasi potensi dan kekayaan alam untuk memenuhi kebutuhan energi listrik dan mengupayakan ketersediaannya bagi daerah yang belum dialiri energi listrik.

Ayo Cari

Kalian sudah mengetahui masalah ketersediaan energi di Indonesia. Ayo lakukan Aktivitas 6.4.



Aktivitas 6.4

Carilah informasi mengenai pertumbuhan penduduk di Indonesia dari sumber terpercaya. Informasi dapat berupa grafik, tabel, dan lain-lain. Jelaskanlah kaitannya dengan data penggunaan energi listrik masyarakat Indonesia yang ditunjukkan pada Gambar 6.4.

6.5. Sumber Energi

Terdapat berbagai jenis sumber energi yang dapat dimanfaatkan saat ini.

1. Energi dari Bahan Bakar Fosil

Bahan bakar fosil terbentuk dari proses ilmiah yang dialami oleh sisasisa hewan dan tanaman purba dalam kurun waktu yang sangat lama dengan orde jutaan tahun. Bahan bakar fosil tersusun atas senyawa Hidrokarbon. Contoh bahan bakar fosil adalah batubara, minyak bumi, gas alam, dan lain-lain.

2. Energi Biogas

Energi biogas berasal dari limbah organik yang diolah melalui proses anaerobic digestion dengan bantuan bakteri tanpa oksigen, contohnya kotoran sapi, sampah dedaunan, dan sampah-sampah lain yang berasal dari organisme yang belum lama mati atau organisme hidup.

3. Energi Air

Energi air merupakan salah satu energi paling banyak digunakan untuk keperluan pembangkit energi listrik, khususnya di Indonesia. Air ada dimana-mana, jumlahnya tidak pernah habis, dan tetap. Prinsip kerjanya adalah aliran air di permukaan Bumi dibendung kemudian dialirkan menuju ke tempat yang lebih rendah untuk memutar turbin sehingga menghasilkan energi listrik.

4. Energi Angin

Energi angin merupakan sumber energi yang memanfaatkan angin untuk memutar kincir angin sehingga dihasilkan energi listrik.

5. Energi Matahari

Energi matahari merupakan sumber energi yang memanfaatkan matahari untuk menyinari atau memberi energi pada perangkat lempengan logam sel surya, sehingga menghasilkan energi listrik.

6. Energi Gelombang Laut

Energi gelombang laut atau ombak merupakan energi yang bersumber dari gerak naik turunnya gelombang air laut. Gerakan naik turun gelombang air tersebut memberikan tekanan pada turbin, hingga turbin dapat berputar dan menghasilkan energi listrik. Sebagai negara maritim, Indonesia memiliki potensi tinggi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi dari gelombang laut. Namun, sumber ini masih dalam taraf pengembangan di Indonesia.

7. Energi Pasang Surut

Energi pasang surut merupakan energi yang bersumber dari proses pasang surut air laut. Terdapat dua jenis sumber energi pasang surut air laut, yaitu perbedaan tinggi rendah air laut saat pasang dan surut, dan arus pasang surut terutama pada selat-selat yang kecil. Tekanan yang dihasilkan oleh air laut memutar turbin sehingga menghasilkan energi listrik. Seperti energi gelombang laut, Indonesia sebagai negara maritim memiliki potensi dalam pemanfaatan energi pasang surut air laut, namun masih dalam taraf pengembangan.

8. Energi Panas Bumi

Salah satu sumber energi yang dapat dikembangkan di Indonesia adalah geothermal atau panas bumi. Indonesia merupakan negara dengan sistem hidrotermal untuk sumber geotermal terbesar di dunia dengan potensi lebih dari 17.000 MW yang dapat menghemat 40 persen sumber daya panas bumi dunia.

Kondisi geologis Indonesia yang terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama (Lempeng Eurasia, Indo-Australia dan Pasifik) memberikan dampak banyaknya energi panas bumi di Indonesia. Indonesia menempati urutan keempat di dunia, bahkan dari variabel suhu tinggi, Indonesia menempati urutan kedua. Jumlah potensi energi panas bumi di Indonesia sangat besar yaitu lebih dari 252 lokasi yang tersebar di Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara, Bali, Sulawesi hingga Maluku.

6.6. Sumber Energi Terbarukan dan Sumber Energi Tak Terbarukan

Kalian telah memahami bahwa energi menjadi kebutuhan yang sangat penting bagi manusia di seluruh penjuru dunia saat ini. Bagaimana cara agar kebutuhan energi dapat terpenuhi? Bagaimana cara menekan penggunaan energi listrik yang berlebih? Untuk menyelesaikan masalah kebutuhan energi tersebut, seluruh potensi sumber energi yang ada perlu dimanfaatkan seoptimal mungkin.

Sumber energi dapat dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu sumber energi terbarukan dan sumber energi tak terbarukan.

Sumber Energi Terbarukan

Sumber energi terbarukan merupakan sumber energi yang dapat digantikan oleh proses alami dalam kurun waktu yang sebanding dengan penggunaannya, sehingga tidak akan pernah dapat habis.

Sumber Energi Tak Terbarukan

Sumber energi tak terbarukan merupakan sumber energi yang terbatas dan proses pergantianya dalam kurun waktu yang sangat lama secara alami, sehingga pada akhirnya dapat habis.

Ayo Identifikasi

Kalian sudah membaca mengenai macam-macam sumber energi. Mari lakukan Aktivitas 6.5.



Aktivitas 6.5



Kelompokkanlah sumber-sumber energi pada materi 6.4 ke dalam dua kategori, yaitu energi terbarukan dan energi tak terbarukan.

Jelaskan kelebihan dan kekurangan dari energi terbarukan dan energi tak terbarukan.

Amatilah potensi energi yang ada di sekitarmu. Adakah potensi energi di sekitar tempat tinggalmu? Jelaskan bagaimana cara mengolahnya?

6.7. Dampak Eksplorasi dan Penggunaan Energi

Selain membahas tentang bagaimana cara memenuhi kebutuhan energi bagi seluruh masyarakat, dampak eksplorasi dan penggunaannya terhadap lingkungan pun menjadi hal penting yang perlu dipikirkan.

Sumber energi yang tidak ramah lingkungan dan pengolahannya menghasilkan sisa buangan berupa karbon yang merupakan salah satu gas rumah kaca. Hal lainnya yang perlu diperhatikan adalah terkait penggunaan energi. Penggunaan energi yang kurang bijak juga dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan.

Ayo Cari

Bisakah Kalian menjelaskan dampak-dampak eksplorasi energi dan penggunaan? Ayo, uji wawasan Kalian pada Aktivitas 6.6.



Aktivitas 6.6

Kalian sudah menyimak analisis dari fakta eksplorasi energi dan salah satu dampaknya.

A. Carilah informasi mengenai:

- ◆ Gambar diagram persentase gas rumah kaca yang dihasilkan oleh banyak sektor.

Contoh: <https://www.visualcapitalist.com/a-global-breakdown-of-greenhouse-gas-emissions-by-sector/>

- ◆ Gambar diagram jumlah konsumsi energi dunia dan energi listrik
Contoh: <https://www.worldenergydata.org/world-total-final-consumption/>

Tentukanlah:

1. Informasi yang didapatkan dari kedua gambar diagram tersebut.
2. Bagaimana hubungan antara data pada kedua diagram tersebut? Jelaskanlah.
3. Kesimpulan apa yang didapatkan dari hubungan data pada kedua diagram tersebut?

B. Carilah informasi lebih lanjut tentang dampak-dampak eksplorasi energi. Jika perlu, tampilkan data-data pendukung yang bersumber dari sumber terpercaya. Dampaknya dapat ditinjau dari segi sosial, ekonomi, dan lingkungan.

C. Tidak hanya penggunaan energi pada berbagai sektor skala besar, penggunaan energi secara kurang bijak dalam kehidupan sehari-hari pun menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan. Buatlah daftar perilaku penggunaan energi yang kurang bijak dalam kehidupan sehari-hari beserta penjelasan dampaknya. Dampaknya dapat ditinjau dari segi sosial, ekonomi, dan lingkungan

6.8. Upaya Pemenuhan Kebutuhan Energi

Berbagai upaya telah dilakukan untuk memenuhi kebutuhan energi masyarakat, namun seluruh kebutuhan tersebut belum dapat terpenuhi seluruhnya, sehingga dampaknya dapat meluas pada bidang lainnya, seperti sosial, ekonomi, dan lingkungan.

Untuk mengatasi berbagai masalah pemenuhan kebutuhan energi, para pemimpin dunia, termasuk Indonesia, berkumpul dan bersepakat hingga dihasilkan sebuah program yang disebut *Sustainable Development Goals* (SDGs). Program tersebut berisi rumusan 17 target untuk mengatasi kemiskinan dan kesenjangan sosial, serta masalah lingkungan. Harapannya, target-target tersebut dapat dicapai pada 2030.

Salah satu program SDGs kaitannya dengan energi dan dampaknya pada lingkungan adalah SDG7, *affordable and clean energy*, yaitu memastikan ketersediaan energi yang ramah lingkungan bagi seluruh masyarakat.

Jika Kalian ingin menelusuri lebih lanjut mengenai SDGs:

<https://sdgs.un.org/goals>

<https://www.sdg2030indonesia.org/>

Ayo Buat

Kalian sudah mengetahui pentingnya sumber energi yang mudah didapatkan oleh masyarakat dan ramah lingkungan. Mari lakukan **Aktivitas 6.7**.



Carilah ide sumber energi yang dapat dimanfaatkan di sekitar Kalian. Berikut ini merupakan contoh sumber ide proyek sederhana yang dapat Kalianjadikan referensi:

- ◆ <https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/science-projects/energy-power/high-school>
- ◆ <https://www.nrel.gov/docs/gen/fy01/30926.pdf>

A. Tahap Awal

1. Adakah sesuatu yang dapat Kalianjadikan sumber energi sederhana? Hasil akhirnya tidak harus menjadi energi listrik, bisa juga menjadi bentuk energi lain yang dapat menekan penggunaan energi listrik.
2. Adakah alat yang dibutuhkan untuk mengelola sumber energi tersebut?
 - a. Buatlah daftar alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membuatnya (tidak harus jadi alat sebenarnya, bisa juga prototipe).

- b. Tuliskan langkah-langkah cara membuatnya.
 - c. Gambarkanlah desain alat yang dibuat.
3. Bagaimana prinsip kerja alat tersebut? Konsep fisika apa yang Kalian butuhkan dalam alat tersebut? Tuliskanlah teorinya dan jelaskan bagaimana konsep fisika tersebut diterapkan pada alat yang Kalian buat.
4. Bentuk konversi energi apa yang terjadi pada alat tersebut?
5. Bagaimana energi dapat dihasilkan dari alat atau bahan yang dapat dijadikan sumber energi tersebut?
6. Dapatkah energi masukan dan energi yang dihasilkan oleh alat tersebut dapat diketahui? Bagaimana caranya?
7. Adakah dampak yang dihasilkan dari alat yang Kalian rancang? Kalian dapat meninjaunya dari berbagai aspek misalnya lingkungan, sosial, dan ekonomi.

B. Tahap Uji Coba

Pertanyaan ini diisi ketika alat atau prototipe alat sudah selesai dibuat.

1. Kesulitan apa yang Kalian alami selama proses pembuatan alat atau prototipe alat yang Kalian buat?
2. Apakah kerja alat atau prototipe alat yang Kalian sudah berfungsi sesuai dengan yang diharapkan? Jelaskan.
3. Jelaskan hal-hal apa saja yang masih perlu diperbaiki atau dimodifikasi kembali dari alat atau prototipe alat yang Kalian buat.
4. Gambarkanlah rancangan perbaikan alat atau prototipe alat.

C. Tahap Akhir

Pertanyaan ini diisi ketika alat atau prototipe alat sudah diperbaiki.

1. Tuliskan hal apa saja yang sudah diperbaiki. Jelaskan.
2. Apakah kerja alat atau prototipe alat yang Kalian sudah berfungsi sesuai dengan yang diharapkan? Jelaskan.
3. Tuliskan beberapa keterbatasan yang masih ada pada alat atau prototipe alat yang Kalian buat.
4. Berikanlah saran-saran alat tersebut dapat bekerja lebih baik.



Ayo Refleksi

Lembar Refleksi Penggunaan Energi

Pilihlah nilai terbaik yang dapat mendeskripsikan kebiasaan Kalian dalam hal penggunaan energi pada pernyataan di bawah ini. Berilah tanda ceklis (✓) untuk jawaban yang dipilih.

No	Pertanyaan	4 selalu	3 sering	2 jarang	1 tidak pernah				
1	Saya mematikan lampu ruangan sebelum meninggalkan ruangan.								
2	Pada malam hari, saya tidur dengan kondisi lampu ruangan kamar mati.								
3	Saya memilih untuk membeli alat elektronik yang hemat daya.								
4	Saya mematikan komputer setelah selesai menggunakan.								
5	Pada malam hari, sebagian besar lampu di rumah dimatikan.								
6	Saya mencoba untuk menghemat penggunaan air.								
7	Saya memilih untuk jalan kaki atau bersepeda untuk pergi ke tempat yang jaraknya dekat.								
8	Saya memilih untuk menggunakan kendaraan umum untuk pergi ke tempat yang jaraknya jauh.								
Jumlah skor yang didapatkan									
25 – 32 = Saya perlu melanjutkan kebiasaan baik untuk hemat energi.									
17 – 24 = Saya perlu meningkatkan lagi kebiasaan baik untuk hemat energi.									
8 – 16 = Saya perlu belajar membangun kebiasaan baik untuk hemat energi.									

Tuliskanlah kebiasaan baik dalam hal penggunaan energi yang dapat Kalian bangun setelah mempelajari materi ini.

Lembar Refleksi Sikap terhadap Penggunaan Energi

Pilihlah nilai terbaik yang dapat mendeskripsikan sikap Kalian terhadap pernyataan di bawah ini. Berilah tanda ceklis (✓) untuk jawaban yang dipilih.

No	Pertanyaan	4 sangat setuju	3 setuju	2 tidak setuju	1 sangat tidak setuju
1	Materi tentang energi penting dipelajari di sekolah.				
2	Saya dapat lebih berperilaku hemat energi jika saya mengetahui bagaimana caranya.				
3	Sangat penting untuk berperilaku hemat energi.				
4	Saya tidak perlu mencemaskan penggunaan lampu, komputer, serta alat elektronik lainnya di sekolah, sebab sekolah telah membayarnya.				
5	Saya tidak perlu repot-repot memikirkan penghematan energi, karena teknologi baru akan lebih hemat energi.				
6	Penggunaan energi terbarukan di Indonesia perlu lebih ditingkatkan.				
7	Usaha untuk mengembangkan teknologi pengolah energi terbarukan lebih penting dibandingkan usaha mencari sumber energi fosil baru.				
8	Hukum mengenai perlindungan terhadap alam perlu dilonggarkan untuk dapat memaksimalkan eksplorasi sumber energi baru.				
9	Kotoran hewan di daerah peternakan perlu dimanfaatkan secara optimal untuk memproduksi lebih banyak biogas.				
10	Saya yakin bahwa keputusan dan tindakan yang saya pilih terkait penggunaan energi dapat memberikan dampak terhadap penyelesaian masalah energi.				

Sumber: Jan DeWaters, 2013. *Energy Literacy Survey*. Clarkson University, Potsdam, NY

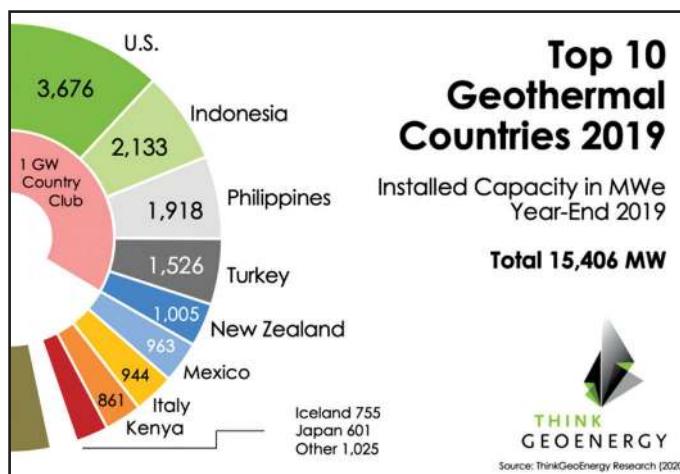


Ayo Cek Pemahaman

Bacaan untuk penggerjaan soal nomor 1 sampai dengan 3.

Bacalah teks berikut ini.

Potensi Geothermal Indonesia



Gambar 6.6. Sepuluh negara peraih peringkat penghasil energi listrik terbesar dari sumber panas bumi.

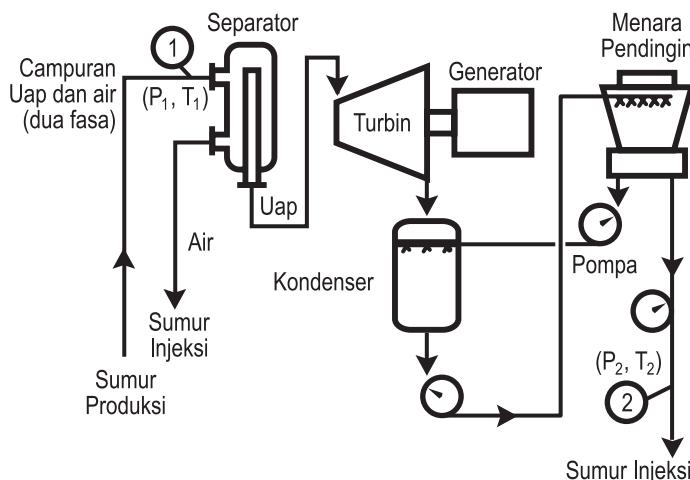
Sumber: [thinkgeoenergy.com/ThinkGeo Energy Research \(2020\)](http://thinkgeoenergy.com/ThinkGeo Energy Research (2020))

Indonesia merupakan salah satu negara yang dilalui oleh sabuk sirkum Pasifik atau yang biasa dikenal dengan istilah *Ring of Fire*. Ciri-ciri daerah yang dilalui oleh sabuk sirkum pasifik adalah memiliki banyak gunung api aktif dan sering terjadi aktivitas seismik. Berdasarkan data yang dirilis pada lipi.go.id, 13% dari gunung api di dunia berada di Indonesia, yaitu sebanyak 127 gunung api, dengan 58 gunung api diantaranya belum dipantau dengan peralatan seismik.

Salah satu keuntungan yang didapatkan Indonesia sebagai negara yang dilalui sabuk sirkum pasifik adalah banyaknya sumber panas bumi yang dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi.

Pada akhir tahun 2019, Indonesia berhasil meraih peringkat dua sebagai negara penghasil energi listrik dari sumber panas bumi di dunia. Dilansir dari bekasi.pikiran-rakyat.com, energi panas bumi yang telah dimanfaatkan baru 8,9% dari seluruh potensi panas bumi yang ada di Indonesia.

Bagaimana cara mengelola sumber panas bumi menjadi energi listrik? Cara kerja pembangkit listrik tenaga panas bumi ditunjukkan pada Gambar 6.7 berikut.



Gambar 6.7. Skema pembangkit listrik tenaga panas bumi.

Sumber: undip.ac.id/Agus Purnomo Adi (2014)

Zat cair dan uap panas dari sumur produksi dialirkan menuju alat yang bernama separator, tujuannya untuk memisahkan uap panas dengan zat cair yang keluar dari sumur produksi. Zat cair tersebut dikeluarkan dari separator, sementara uap panas dialirkan menuju turbin.

Uap panas tersebut memutar turbin yang dihubungkan dengan generator. Generator merupakan alat pengubah energi gerak menjadi energi listrik. Listrik yang dihasilkan generator pembangkit dialirkan dan diolah kembali hingga dapat digunakan oleh masyarakat.

Setelah uap panas melewati turbin, uap panas dialirkan menuju menara pendingin untuk didinginkan. Ketika uap panas didinginkan terjadi kondensasi, sehingga uap panas berubah wujud menjadi air dan dialirkan kembali pada sumur produksi.

Jawablah pertanyaan berikut ini.

1. Tentukanlah pernyataan berikut benar atau salah

Pernyataan	Benar	Salah
Terdapat sekitar 977 gunung api di dunia.		
Sekitar 46% gunung api di Indonesia sudah dipantau dengan peralatan seismik.		
Prinsip kerja generator pembangkit listrik tenaga panas bumi sama dengan prinsip kerja dinamo mobil mainan yang menggunakan baterai untuk memutar roda.		
Indonesia memiliki potensi geothermal sekitar 23.966 MW.		

2. Pada teks tersebut, penulis menyatakan bahwa “*ciri-ciri daerah yang dilalui oleh sabuk sirkum pasifik adalah memiliki banyak gunung api aktif dan sering terjadi aktivitas seismik*”. Pesan yang ingin disampaikan penulis pada pembaca melalui pernyataan tersebut adalah
- Daerah yang dilalui oleh sabuk sirkum pasifik tidak layak dihuni.
 - Begitu banyaknya gunung api di daerah sabuk sirkum pasifik.
 - Masyarakat harus lebih waspada terhadap potensi bencana yang mungkin terjadi.
 - Gempa bumi tidak akan mungkin terjadi di daerah yang tidak dilalui oleh sabuk sirkum pasifik.
3. Berdasarkan skema Gambar 6.7 dan penjelasan yang tersedia pada teks, alat-alat yang perlu disediakan pada pembangkit listrik tenaga panas bumi untuk menghasilkan energi listrik?

Pernahkah Kalian melihat burung pada gambar halaman depan Bab 7? Gambar tersebut adalah sepasang burung jalak bali. Jalak bali merupakan hewan endemik yang hanya ada di Pulau Bali Bagian Barat tepatnya di Taman Nasional Bali Barat. Hewan endemik adalah spesies hewan alami yang hanya ditemukan di satu tempat dan tidak ditemukan di tempat lain. Burung ini memiliki bulu berwarna putih bersih diseluruh tubuhnya dan bulu hitam pada bagian sayap dan ekornya serta pelupuk matanya berwarna biru tua yang mengelilingi bola mata. Burung ini hidup dengan memakan cacing, serangga dan buah-buahan seperti juwet dan jambu, sehingga secara alami burung ini berperan sebagai pengontrol hama, pemencar biji dan sebagai pollinator.

Selain itu secara ekonomi, burung ini menjadi salah satu daya tarik wisatawan untuk berkunjung ke Bali. Sayangnya populasi Jalak bali mengalami penurunan jumlah, pada tahun 1984 tercatat sebanyak 125 – 180 ekor dan pada tahun 1990 tercatat 12-18 ekor. Banyak faktor alami dan non alami yang menyebabkan penurunan populasi burung ini, termasuk akibat aktivitas manusia. Itulah sebabnya burung ini merupakan burung yang dilindungi sejak tahun 1970 dan tidak diijinkan untuk dipelihara diluar habitat aslinya karena termasuk katagori hewan yang terancam punah. Sangat disayangkan jika kekayaan hayati Indonesia ini harus punah bukan? Pelestarian burung jalak bali harus dilakukan baik itu dengan mengurangi aktivitas manusia seperti perburuan maupun proses penangkaran untuk memperbanyak jumlah burung jalak bali.

Pada Bab 7 Kalian akan mempelajari keanekaragaman makhluk hidup, manfaat keanekaragaman hayati dan perlunya melestarikan, pengelompokan makhluk hidup dan peranan makhluk hidup dalam ekosistem. Selama belajar bab ini Kalian akan mengerjakan proyek setahap demi setahap yang berkaitan dengan penyelidikan keanekaragaman hayati yang ada di daerah sekitar Kalian.