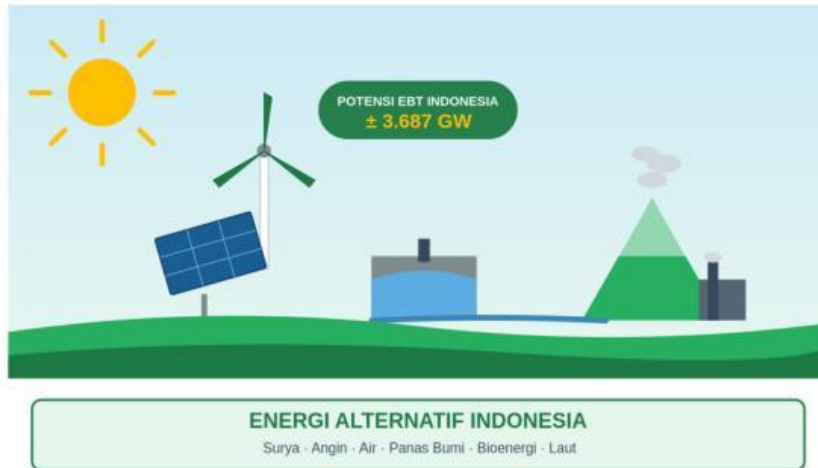


LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) ENERGI ALTERNATIF

PERTEMUAN 5



Pendekatan Socio-Scientific Issues (SSI) • Model Problem Based Learning (PBL)

Isu: Dilema Transisi Energi Alternatif — Menggali Potensi Energi Alternatif Indonesia (Teknis, Lingkungan, Ekonomi & Sosial)

IDENTITAS KELOMPOK

Kelompok :

Kelas :

Anggota Kelompok :

- | | |
|---------|---------|
| 1. | 4. |
| 2. | 5. |
| 3. | 6. |

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti pembelajaran melalui pendekatan SSI dengan model PBL, peserta didik diharapkan mampu:

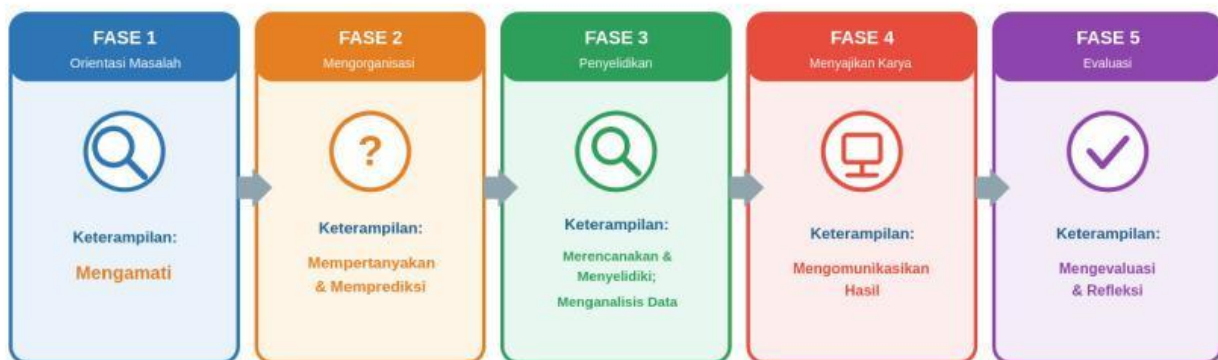
1. Mengidentifikasi kelimpahan relatif sumber daya energi (terutama energi terbarukan) yang ada di Indonesia. (C2)
2. Menentukan (menghitung) besaran terkait potensi atau keterbatasan berbagai sumber daya energi terbarukan yang ada di Indonesia. (C3)
3. Menganalisis peristiwa terkini terkait isu energi (pengembangan dan penggunaan berbagai energi alternatif) menggunakan konsep sains. (C4)
4. Menganalisis informasi yang objektif dan dapat diandalkan terkait isu energi (pengembangan dan penggunaan berbagai energi alternatif). (C4)
5. Mengevaluasi pro dan kontra pengembangan dan penggunaan berbagai energi alternatif (kelebihan dan kekurangan dari segi teknik, ekonomi, lingkungan, dan sosial). (C5)

PETUNJUK PENGGUNAAN LKPD

1. Awali kegiatan dengan berdoa terlebih dahulu.
2. Tuliskan identitas dan nama anggota kelompok pada halaman sampul.
3. Kerjakan LKPD secara berkelompok mengikuti tahapan (fase) PBL secara berurutan.
4. Bacalah wacana dan amati gambar dengan cermat sebelum menjawab.
5. Diskusikan setiap pertanyaan bersama kelompok, lalu tuliskan jawaban pada kolom yang tersedia.
6. Tanyakan kepada guru bila ada hal yang belum dipahami.

ALUR PEMBELAJARAN & KETERAMPILAN PROSES

Alur Pembelajaran: Tahapan PBL & Keterampilan Proses



Lima tahapan Problem Based Learning (PBL) beserta keterampilan proses yang dilatih pada setiap fase.

BEKAL KONSEP: ENERGI ALTERNATIF INDONESIA

- ✓ **Energi alternatif** (energi baru terbarukan/EBT) adalah sumber energi pengganti bahan bakar fosil yang dapat dipulihkan dan tidak mudah habis, seperti energi surya (matahari), angin (bayu), air (hidro), panas bumi, bioenergi, dan laut. Energi alternatif lebih bersih karena hampir tidak menghasilkan emisi karbon, sehingga menjadi kunci transisi energi yang berkelanjutan.
- ✓ **Indonesia sangat kaya potensi.** Indonesia memiliki total potensi energi terbarukan sekitar 3.687 GW — energi surya paling melimpah (sekitar 3.294 GW), disusul angin, air, laut, bioenergi, dan panas bumi. Indonesia bahkan menjadi salah satu pemilik panas bumi terbesar di dunia. Namun, pemanfaatannya baru sekitar 14% dari bauran energi nasional, sehingga masih sangat besar yang belum tergalai.

ENAM SUMBER ENERGI ALTERNATIF (TERBARUKAN)



Enam sumber energi alternatif (terbarukan) Indonesia beserta perkiraan potensinya.

✓ Potensi vs Pemanfaatan & Cara Menghitungnya



**Pemanfaatan: $(\text{Terpasang} \div \text{Potensi}) \times 100\%$
 $\times \text{Efisiensi}$**

Energi surya: $\text{Luas} \times \text{Radiasi}$

Radiasi matahari Indonesia ≈ 4,8 kWh/m² per hari · Efisiensi panel surya ≈ 18–20%

Energi terbarukan tersedia terus-menerus, tetapi sebagian bersifat tidak tetap (intermiten), surya hanya siang hari, angin bergantung cuaca — sehingga perlu penyimpanan (baterai) atau dipadukan dengan sumber lain.

Dilema transisi energi

Beralih ke energi alternatif penting untuk mengurangi emisi dan menjamin pasokan energi jangka panjang. Namun, setiap sumber memiliki kelebihan dan kekurangan yang berbeda dari segi teknik (keandalan, kebutuhan teknologi), ekonomi (biaya awal dan operasional), lingkungan (kebutuhan lahan, dampak ekosistem), serta sosial (penerimaan masyarakat). Karena itu, pemilihan dan pengembangan energi alternatif perlu mempertimbangkan keempat aspek tersebut secara seimbang.

FASE

1

Orientasi Peserta Didik pada Masalah

Amati isu nyata berikut, lalu temukan masalah yang akan diselidiki.

 **KETERAMPILAN PROSES: Mengamati**


WACANA — Teks Pengantar: Menggali Potensi Energi Alternatif Indonesia yang Melimpah

Indonesia adalah negeri yang sangat kaya sumber energi alternatif. Sebagai negara tropis di garis khatulistiwa, sinar matahari melimpah sepanjang tahun; sebagai negara kepulauan dengan ribuan sungai, banyak gunung api, dan garis pantai panjang, Indonesia memiliki potensi air, panas bumi, angin, bioenergi, dan energi laut. Total potensi energi terbarukan diperkirakan mencapai sekitar 3.687 GW, dengan energi surya sebagai yang paling melimpah (± 3.294 GW) (Sumber: Kementerian ESDM, 2024).

Sayangnya, potensi sebesar itu baru sedikit dimanfaatkan. Hingga 2025, total kapasitas pembangkit energi terbarukan yang terpasang baru sekitar 15,4 GW, kurang dari 1% dari seluruh potensi — dan kontribusi energi terbarukan dalam bauran energi nasional baru sekitar 14%. Sebagian besar listrik masih dihasilkan dari batu bara. Menariknya, Indonesia merupakan produsen listrik panas bumi terbesar kedua di dunia, namun baru memanfaatkan sebagian kecil dari potensinya (Sumber: Kementerian ESDM, 2024–2025).

Mengapa potensi sebesar itu belum tergali? Pengembangan energi alternatif menghadapi berbagai tantangan: secara teknis, sumber seperti surya dan angin bersifat tidak tetap (hanya tersedia saat ada matahari atau angin) sehingga perlu teknologi penyimpanan; secara ekonomi, biaya awal pembangunannya besar; secara lingkungan, beberapa pembangkit membutuhkan lahan luas; dan secara sosial, kadang ada kekhawatiran atau penolakan warga. Pemerintah pun mendorong percepatan transisi energi agar potensi yang melimpah ini benar-benar menjadi energi bersih yang bermanfaat bagi masyarakat.

Energi alternatif apa yang paling potensial dikembangkan di Indonesia, dan bagaimana menimbang kelebihan serta kekurangannya dari segi teknik, ekonomi, lingkungan, dan sosial?

 **Tahukah Kamu?** Energi surya di Indonesia begitu melimpah karena posisi negara kita di garis khatulistiwa. Rata-rata, setiap meter persegi permukaan menerima energi matahari sekitar 4,8 kWh per hari. Artinya, atap rumah, sekolah, dan gedung pun dapat menjadi “pembangkit listrik” kecil melalui panel surya (PLTS atap). *Sumber: Kementerian ESDM; data radiasi matahari Indonesia.*

Data Potensi Energi Terbarukan Indonesia (Perkiraan, ESDM 2024)

Sumber Energi Terbarukan	Potensi di Indonesia
Energi surya (matahari)	± 3.294 GW (terbesar)
Energi angin (bayu)	± 155 GW
Energi air (hidro)	± 95 GW
Bioenergi (biomassa/biogas)	± 57 GW
Energi panas bumi (geothermal)	± 24 GW (terbesar ke-2 dunia)
Total potensi EBT nasional	± 3.687 GW
Kapasitas EBT terpasang (2025)	$\pm 15,4$ GW ($\pm 14\%$ bauran)

Sumber: Kementerian ESDM (Ditjen EBTKE), data potensi EBT 2024; kapasitas terpasang status 2025.

Mengorganisasikan Peserta Didik untuk Belajar*Rumuskan masalah, susun dugaan sementara, dan bagi tugas kelompok.* **KETERAMPILAN PROSES: Mempertanyakan dan Memprediksi****A. Rumusan Masalah**

Berdasarkan wacana, tuliskan 2–3 rumusan masalah dalam bentuk pertanyaan. **Contoh:** “Energi alternatif mana yang paling tepat dikembangkan di daerah kami jika ditinjau dari aspek teknik, ekonomi, lingkungan, dan sosial?”


B. Dugaan Sementara (Hipotesis / Prediksi)

Tuliskan jawaban/prediksi sementara kelompokmu terhadap rumusan masalah di atas, beserta alasannya.

C. Pembagian Tugas Kelompok

Nama Anggota	Tugas / Bagian yang Dikerjakan

Membimbing Penyelidikan Kelompok*Rencanakan penyelidikan, kumpulkan & olah data, lalu analisis informasi.*

 **KETERAMPILAN PROSES: Merencanakan & Melakukan Penyelidikan; Memproses, Menganalisis Data dan Informasi**

A. Rencana Penyelidikan

Tuliskan langkah-langkah serta sumber data/informasi yang akan kelompokmu gunakan untuk menjawab rumusan masalah (misalnya: mengidentifikasi kelimpahan tiap sumber energi terbarukan, menghitung potensi/pemanfaatan energi dari data wacana, serta menelaah informasi dari sumber terpercaya).

B. Penyelidikan**Kegiatan 1 — Identifikasi Kelimpahan Sumber Energi Terbarukan (C2)**

Lengkapi tabel berikut. Tuliskan perkiraan potensi (GW) tiap sumber energi terbarukan, lalu urutkan peringkat kelimpahannya di Indonesia (1 = paling melimpah).

Sumber Energi Terbarukan	Potensi (GW) & Peringkat Kelimpahan
Energi surya (matahari)	
Energi angin (bayu)	
Energi air (hidro)	
Energi panas bumi	
Bioenergi (biomassa)	

Kegiatan 2 — Menghitung Potensi & Pemanfaatan Energi Terbarukan (C3)

a) Hitung persentase potensi energi terbarukan Indonesia yang sudah dimanfaatkan. Gunakan data: total kapasitas terpasang $\pm 15,4$ GW; total potensi ± 3.687 GW.

Persentase pemanfaatan = $(15,4 \div 3.687) \times 100\% = \dots\dots\dots\%$

b) Sebuah atap rumah seluas 10 m^2 dipasang panel surya. Rata-rata radiasi matahari $\approx 4,8 \text{ kWh/m}^2$ per hari dan efisiensi panel $\approx 20\%$. Hitung energi listrik yang dihasilkan per hari (Energi = Luas \times Radiasi \times Efisiensi), lalu per bulan (30 hari). Bandingkan dengan kebutuhan listrik rumah sederhana ($\pm 150 \text{ kWh/bulan}$).

Kegiatan 3 — Menganalisis Peristiwa Terkini Menggunakan Konsep Sains (C4)

Gunakan konsep energi terbarukan (potensi, kelimpahan, intermitensi, serta aspek Teknik, ekonomi, lingkungan, dan sosial) untuk menganalisis peristiwa pada wacana.

a) Kesenjangan potensi vs pemanfaatan: berdasarkan hasil perhitungan pada Kegiatan 2, jelaskan secara ilmiah mengapa potensi energi terbarukan Indonesia yang sangat besar baru sedikit dimanfaatkan, dan apa keuntungannya bila potensi itu digali!

b) Tantangan teknis (intermitensi): energi surya hanya tersedia di siang hari dan energi angin bergantung cuaca. Jelaskan secara ilmiah mengapa sifat tidak tetap (intermiten) ini menjadi tantangan, dan bagaimana teknologi penyimpanan (baterai) atau perpaduan beberapa sumber dapat mengatasinya!

c) Kelebihan energi alternatif: jelaskan secara ilmiah keunggulan energi terbarukan dibandingkan energi fosil, terutama dari segi emisi karbon, keberlanjutan, dan kemandirian energi nasional!

Kegiatan 4 — Menganalisis Keandalan & Objektivitas Informasi (C4)


Saat menelaah isu pengembangan energi alternatif, kelompokmu menemukan dua sumber informasi berikut. Bandingkan keandalan dan objektivitasnya.

Sumber Informasi	Pernyataan
Sumber A — Data Kementerian ESDM & lembaga riset (disertai angka & sumber)	"Indonesia memiliki potensi energi terbarukan sangat besar (\pm 3.687 GW), dengan energi surya paling melimpah. Pemanfaatannya baru sekitar 14% karena tantangan teknis (sifat intermiten), biaya awal, lahan, dan kesiapan jaringan. Pengembangan energi terbarukan tetap penting untuk menekan emisi dan menjamin pasokan energi jangka panjang, dengan mempertimbangkan aspek teknik, ekonomi, lingkungan, dan sosial." (disertai angka dan sumber yang jelas)
Sumber B — Pesan berantai / unggahan media sosial tanpa sumber	"Tidak usah repot membangun energi terbarukan! Energi surya dan angin itu mahal, tidak berguna, dan tidak akan pernah bisa menggantikan batu bara. Pakai saja terus batu bara karena paling murah dan tidak ada masalah apa pun."

Sumber A diadaptasi dari rujukan Kementerian ESDM (Ditjen EBTKE) dan IESR.

a) Manakah informasi yang lebih objektif dan dapat diandalkan? Sebutkan ciri-ciri informasi yang layak dipercaya.

b) Tinjau Sumber A dan Sumber B dari segi asal/penyusun, ada-tidaknya bukti/data pendukung, dan kemungkinan kepentingan pembuatnya. Gunakan konsep potensi energi terbarukan dan manfaatnya untuk menjelaskan mengapa klaim pada Sumber B (energi terbarukan "tidak berguna" dan batu bara "tidak ada masalah") menyesatkan dan sulit diandalkan!

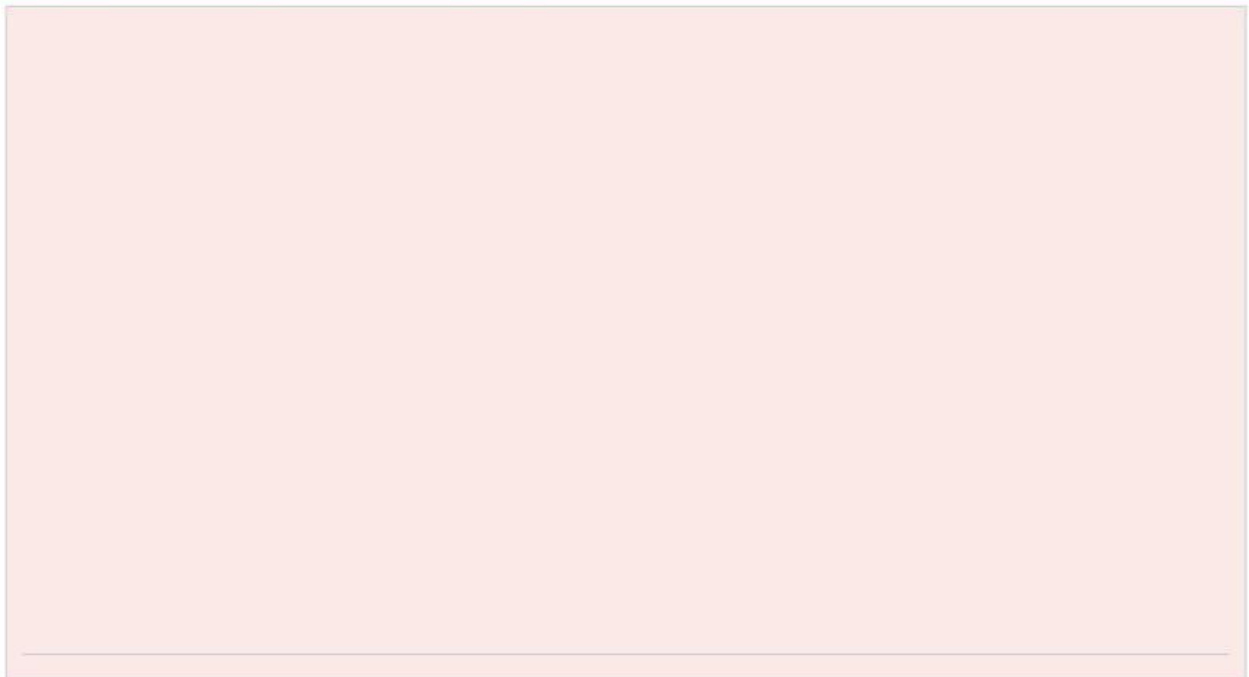
Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Karya*Rangkum temuan kelompok menjadi sebuah karya untuk dipresentasikan.* **KETERAMPILAN PROSES: Mengomunikasikan Hasil**

Buatlah karya kelompok (poster / infografik / slide presentasi sederhana) yang memuat hal-hal berikut:

- Kelimpahan berbagai sumber energi terbarukan di Indonesia (potensi GW).
- Hasil perhitungan potensi dan pemanfaatan energi terbarukan (mis. PLTS atap).
- Penjelasan ilmiah kelebihan dan kekurangan tiap energi alternatif (teknik, ekonomi, lingkungan, sosial).
- Rekomendasi energi alternatif yang paling tepat dikembangkan beserta alasan ilmiahnya.

A. Rancangan / Sketsa Karya Kelompok

**B. Catatan Presentasi (poin penting yang akan disampaikan)**



FASE
5

Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Pemecahan Masalah

Timbang pro & kontra, ambil keputusan, lalu refleksikan proses belajarmu.

KETERAMPILAN PROSES: Mengevaluasi dan Refleksi



A. Analisis Pro dan Kontra (C5)

Bandingkan tiga pilihan energi alternatif ditinjau dari beberapa aspek.

Aspek	Energi Surya (PLTS)	Panas Bumi (PLTP)	Energi Air (PLTA)
Kelimpahan / potensi			
Aspek teknik (keandalan)			
Aspek ekonomi (biaya)			
Aspek lingkungan & sosial			

B. Keputusan & Evaluasi Kelompok

Berdasarkan seluruh analisis di atas, energi alternatif mana yang kelompokmu rekomendasikan untuk dikembangkan? Apakah hipotesis awal kalian terbukti? Jelaskan alasannya.

C. Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan yang menjawab rumusan masalah kelompokmu.

D. Refleksi

Hal baru yang saya pahami dari pembelajaran ini:

Bagian yang masih sulit bagi saya:

Tindakan bijak terkait energi yang akan saya lakukan setelah pembelajaran ini:

SUMBER DATA & RUJUKAN

Data dan informasi dalam LKPD ini disusun dari sumber-sumber berikut:

1. Kementerian ESDM (Ditjen EBTKE), 2024. Potensi energi terbarukan Indonesia \pm 3.687 GW (surya 3.294, angin 155, air 95, laut 63, bioenergi 57, panas bumi 24 GW). ebtke.esdm.go.id.
2. Kementerian ESDM (Ditjen EBTKE), status September 2025. Total kapasitas terpasang EBT nasional \pm 15,4 GW; bauran EBT \pm 14%.
3. Kementerian ESDM, 2024. Indonesia merupakan produsen listrik panas bumi terbesar kedua di dunia dan memiliki \pm 40% cadangan panas bumi dunia.
4. IESR. Indonesia Solar Energy Outlook & kajian potensi energi terbarukan (Beyond 443 GW). iesr.or.id.
5. Data radiasi matahari Indonesia \approx 4,8 kWh/m² per hari; efisiensi panel surya \pm 18–20% (rujukan umum energi surya).
6. Kementerian ESDM/PLN. PLTS Terapung Cirata, Jawa Barat \pm 192 MWp — PLTS terapung terbesar di Asia Tenggara (diresmikan 2023).
7. IESR (Indonesia Solar Energy Outlook 2025). Kapasitas terpasang PLTS Indonesia baru \pm 717 MW (akhir 2024) dari potensi ribuan GW.
8. Tempo (2024); ATW Solar (2025). Ulasan potensi dan jenis energi terbarukan yang dapat dikembangkan di Indonesia.

Catatan: angka potensi dan kapasitas terpasang energi terbarukan merupakan data resmi Kementerian ESDM (2024–2025) yang dibulatkan untuk memudahkan perhitungan; nilai sebenarnya berubah seiring perkembangan teknologi dan investasi.

— Selamat Belajar & Berdiskusi —