

BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

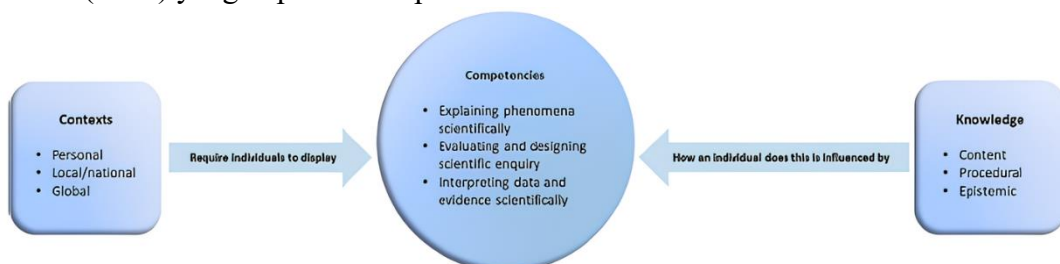
2.1.1 Kemampuan Literasi Sains

Literasi sains didefinisikan sebagai kemampuan peserta didik untuk terlibat dengan isu-isu yang berhubungan dengan sains, dan dengan ide-ide sains. Seseorang yang melek sains bersedia untuk terlibat dalam wacana yang beralasan tentang sains dan teknologi, yang membutuhkan kompetensi untuk menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, dan menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah (OECD, 2023).

Selain itu, literasi sains juga berarti pemahaman seseorang tentang bagaimana pengetahuan tentang sains mengubah cara seseorang dapat berinteraksi dengan dunia dan bagaimana pengetahuan tersebut dapat digunakan untuk mencapai tujuan yang lebih luas (OECD, 2019). Menurut PISA (2017) literasi sains didefinisikan dalam 3 indikator, yaitu:

- Menjelaskan fenomena secara ilmiah;
- Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah; dan
- Menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah (OECD, 2017).

PISA bertujuan untuk melaksanakan penilaian dengan tiga aspek penilaian yang saling berkaitan satu sama lain. Kompetensi diperoleh melalui pengetahuan. Sebagai contoh, untuk menjelaskan fenomena ilmiah, diperlukan pengetahuan konten. Sementara itu, kompetensi dalam mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah serta menilai pendekatan ilmiah memerlukan pengetahuan yang lebih dari sekadar pengetahuan konten, yaitu mencakup pengetahuan prosedural dan epistemik. Keterkaitan 3 aspek tersebut diinterpretasikan oleh OECD (2019) yang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Keterkaitan Tiga Aspek Kemampuan Literasi Sains

Dari ketiga aspek tersebut, dikembangkan lagi menjadi beberapa sub indikator yang selanjutnya dijelaskan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Aspek Penilaian Kemampuan Literasi Sains PISA 2022

Aspek	Indikator	Sub Indikator
Konteks	Isu-isu pribadi, lokal/nasional dan global, baik saat ini maupun masa lalu, yang menuntut pemahaman tentang ilmu pengetahuan dan teknologi.	Konteks memuat isu atau aplikasi sains dan teknologi seperti kesehatan dan penyakit, sumber daya alam, kualitas lingkungan, bencana, batas-batas sains dan teknologi.
Pengetahuan	Pemahaman tentang fakta-fakta utama, konsep, dan teori penjelasan yang membentuk dasar pengetahuan ilmiah.	Pengetahuan Konten Pengetahuan tersebut mencakup pengetahuan tentang dunia alam dan artefak teknologi.
		Pengetahuan Prosedural Pengetahuan tentang bagaimana ide-ide tersebut diproduksi.
		Pengetahuan Epistemik Pemahaman tentang alasan yang mendasari prosedur-prosedur ini dan pembenaran penggunaannya.
Kompetensi	Kemampuan untuk menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, dan menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah.	Mengenali, menawarkan, dan mengevaluasi penjelasan untuk berbagai fenomena alam dan teknologi.
		Menggambarkan dan menilai investigasi ilmiah dan mengusulkan cara-cara untuk menjawab pertanyaan secara ilmiah.
		Menganalisis dan mengevaluasi data ilmiah, klaim, dan argumen dalam berbagai representasi dan menarik kesimpulan yang tepat.

2.1.2 Model *Science, Environment, Technology, and Society* (SETS)

Model *Science, Technology, Environment, and Society* (SETS) pertama kali dikembangkan oleh Robert Yager pada tahun 1985 di *University of Iowa* (Poedjiadi, 2010). Dalam bidang pendidikan di Indonesia, model SETS lebih dikenal sebagai model Sains, Lingkungan, Teknologi, dan Masyarakat (Salingtemas). Model ini berawal dari pendekatan *Science, Technology, and Society* (STS) yang dikembangkan dengan menambahkan unsur lingkungan. Penambahan unsur

lingkungan dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) bertujuan menciptakan proses belajar yang bermakna agar peserta didik mampu bertahan dan beradaptasi dengan lingkungannya. Selain itu, perubahan lingkungan yang terjadi secara signifikan akibat perkembangan teknologi perlu menjadi perhatian dalam pembelajaran IPA di sekolah. Dengan mengintegrasikan aspek lingkungan, peserta didik diharapkan tidak hanya memahami konsep-konsep ilmiah secara teoritis, tetapi juga mampu mengaplikasikan pengetahuan tersebut dalam kehidupan sehari-hari untuk menghadapi tantangan yang muncul seiring kemajuan zaman (Putri et al., 2022). Model pembelajaran SETS merupakan suatu model pembelajaran yang menghubungkan sains dengan unsur lain, yaitu teknologi, lingkungan, maupun masyarakat (Wisudawati & Sulistyowati, 2022). Pengembangan dan penelitian terhadap efektivitas model pembelajaran SETS telah banyak dilakukan. Penelitian dan pengembangan tersebut berupaya untuk meningkatkan kualitas pembelajaran IPA dan kualitas hidup manusia yang selalu memerhatikan lingkungan kehidupan.

Pendekatan SETS merupakan salah satu metode yang sangat relevan dan tepat untuk diterapkan dalam proses pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) salah satunya fisika. Hal ini disebabkan karena pendekatan SETS selaras dengan tujuan utama pembelajaran IPA, yaitu mengembangkan pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep ilmiah dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Pendekatan ini mengintegrasikan pembelajaran ke dalam empat komponen penting yang saling berkaitan, yaitu sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat (S. K. Fitri, 2019). Melalui pengintegrasian keempat aspek ini, peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan teoretis, tetapi juga dapat mengaitkan ilmu pengetahuan dengan fenomena nyata di lingkungan sekitar, memahami dampak kemajuan teknologi, serta menyadari peran ilmu pengetahuan dalam membangun dan memajukan masyarakat secara berkelanjutan. Tujuan dari Pendidikan SETS adalah untuk membantu peserta didik memahami ilmu pengetahuan, perkembangan dalam bidang sains, serta teknologi yang mereka gunakan. Selain itu, pendidikan ini juga bertujuan untuk menjelaskan bagaimana kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dapat mempengaruhi lingkungan dan masyarakat (Utomo, 2009). Pendidikan berbasis SETS berusaha memberikan wawasan mengenai hubungan antara sains

dengan lingkungan dan teknologi, serta bagaimana masyarakat berkontribusi terhadap perkembangan sains dan teknologi serta kondisi lingkungan. Hal ini juga mencakup peran teknologi dalam beradaptasi dengan ilmu pengetahuan, manfaat yang diberikan kepada masyarakat, dan dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan.

Karakteristik pembelajaran SETS menurut Yager & Akcay (2008) yaitu sebagai berikut:

- a. Berawal dari identifikasi masalah lokal.
- b. Penggunaan sumber daya setempat.
- c. Keikutsertaan peserta didik aktif dalam mencari informasi yang dapat diterapkan untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari.
- d. Penekanan pada keterampilan proses yang dapat digunakan peserta didik dalam pemecahan masalah.
- e. Adanya kesempatan bagi peserta didik untuk memperoleh pengalaman memecahkan masalah yang telah diidentifikasi.

Tahapan model pembelajaran SETS menurut Poedjiadi (2010) dijelaskan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tahapan Model SETS Menurut Anna Poedjiadi

Tahapan	Kegiatan yang dilakukan
Pendahuluan (Inisiasi/invitasi/apersepsi)	Mengemukakan isu-isu atau masalah yang ada di masyarakat yang dapat digali dari peserta didik.
Pembentukan konsep	Melakukan berbagai pendekatan dan metode, seperti demonstrasi, praktikum, diskusi kelas, bermain peran, dan lain-lain. Pada akhir pembentukan konsep diharapkan peserta didik telah memahami isu-isu atau penyelesaian terhadap masalah yang dikemukakan di awal dengan menggunakan konsep-konsep para ilmuwan.
Aplikasi konsep	Konsep-konsep yang telah dipahami peserta didik dapat mengaplikasikan materi pembelajaran dengan lingkungan, teknologi, ataupun masyarakat.
Pemantapan konsep	Guru membahas materi yang telah dipelajari.
Penilaian	Guru melakukan penilaian untuk mengetahui keberhasilan pembelajaran dengan

Tahapan	Kegiatan yang dilakukan
	memberikan pertanyaan secara lisan kepada peserta didik.

Berdasarkan penelitian sebelumnya terkait tahapan model pembelajaran SETS, dapat disimpulkan bahwa peneliti mengambil tahapan SETS yang dirumuskan oleh (Poedjiadi, 2010). Tahapan tersebut disusun menjadi lima tahap, yaitu tahap pendahuluan, tahap pembentukan konsep, tahap aplikasi konsep, tahap pematapan konsep, dan tahap penilaian.

2.1.3 E-LKPD

Dengan pesatnya perkembangan teknologi dan informasi, perangkat pembelajaran yang sebelumnya disajikan dalam format cetak kini telah dirancang menjadi Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (LKPD-e). Menurut Hidayah et al., (2020) E-LKPD merupakan cara inventif dalam menyediakan bahan ajar berupa panduan kegiatan pembelajaran dengan video pembelajaran yang mudah diakses, latihan soal, dan sinopsis materi yang dibahas. E-LKPD merupakan media pembelajaran digital yang dirancang untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kemampuan berargumentasi secara ilmiah, dan meningkatkan aspek kognitif peserta didik. Lembar kerja elektronik ini memungkinkan peserta didik terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran melalui pendekatan yang lebih interaktif dan menarik dibandingkan dengan lembar kerja berbasis kertas (Sudirman et al., 2024). E-LKPD merupakan sumber belajar digital atau non-cetak yang dirancang untuk pembelajaran mandiri dan disusun secara sistematis. Pembuatan E-LKPD juga diperlukan perangkat lunak khusus (Mardatillah, 2024). Untuk itu digunakan sebuah perangkat lunak khusus seperti *liveworksheet* untuk membuat E-LKPD. *Liveworksheet* merupakan lembar kerja peserta didik yang dapat mengubah lembar kerja cetak dalam bentuk dokumen menjadi lembar kerja interaktif yang dapat mengoreksi secara sistem (Prabowo, 2021). Sistematika penyusunan E-LKPD menurut Kemendikbud (2020) terdiri dari identitas mata pelajaran, tujuan pembelajaran, petunjuk penggunaan E-LKPD, informasi pendukung, dan langkah-langkah kegiatan.

Kelebihan E-LKPD menurut Suryaningsih (2021) yaitu dapat mempermudah proses pembelajaran serta mengurangi batasan ruang dan waktu, sehingga meningkatkan efektivitas pembelajaran. Selain itu, E-LKPD dapat meningkatkan minat belajar peserta didik (Fitri & Pahlevi, 2021). Hal tersebut didukung oleh pendapat Prastika & Masniladevi (2021) yang menyatakan bahwa E-LKPD dimanfaatkan untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran dan mengurangi kebosanan peserta didik, karena didukung oleh perangkat elektronik yang berperan sebagai sarana pendukung dalam mempermudah proses kegiatan belajar mengajar. Namun, penggunaan E-LKPD sering kali memerlukan akses internet yang stabil. Untuk itu, tempat penelitian perlu memiliki akses internet yang baik sehingga E-LKPD ini dapat diakses dengan baik. Penelitian dilakukan di SMA Negeri 1 Cigalontang yang memiliki akses internet yang stabil.

2.1.4 Kaitan Model *Science, Technology, Environment, and Society* (SETS)

Berbantuan E-LKPD dengan Kemampuan Literasi Sains

Model *Science, Technology, Environment, and Society* (SETS) merupakan suatu model pembelajaran yang mengaitkan unsur sains dengan teknologi, lingkungan dan masyarakat. Ilmu pengetahuan sains khususnya fisika sangat erat kaitannya dengan teknologi, lingkungan dan masyarakat. Masalah tersebut dapat diselesaikan dengan menggunakan kemampuan literasi sains.

Kemampuan literasi sains merupakan kemampuan seseorang untuk memahami konsep-konsep sains, menyampaikan informasi sains baik secara lisan maupun tulisan, serta menerapkan pengetahuan sains dalam menyelesaikan masalah, sehingga dapat mengembangkan sikap dan kepekaan yang mendalam terhadap diri sendiri dan lingkungan sekitar. Hal ini memungkinkan peserta didik untuk membuat keputusan yang didasarkan pada pertimbangan ilmiah.

Kaitan model SETS berbantuan E-LKPD dengan kemampuan literasi sains yaitu pembelajaran sains membutuhkan kemampuan literasi sains dalam menggunakan sains di setiap konten dan proses pembelajarannya. Selain itu, pembelajaran sains juga memerlukan sikap ilmiah supaya pembelajaran sains bermakna bagi peserta didik dan dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Oleh karena itu, keterkaitan model pembelajaran SETS berbantuan E-LKPD dengan kemampuan literasi sains disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kaitan Model SETS Berbantuan E-LKPD dengan Kemampuan Literasi Sains

Model SETS Berbantuan E-LKPD	Kemampuan Literasi Sains
Tahap Pendahuluan Guru memberikan video berupa masalah di lingkungan terkait materi pembelajaran.	Konteks : Pada tahap ini peserta didik memperhatikan isu-isu yang menuntut pemahaman tentang ilmu pengetahuan dan teknologi.
Tahap pembentukan konsep Peserta didik mencari berbagai informasi terkait fakta dan konsep pembelajaran.	Pengetahuan: Pada tahap ini peserta didik diharuskan untuk memahami berbagai fakta-fakta, konsep, dan teori penjelasan yang membentuk dasar pengetahuan ilmiah. Pengetahuan tersebut mencakup pengetahuan tentang dunia alam dan artefak teknologi (pengetahuan konten), pengetahuan tentang bagaimana ide-ide tersebut diproduksi (pengetahuan prosedural), dan pemahaman tentang alasan yang mendasari prosedur-prosedur ini dan pembenaran penggunaannya (pengetahuan epistemik).
Tahap aplikasi konsep Peserta didik mengaplikasikan materi pembelajaran dengan unsur lingkungan, teknologi, dan masyarakat.	
Tahap pemantapan konsep Guru membahas materi yang telah dipelajari.	
Tahap penilaian Guru melakukan penilaian untuk mengetahui keberhasilan pembelajaran dengan memberikan pertanyaan kepada peserta didik.	Kompetensi: Pada tahap ini peserta didik harus memiliki kemampuan untuk menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, dan menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah.

2.1.5 Energi Terbarukan

a. Sumber Energi Terbarukan

Sumber energi terbarukan adalah sumber energi yang proses pembentukannya terjadi secara berkelanjutan sehingga ketersediaannya melimpah dan tidak pernah habis. sumber energi terbarukan adalah energi matahari, energi angin, gravitasi air, energi panas bumi, bioenergi, energi gelombang dan lain – lain.

1) Energi Matahari

Energi yang dihasilkan dari matahari berupa energi cahaya dan energi panas, yang merupakan sumber energi utama bagi kehidupan di bumi, termasuk bagi tumbuhan, hewan, dan manusia. Cahaya matahari sangat diperlukan bagi tumbuhan, yaitu pada proses fotosintesis. Sinar matahari juga dapat dimanfaatkan manusia dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).



Gambar 2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/k2gwvAFBeKtgcj5Z8>)

Gambar 2.2 merupakan pembangkit listrik tenaga surya terapung. Salah satu PLTS yang ada di Indonesia yaitu PLTS Terapung Cirata. PLTS ini merupakan PLTS terapung terbesar ketiga di dunia. Proyek ini dibangun di atas Waduk Cirata seluas 200 hektare ini mampu memproduksi energi hijau berkapasitas 192 *Megawatt peak* (MWp) untuk menyuplai listrik bagi 50 ribu rumah. Bahkan membuka kesempatan kepada masyarakat untuk turut berpartisipasi dalam pengembangan energi hijau baik dengan *Renewable Energy Certificate* (REC) maupun perdagangan karbon.

2) Energi Angin

Energi angin dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik, yang dikenal dengan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB). Pemanfaatan energi angin dapat dilakukan di berbagai tempat yang mana terdapat potensi angin, baik di daerah landai maupun dataran tinggi, bahkan dapat diterapkan di laut. Sebelum pendirian suatu sistem pembangkit energi angin, perlu diidentifikasi daerah-daerah yang memiliki potensi energi angin yang tinggi tetap agar pemanfaatannya optimal.

Angin tidak lain adalah udara yang bergerak dari tekanan yang tinggi ke tekanan yang rendah, yang terjadi dialam. Perbedaan tekanan udara disebabkan oleh perbedaan suhu udara akibat pemanasan atmosfer yang tidak merata oleh sinar matahari. Udara yang bergerak tersebut mempunyai massa, kerapatan dan kecepatan. Karena mempunyai massa dan kecepatan maka secara fisika angin mempunyai energi kinetik dan energi potensial. Namun pada angin energi kinetik lebih dominan daripada energi potensial.



Gambar 2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/T5csm3tMwvX4xc7A>)

Gambar 2.3 merupakan contoh PLTB yang terletak di Sulawesi. Selain itu, di tepi Pantai Ciheras, Kecamatan Cipatujah, Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat, didirikan PLTB oleh Lentera Bumi Nusantara bersama Pertamina dan IBEKA. Divisi aktivitas Lentera Bumi Nusantara salah satunya Lentera Energi Nusantara yang berpusat pada bidang riset dan pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) skala mikro. Teknologi inti ini meliputi komponen-komponen utama dari PLTB yaitu bilah, generator, *controller*, dan *data logger*. Saat ini, tiga desa telah ter aliri listrik melalui energi terbarukan.

3) Energi Air

Air sungai dan danau dapat dimanfaatkan sebagai sumber Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit pada aliran air. Sumber air yang dapat dimanfaatkan dapat berupa saluran irigasi, sungai, bendungan atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik yang selanjutnya menggerakkan generator dan generator menghasilkan listrik.

Berdasarkan daya listrik yang dihasilkan, pembangkit listrik tenaga air dibedakan menjadi pikohidro, mikrohidro, minihidro, dan bendungan/dam.



Gambar 2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Air

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/EZ4LrGgQ5hWBj9xPA>)

Gambar 2.4 contoh PLTA yang terletak di Amerika Serikat. Selain itu, di Indonesia tepatnya di Desa Kamanggih, Kecamatan Kahaungu Eti, Kabupaten Sumba Timur, warga memanfaatkan listrik yang bersumber dari aliran Sungai menggunakan mikrohidro. Bersama masyarakat desa, IBEKA membuat proposal pengajuan dana pembangunan mikrohidro kepada lembaga donor digawangi oleh putra daerah setempat, yaitu Umbu Hinggu Panjanji. Pada 2011 akhirnya PLTMH dibangun di Mbakuhau dengan kapasitas 37 kW yang dipakai untuk penerangan sekitar 100 rumah dan fasilitas umum (Puskesmas, kantor polisi sektor, sekolah, dan beberapa menara BTS milik perusahaan telekomunikasi). Dalam pengelolaannya, PLTMH Mbakuhau dikelola oleh Koperasi Jasa Peduli Kasih dan didanai dengan iuran masyarakat sebesar Rp 20.000. Penetapan harga dihitung berdasarkan kebutuhan untuk biaya operasional dan juga penyusutan alat.

Selain itu, desa juga mendapatkan keuntungan lain dari kerja sama ini berupa pembukaan jaringan listrik sejauh 5 km, 110 pelanggan warga desa didaftarkan untuk mendapat listrik secara gratis, dua orang operator PLTMH direkrut menjadi karyawan PLN, dan bila PLTMH tidak dapat beroperasi karena debit air kurang maka PLN akan menghidupkan generator tambahan.

4) Energi Gelombang Laut

Energi laut (*ocean energy*) merupakan energi kinetik air laut yang dapat dikonversikan menjadi energi bentuk lain, terutama energi listrik melalui turbin dan

generator. Secara garis besar energi yang berasal dari laut dapat dikategorikan menjadi tiga jenis, masing-masing: energi gelombang laut (*wave energy*), energi pasang surut (*tidal power*), dan energi panas laut (*ocean thermal energy*).



Gambar 2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut
(Sumber : <https://images.app.goo.gl/MNARNqoaDxhyk3i56>)

Gambar 2.5 merupakan contoh Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL). Berdasarkan laporan penelitian oleh *National Oceanic and Atmospheric Administration* selama 21 tahun terakhir, laut di wilayah selatan Indonesia memiliki gelombang yang tingginya 2 meter dengan rata-rata periode gelombang selama 12 detik. Untuk wilayah Jawa, Nusa Tenggara, hingga Bali, area laut yang potensial berada di Yogyakarta, Cilacap, Jember, serta Bali. Potensi energi gelombang laut daerah tersebut berada di atas 40 kW/m. Bila diukur secara keseluruhan, maka potensi energi dari gelombang laut Indonesia dapat mencapai hingga 1,49 TW, yang mana pertimbangannya adalah 10 kW/menjadi fluks energi gelombang minimum untuk 40% garis pantai di Indonesia.

5) Energi Panas Bumi

Energi matahari dapat dengan mudah terkonversi menjadi panas, dan energi panas ini selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Pengembangan dan pemanfaatan energi panas matahari mempunyai potensi yang baik, terutama bagi area sekitar garis khatulistiwa, termasuk Indonesia, yang mana matahari bersinar sepanjang tahun. Berikut berbagai bentuk pemanfaatan energi matahari sebagai sumber panas secara langsung, yaitu, pemanas air, kompor matahari, pengeringan, distilasi air kotor, dan pembangkit listrik.



Gambar 2.6 Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi
(Sumber : <https://images.app.goo.gl/JKmvpxkQMPbArZYY9>)

Gambar 2.6 merupakan pengembangan sumber energi panas bumi Kamojang di Kecamatan Igun, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Pembangkit Listrik Tenaga Panas bumi (PLTPb) di Kamojang merupakan PLTPb pertama di Indonesia yang tetap aktif sampai sekarang meskipun sudah beroperasi selama 40 tahun, melampaui usia rata-rata pembangkit listrik pada umumnya yakni 30 tahun. Total kapasitas terpasang pembangkit panas bumi di area Kamojang mencapai 235 megawatt (MW) atau setara dengan pengurangan emisi CO₂ 1,2 juta ton per tahun. Dari kapasitas tersebut, area Kamojang ini setidaknya menyuplai asupan listrik ke 260 ribu rumah. Listrik dari PLTP Kamojang terhubung dengan sistem interkoneksi kelistrikan Jawa-Madura-Bali (Jamali).

6) Bioenergi



Gambar 2.7 Bioenergi
(Sumber : <https://images.app.goo.gl/PPZtmqc6H8YN3kCq7>)

Gambar 2.7 merupakan contoh bahan yang bisa dimanfaatkan sebagai bioenergi. Bioenergi memiliki bahan baku yang paling variatif dibanding EBT lain. Karena sumber yang berasal dari hayati. Khusus bioenergi yang menggantikan produk minyak bumi, saat ini dikembangkan dengan bahan baku yang berasal dari tanaman non-pangan. Bioenergi terbagi menjadi dua, yaitu sebagai berikut:

a) Konvensional

Bioenergi konvensional menggunakan cara tradisional untuk menghasilkan energi. Contohnya yaitu penggunaan kayu bakar untuk kebutuhan sehari-hari. Di Indonesia yang memiliki iklim tropis, menemukan kayu bakar tidak begitu sulit. Namun tidak semua kayu memiliki hasil pembakaran yang baik. Pilihlah kayu yang memiliki kelembaban yang rendah. Kayu yang mempunyai kadar air yang sedikit, kering, dan tidak bersarang menghasilkan pembakaran yang baik. Penerapan bioenergi konvensional cukup mudah, namun memiliki keterbatasan dalam penggunaan dan pengelolanya. Oleh karena itu butuh energi alternatif modern untuk memaksimalkan ketahanan energi.

b) Modern

(a) Biodiesel

Biodiesel adalah jenis biofuel yang berasal dari hewan atau tumbuhan sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan. Bahan baku untuk biodiesel yaitu minyak jarak (*Ricinus communis*), minyak kelapa sawit (*Crude Palm Oil*), dan minyak ikan.

(b) Biogas

Sumber energi yang berasal dari limbah organik adalah biogas. Energi ini dapat menggantikan LPG yang masih menggunakan bahan bakar fosil sebagai bahan baku utama pembuatannya. Salah satu contohnya yaitu kotoran hewan ternak memiliki senyawa kimia yang jika mengalami pemrosesan akan menghasilkan gas bio yang mengandung gas metana 60-70%, karbon dioksida 30-40% dan beberapa gas lain. Gas ini dihasilkan dari fermentasi oleh aktivitas bakteri anaerob pada oksigen bebas, yang diproses sedemikian rupa akan menghasilkan bahan bakar cair berupa etanol dan residu padat yang bisa digunakan sebagai pupuk kompos untuk tanaman. Selain itu, limbah dapur seperti sayuran layu dan busuk dapat dimanfaatkan untuk biogas.

(c) Bioethanol

Bioethanol adalah bahan bakar yang digunakan untuk menggantikan bensin. Energi alternatif ini tercipta karena adanya fermentasi umbi-umbian, jagung, dan kacang-kacangan. Dilanjutkan dengan metode pemisahan yaitu destilasi. Pada

proses destilasi ini menerapkan konsep pengambilan senyawa yang tertarget berdasarkan perbedaan titik didih senyawa.

Desa Mandiri Energi Balunganyar, Kecamatan Ilek, Kabupaten Pasuruan Jawa Timur yang pada awalnya dipandang sebagai desa terkotor akibat kotoran sapi di wilayahnya, saat ini dapat merasakan manfaat besar dari hewan tersebut. Pada tahun 2016, Kepala Desa Balunganyar memiliki inisiatif untuk membangun sistem pemanfaatan biogas dari kotoran sapi dan hal ini disambut baik oleh PT Indonesia Power yang berada di Ilek. Memanfaatkan potensi desanya yang memiliki 8-9 ribu ekor sapi dan kotoran sebanyak 160-180 ton setiap hari (rata-rata 1 ekor sapi menghasilkan 20 kg kotoran/hari), terbangunlah 180 digester model *fixed dome*, lalu 20 unit lagi pada tahun 2018. Selain dimanfaatkan sebagai biogas, sisa *slurry* dari proses fermentasi kotoran sapi dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik untuk rumput gajah yang merupakan pakan sapi. Selain berdampak pada lingkungan, penggunaan biogas juga meningkatkan kesejahteraan masyarakat desa dalam penggunaan energi bahan bakar untuk memasak. Penghematan sekitar Rp. 50.000-75.000,-/bulan bisa dicapai. Dalam pengembangan dan keberlanjutannya, pihak desa juga memiliki peran dengan membuat anggaran melalui dana desa setiap tahunnya untuk membangun reaktor baru dan lokasinya disiapkan oleh masing-masing warga.

b. Sumber Energi Tak Terbarukan

Sumber energi tak terbarukan adalah sumber energi yang ketersediaannya terbatas dan tidak terjadi proses pembentukan kembali di alam, ataupun proses pembentukannya memerlukan waktu yang sangat lama, sehingga jika dipakai terus menerus kemungkinan bisa habis. Contoh sumber energi tak terbarukan adalah energi fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam.

1) Minyak Bumi

Minyak bumi diperoleh dari dalam perut bumi dengan mengebor kulit bumi pada sumur minyak bumi. Minyak bumi yang diperoleh selanjutnya dibawa ke kilang pengolahan untuk diproses secara bertingkat menghasilkan berbagai jenis bahan bakar. Produk olahan minyak bumi, sering disebut bahan bakar minyak (BBM), terdiri dari beberapa jenis termasuk gas, bensin, minyak tanah dan solar.

Minyak tanah umumnya digunakan untuk memasak, sedangkan bensin dan solar digunakan untuk bahan bakar kendaraan bermotor. Selain itu, BBM khususnya solar juga digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik.

Minyak bumi mempunyai kelebihan yaitu mudah digunakan dan disimpan serta harga relatif murah dibanding bahan bakar non fosil. Namun minyak bumi memiliki cadangan yang terbatas. Selain itu sisa-sisa pembakaran minyak bumi menghasilkan gas-gas pencemar yang berbahaya bagi kesehatan serta mempunyai peran besar terhadap pemanasan global.

2) Batu Bara

Batu bara termasuk ke dalam jenis bahan bakar fosil. Batu bara dari dalam bumi melalui penambangan bawah tanah atau open-pit. Batu bara berbentuk padat, sehingga dari penambangan dapat diangkut dengan truk atau tongkang. Pada umumnya batu bara digunakan sebagai bahan bakar pusat pembangkit listrik. Panas yang dihasilkan dari pembakaran batu bara digunakan untuk menghasilkan uap yang bertekanan tinggi yang menggerakkan turbin pembangkit listrik. Batu bara juga sering dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada industri. Kelebihan batu bara adalah harganya lebih murah dan ketersediaannya lebih banyak jika dibandingkan dengan bahan bakar lainnya seperti minyak bumi dan gas alam. Sementara beberapa kekurangannya adalah:

- a) Ketersediaannya terbatas sehingga jika dipakai terus akan habis .
- b) Pada pembakarannya menghasilkan zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan.
- c) Pada pembakarannya juga menghasilkan zat-zat yang dapat menimbulkan hujan asam.
- d) Batu bara menghasilkan karbon dioksida lebih besar dibanding bahan bakar fosil lainnya.

3) Gas Alam

Gas alam diproduksi dari sumur gas. Dari sumur produksi, gas alam umumnya dialirkan melalui pipa menuju lokasi pemanfaatannya. Gas alam dapat juga dicairkan dan kemudian ditempatkan pada tangki gas alam cair untuk kemudian diangkut dengan alat transportasi baik darat, laut maupun udara. Gas alam yang dicairkan sering disebut dengan LPG (*Liquid Petroleum Gas*). Gas alam

dapat dimanfaatkan bakar turbin gas untuk pembangkit listrik. Untuk keperluan rumah tangga, gas alam dipakai untuk memasak. Gas alam juga sering digunakan sebagai bahan baku industri. Jika dibandingkan dengan bahan bakar fosil lainnya, gas alam merupakan bahan bakar paling bersih karena batu bara menghasilkan lebih sedikit emisi karbon dioksida dan sulfur. Kekurangan gas alam adalah sumber energi tidak terbarukan sehingga akan habis dan produksinya memerlukan investasi yang cukup besar.

c. Dampak Eksploitasi dan Penggunaan Energi

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.

1) Dampak Eksploitasi Sumber Daya Alam

Eksploitasi sumber daya alam secara berlebih-lebihan tanpa memperhatikan aspek peran dan fungsi alam ini terhadap lingkungan dapat mendatangkan tanah longsor, banjir kabut asap, dan pemanasan global.

2) Dampak Penggunaan Sumber Energi

Kerusakan lingkungan dapat disebabkan oleh eksploitasi tambang dan penggunaannya.

d. 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. Langkah-langkah singkat diarahkan pada memenuhi kebutuhan energi dengan segera, seperti meningkatkan efisiensi rantai pasokan. Sementara itu, dalam jangka panjang, ada tiga langkah yang melibatkan pengelolaan subsidi energi, mengubah sumber energi dari bahan bakar fosil ke sumber energi terbarukan, dan mendorong konservasi energi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi.

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.

2.2 Hasil yang Relevan

Hasil penelitian yang relevan dengan penelitian yang akan diteliti oleh penulis yang berjudul “Pengaruh Model *Science, Environment, Technology, and Society* (SETS) Berbantuan E-LKPD Terhadap Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Pada Materi Energi Terbarukan” adalah sebagai berikut.

- a. Ulfah, dkk (2020) dalam jurnalnya yang berjudul “Pengaruh Penerapan Pendekatan SETS (*Science, Environment, Technology and Society*) Pada Mata Pelajaran IPA Terhadap Literasi Sains Siswa Kelas VII di SMP Negeri 2 Tarakan” menyimpulkan bahwa pendekatan SETS berpengaruh terhadap nilai literasi sains peserta didik (Ulfah et al., 2020). Kesamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu menggunakan variabel bebas yang sama yaitu model SETS dan variabel terikat yang sama yaitu mengukur kemampuan literasi sains. Adapun perbedaan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian sebelumnya terletak pada variabel bebas dengan berbantuan E-LKPD. Selain itu, sampel penelitian sebelumnya diujikan pada tingkat SMP.
- b. Hardianti, dkk (2021) dalam jurnalnya yang berjudul “Pengembangan Bahan Ajar Berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, Society*) Untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik” (Hardianti et al., 2021) yang menyimpulkan bahwa bahan ajar layak digunakan dan dapat meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik. Kesamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu menggunakan variabel bebas yang sama yaitu bahan ajar berbasis SETS. Selain itu, variabel terikat yang sama yaitu literasi sains. Adapun perbedaan penelitian yang akan dilakukan dengan

penelitian sebelumnya terletak pada metode penelitian yang digunakan. Penelitian sebelumnya menggunakan metode *Research and Development* (R&D) sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode *quasi eksperiment*.

- c. Nikmatur Rohmaya, (2022) dalam jurnalnya yang berjudul “Peningkatan Literasi Sains Peserta didik Melalui Pembelajaran IPA Berbasis *Socioscientific Issues* (SSI)” menyimpulkan bahwa pembelajaran sains berkonteks SSI berpengaruh terhadap peningkatan literasi sains (Rohmaya, 2022). Kesamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu menggunakan variabel terikat yang sama yaitu literasi sains. Adapun perbedaan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian sebelumnya terletak pada variabel bebas yang digunakan. Penelitian sebelumnya menggunakan model pembelajaran IPA berbasis SSI sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan model SETS.
- d. Sarah Uswatun Khasanah & Beni Setiawan, (2022) dalam jurnalnya yang berjudul “Penerapan Pendekatan *Socio-Scientific Issues* Berbantuan E-LKPD Pada Materi Zat Aditif Untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa” menyimpulkan bahwa pendekatan *socio-scientific issues* berbantuan E-LKPD dapat meningkatkan literasi sains peserta didik (Khasanah & Setiawan, 2022). Kesamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu menggunakan variabel terikat yang sama yaitu literasi sains. Selain itu, bantuan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian sebelumnya menggunakan E-LKPD. Adapun perbedaan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian sebelumnya terletak pada variabel bebas yang digunakan. Penelitian sebelumnya menggunakan pendekatan *socio-scientific issues* sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan model SETS.
- e. Rikizaputra, dkk (2023) dalam jurnalnya yang berjudul “Model SETS Bermuatan Etnosains: Pengaruhnya terhadap Literasi Sains Peserta didik” menyimpulkan bahwa model SETS bermuatan etnosains berpengaruh terhadap kemampuan literasi sains peserta didik pada materi ekosistem (Rikizaputra et al., 2023). Kesamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah

menggunakan variabel bebas yang sama yaitu model SETS. Selain itu, variabel terikat yang diteliti pada penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah sama yaitu literasi sains. Adapun perbedaan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian sebelumnya terletak pada variabel bebas. Pada penelitian sebelumnya model SETS bermuatan etnosains sedangkan penelitian yang akan dilakukan yaitu model SETS berbantuan E-LKPD. Selain itu, materi yang dipilih pada penelitian sebelumnya yaitu ekosistem sedangkan materi pada penelitian yang akan dilakukan yaitu energi terbarukan.

2.3 Kerangka Konseptual

Pada abad ke-21, bidang ilmu pengetahuan dan teknologi mengalami kemajuan yang luar biasa. Perkembangan ilmu pengetahuan pada abad 21 menuntut setiap orang untuk memiliki kemampuan dan pengetahuan. Salah satu faktor penunjang kemampuan dan pengetahuan adalah kemampuan literasi sains.

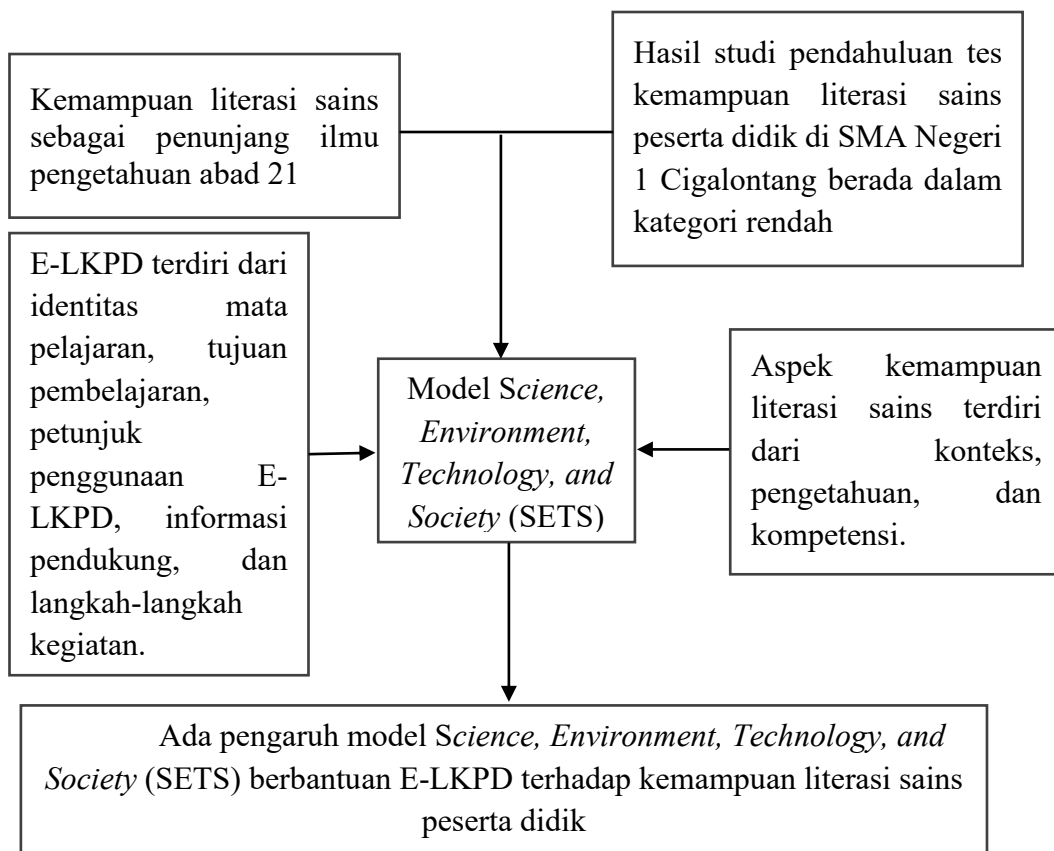
Hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan di SMA Negeri 1 Cigalontang pada kelas X dengan metode wawancara, observasi, dan tes menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains peserta didik masih rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa banyak peserta didik yang merasa kesulitan dalam belajar Fisika.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan upaya perbaikan dalam proses pembelajaran Fisika dengan menerapkan model pembelajaran yang mampu meningkatkan literasi sains peserta didik. Salah satu model yang dapat digunakan adalah model *Science, Environment, Technology, and Society* (SETS). Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu diketahui bahwa model SETS berpengaruh terhadap peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik. Selain itu, untuk menerapkan konsep sains terhadap masyarakat dapat dilakukan dengan mengerjakan E-LKPD sehingga akan membuat peserta didik lebih mudah memahami materi yang dipelajari. Oleh karena itu, model SETS dibantu dengan pengerjaan E-LKPD yang terdiri dari identitas mata pelajaran, tujuan pembelajaran, petunjuk penggunaan E-LKPD, informasi pendukung, dan langkah-langkah kegiatan.

Model SETS berbantuan E-LKPD terdiri dari 5 tahapan, yaitu tahap pendahuluan, tahap pembentukan konsep, tahap aplikasi konsep, tahap pementapan konsep, dan tahap penilaian. Pada tahap pendahuluan, guru memberikan E-LKPD

secara berkelompok. Selain itu, peserta didik menganalisis apersepsi terkait materi yang akan dipelajari. Tahap pembentukan konsep, peserta didik mendiskusikan hasil analisis terhadap invitasi yang diberikan. Pada tahapan aplikasi konsep, peserta didik mengaplikasikan materi pembelajaran dengan lingkungan, teknologi, ataupun masyarakat. Pada tahap pemantapan konsep, guru membahas materi yang telah dipelajari. Pada tahap penilaian, guru melakukan penilaian untuk mengetahui keberhasilan pembelajaran dengan memberikan pertanyaan secara lisan kepada peserta didik.

Dalam penelitian ini menguji kemampuan literasi sains peserta didik dengan tiga aspek, yaitu sebagai berikut: pertama konteks yaitu isu-isu pribadi, lokal/nasional dan global, kedua pengetahuan yaitu pemahaman tentang fakta-fakta utama, konsep, dan teori penjelasan yang membentuk dasar pengetahuan ilmiah, ketiga kompetensi yaitu kemampuan untuk menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, dan menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah. Peneliti melakukan *posttest* untuk mengetahui pengaruh model *Science, Environment, Technology, and Society* (SETS) berbantuan E-LKPD terhadap kemampuan literasi sains peserta didik pada materi energi terbarukan. Kerangka konseptual dalam penelitian ini dijelaskan dalam Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Kerangka Konseptual

2.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan pertanyaan dari rumusan masalah, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah:

H_0 : tidak ada pengaruh model *Science, Environment, Technology, and Society* (SETS) berbantuan E-LKPD terhadap kemampuan literasi sains peserta didik pada materi energi terbarukan di kelas X SMA Negeri 1 Cigalontang tahun ajaran 2024/2025.

H_a : ada pengaruh model *Science, Environment, Technology, and Society* (SETS) berbantuan E-LKPD terhadap kemampuan literasi sains peserta didik pada materi energi terbarukan di kelas X SMA Negeri 1 Cigalontang tahun ajaran 2024/2025.