E-LKPD BERBASIS STEM

USAHA DAN ENERGI

Nama:

Kelas:

Disusun Oleh:
Nur Fadilah

LIVEWORKSHEETS

PETUNJUK PENGGUNAAN E-LKPD

Bacalah petunjuk penggunaan E-LKPD dengan cermat

Pahami indikator dan tujuan pembelajaran

Pelajari setiap materi yang terdapat dalam E-LKPD dengan baik

Lakukan kegiatan eksperimen pada bagian yang terdapat petunjuk eksperimen

Kerjakan setiap latihan soal yang terdapat dalam E-LKPD

Diskusikan dengan temanmu materi yang belum dipahami atau tanyakan pada guru

LIVEWORKSHEETS

Capaian Pembelajaran (CP)

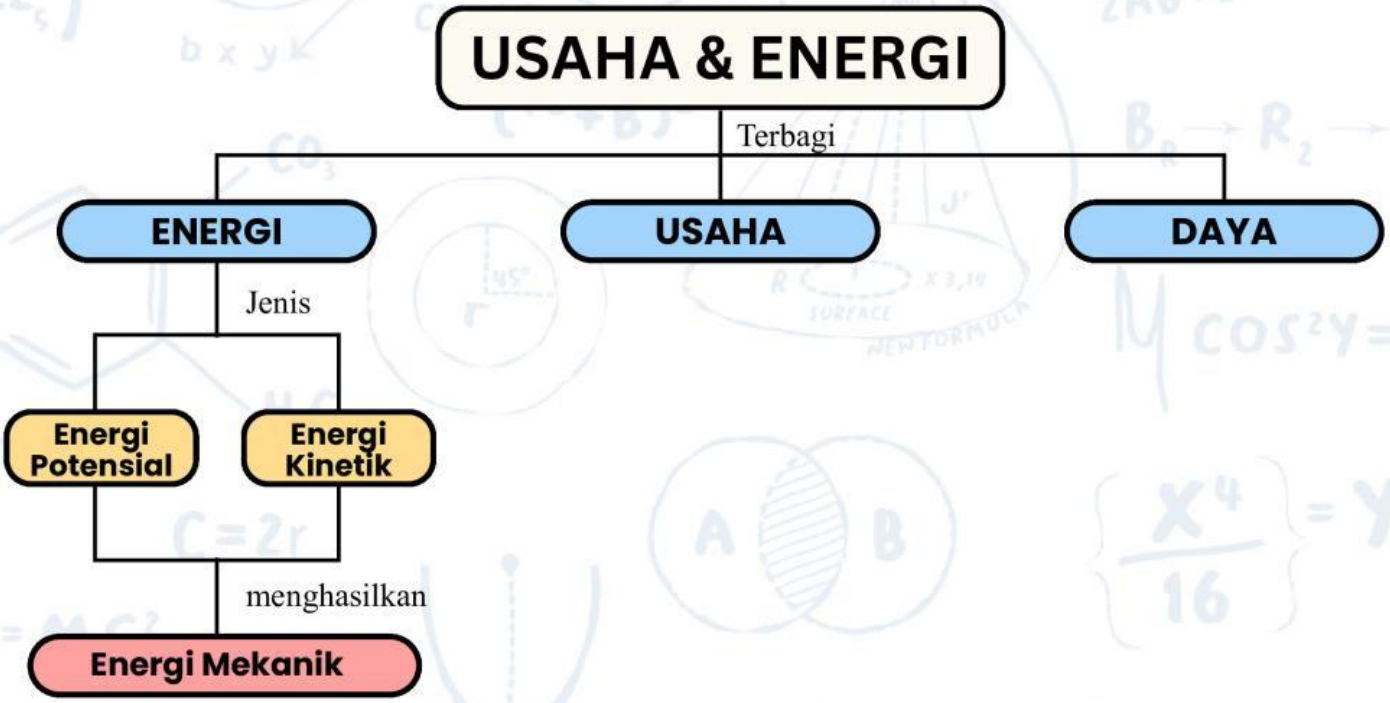
1. Menjelaskan konsep usaha dan energi.
2. Menjelaskan konsep energi kinetik, energi potensial, dan energi mekanik.
3. Menjelaskan hubungan gaya dan energi.
4. Menjelaskan bagaimana penerapan usaha dan energi dalam kehidupan sehari-hari.

Tujuan Pembelajaran (TP)

1. Menganalisis hubungan antara usaha dan energi.
2. Menganalisis perubahan energi hukum kekekalan energi, serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.
3. Mengidentifikasi besaran-besaran yang mempengaruhi nilai usaha dan energi.
4. Dengan bereksperimen, siswa mampu menyajikan hasil analisis usaha dan energi dengan benar.

LIVEWORKSHEETS

PETA KONSEP



Kata Kunci:

1. Usaha
2. Energi
3. Energi Potensial
4. Energi Kinetik
5. Energi Mekanik
6. Daya

LIVEWORKSHEETS

KONSEP FISIKA PLTA

EPLTA merupakan penerapan berbagai konsep fisika, seperti tekanan hidrostatis, fluida dinamis, usaha, energi, dan induksi elektromagnetik. Air yang tersimpan di bendungan memiliki tekanan hidrostatis dan energi potensial gravitasi. Ketika dialirkan melalui pipa pesat, tekanan air menyebabkan air mengalir dengan kecepatan tinggi sehingga energi potensial berubah menjadi energi kinetik. Aliran air yang deras memutar turbin, mengubah energi kinetik menjadi energi mekanik. Selanjutnya, generator mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui induksi elektromagnetik. Proses ini menunjukkan Hukum Kekekalan Energi, yaitu energi hanya berubah bentuk dari energi potensial, energi kinetik, energi mekanik, hingga energi listrik. Besarnya energi listrik yang dihasilkan dipengaruhi oleh tinggi jatuh air, debit aliran, tekanan air, dan efisiensi sistem. Karena memanfaatkan energi terbarukan, PLTA menjadi sumber listrik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Gambar 2. PLTA Cirata: PLTA terbesar di Asia Tenggara
Sumber : id.pinterest.com

LIVEWORKSHEETS

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

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 1.1

Gambar 1.1

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

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

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 m^3/s hingga 14,50 m^3/s.

LIVEWORKSHEETS

Gambar 1.2

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.

$$\tau = F\,r$$

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 $\frac{[\mathrm{M}][\mathrm{L}]}{[\mathrm{T}]^2}$

LIVEWORKSHEETS

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

$$W = F\,\Delta s$$

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.

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

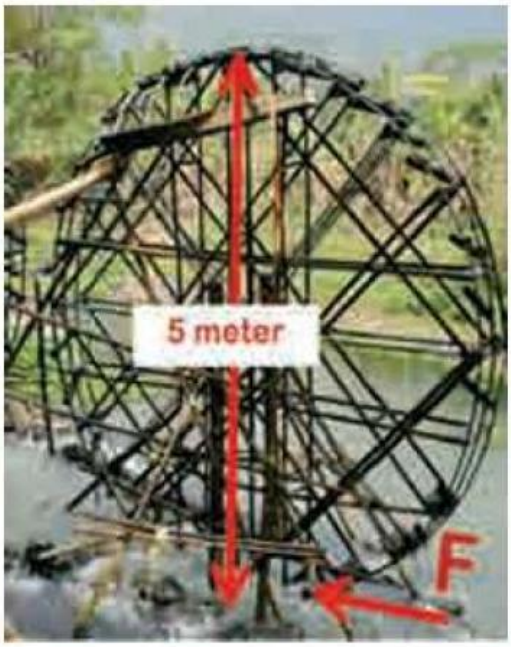
dengan
P = daya (Watt)
W = usaha (Joule)
t = waktu (s)

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

$$\begin{aligned} 1\ \text{kWh} &= 1.000\ \text{W} \times 60\ \text{menit} \\ 1\ \text{kWh} &= 1.000\ \text{W} \times 3.600\ \text{s} \\ 1\ \text{kWh} &= 3{,}6 \times 10^{6}\ \text{W.s} \\ 1\ \text{kWh} &= 3{,}6 \times 10^{6}\ \text{J} \end{aligned}$$

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

LIVEWORKSHEETS



Gambar 1.3

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.

$W = F \Delta s$

$W = F (5) = 5F$

$W = 5F$ Joule

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

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.

LIVEWORKSHEETS

a. Energi Kinetik

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

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

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.

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

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.

Δs = n × Keliling lingkaran

Jika Δs disubstitusikan ke persamaan di atas, kecepatan tabung putaran tabung bambu adalah sebagai berikut.

LIVEWORKSHEETS

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

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

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

Jika persamaan di atas disubstitusikan pada persamaan energi kinetik, sehingga persamaan energi kinetik untuk kincir air yang berotasi adalah sebagai berikut.

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

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.

$$EP = mgh$$

dengan
EP = energi potensial gravitasi (J)
m = massa benda (kg)
g = percepatan gravitasi (10 m/s2)
h = posisi benda pada ketinggian tertentu (m)

LIVEWORKSHEETS

c. Energi Mekanik

Dalam proses melakukan usaha, benda yang melakukan usaha tersebut memindahkan energi yang dimilikinya ke benda lain. Energi yang dimiliki benda agar tersebut dapat melakukan usaha dinamakan energi mekanik. Energi mekanik merupakan penjumlahan antara energi kinetik dan energi potensial. Besarnya energi mekanik suatu benda selalu tetap, sedangkan energi kinetik dan energi potensialnya dapat berubah-ubah.

$$EM = EK + EP$$

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

Keterangan:

EM = energi mekanik (J)
EK = energi kinetik (J)
m = massa benda (kg)
v = kecepatan gerak benda (m/s)
EP = energi potensial (J)
g = percepatan gravitasi bumi (m/s^2)
h = ketinggian benda dari titik acuan (m)

LIVEWORKSHEETS

Perubahan Energi Air Menjadi Energi Listrik

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) merupakan salah satu pemanfaatan energi terbarukan yang menerapkan konsep usaha dan energi. Air yang berada pada ketinggian memiliki energi potensial gravitasi. Ketika dialirkan ke tempat yang lebih rendah, energi potensial berubah menjadi energi kinetik. Energi kinetik ini kemudian memutar turbin sehingga berubah menjadi energi mekanik. Selanjutnya, generator mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui induksi elektromagnetik.
Urutan perubahan energi pada PLTA adalah sebagai berikut:

Energi potensial → energi kinetik → energi mekanik turbin → energi listrik

Proses tersebut sesuai dengan Hukum Kekekalan Energi, yaitu energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, melainkan hanya berubah bentuk. Meskipun terdapat sedikit kehilangan energi akibat gesekan dan panas, energi total sistem tetap terjaga. PLTA memiliki keunggulan karena ramah lingkungan, sumber energinya terbarukan, dan mampu menghasilkan listrik dalam jumlah besar.

Penerapan STEM pada PLTA

1. Science

PLTA memanfaatkan energi potensial dan energi kinetik air untuk menghasilkan energi listrik. Air dari waduk mengalir menuju turbin, memutarnya, lalu generator mengubah energi mekanik tersebut menjadi energi listrik. Proses ini menunjukkan penerapan Hukum Kekekalan Energi.

LIVEWORKSHEETS

2. Technology

PLTA terdiri atas beberapa komponen utama, seperti bendungan, pipa pesat (penstock), turbin, generator, transformator, dan jaringan transmisi. Setiap komponen dirancang untuk mengubah dan menyalurkan energi listrik secara efisien hingga sampai ke konsumen.

3. Engineering

Sistem PLTA dirancang melalui tahapan rekayasa sebagai berikut:

- Air di waduk menyimpan energi potensial.
- Air dialirkan melalui penstock sehingga menjadi energi kinetik.
- Aliran air memutar turbin menghasilkan energi mekanik.
- Generator mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.

Perancangan ini memungkinkan konversi energi berlangsung efektif dan berkelanjutan

4. Mathematics

Besaran fisika pada PLTA dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$EP = mgh$$
$$EK = \frac{1}{2} mv^2$$
$$P = \rho ghQ$$

Keterangan:
P = daya (watt)
ρ = massa jenis air (kg/m³)
h = tinggi air (intake terhadap generator) (m)
Q = debit aliran air (m³/s)
g = percepatan gravitasi (m/s²)
EP = energi potensial (J)
m = massa benda (kg)
EK = energi kinetik (J)
v = kecepatan benda (m/s)

LIVEWORKSHEETS

RUANG LINGKUP STEM

Science
Berkaitan dengan pembelajaran sains dalam konteks yang relevan dan mampu merekonstruksi pengetahuan ilmiah ke dalam kondisi nyata

Technology
Berkaitan dengan penggunaan teknologi nyata kebutuhan manusia dalam lingkup kehidupan yang didapatkan dari kegiatan pemecahan masalah dan pengembangan produk baru.

Engineering
Berkaitan dengan penggunaan matematika dan inkuiri sains dalam upaya membuat dan melakukan eksperimen

Mathematics
Berkaitan dengan analisis matematis dalam implementasi pembelajaran.

LIVEWORKSHEETS