

BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Literasi Sains

Literasi sains pertama kali diperkenalkan oleh Paul Hurd pada tahun 1958 dalam bukunya yang berjudul *Science Literacy: Its Meaning for American Schools* (Wasis et al., 2020). Hurd mendefinisikan literasi sains sebagai kemampuan untuk memahami konsep dan proses sains serta menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Konsep ini kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) melalui *Programme for International Student Assessment* (PISA), mendefinisikan literasi sains sebagai kemampuan individu untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, mengidentifikasi pertanyaan, serta menarik kesimpulan berbasis bukti dalam memahami dunia dan mengelola perubahan yang disebabkan oleh aktivitas manusia (OECD, 2019).

Dimensi literasi sains yang diidentifikasi oleh PISA mencerminkan sifat multidimensional dari kompetensi ini. Dalam kerangka PISA, literasi sains meliputi empat aspek utama: konteks, pengetahuan, kompetensi, dan sikap. Dimensi konteks menekankan kemampuan peserta didik untuk menerapkan pengetahuan ilmiah dalam berbagai situasi, baik dalam skala lokal maupun global. Dimensi pengetahuan melibatkan penguasaan mendalam terhadap fakta, konsep, dan teori ilmiah yang menjadi dasar sains. Dimensi kompetensi mencakup kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah, merancang investigasi ilmiah, serta menafsirkan data dan bukti secara akurat. Sedangkan dimensi sikap mencerminkan minat peserta didik terhadap sains, apresiasi terhadap metode ilmiah, serta kesadaran akan isu-isu lingkungan (OECD, 2019). Keempat dimensi ini bekerja secara sinergis dalam membentuk individu yang memiliki pemahaman sains yang utuh dan aplikatif.

Dalam kaitannya dengan pembelajaran fisika, kemampuan literasi sains memiliki peran yang fundamental untuk membantu peserta didik memahami konsep dasar, mengevaluasi informasi, melakukan eksperimen, serta menarik

kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah (Nurhasanah et al., 2020). Dengan literasi sains yang baik, mereka mampu mengaitkan teori fisika dengan kehidupan nyata, menjadikan pembelajaran lebih relevan dan bermakna, serta mempersiapkan diri menghadapi tantangan masa depan.

2.1.2 Kemampuan Literasi Sains

Kemampuan literasi sains merupakan salah satu kompetensi mendasar yang perlu dimiliki oleh peserta didik untuk menghadapi tantangan abad ke-21. *Programme for International Student Assessment* (PISA) mendefinisikan literasi sains sebagai kemampuan individu untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, mengidentifikasi pertanyaan, serta menarik kesimpulan berbasis bukti dalam memahami dunia dan mengelola perubahan yang disebabkan oleh aktivitas manusia (OECD, 2019).

Kemampuan literasi sains peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah, sebagaimana dilaporkan oleh *Programme for International Student Assessment* (PISA). Pada tahun 2022, skor literasi sains peserta didik Indonesia berada di peringkat ke-64 dari 81 negara, dengan nilai 383, yang jauh di bawah rata-rata skor ideal 489 (OECD, 2022). Kemampuan literasi sains dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik internal maupun eksternal (Agustin & Sartika, 2022). Faktor internal meliputi motivasi belajar peserta didik, minat belajar, persiapan peserta didik untuk belajar serta kebiasaan belajar. Di sisi lain, faktor eksternal seperti metode pengajaran, ketersediaan sumber belajar, dan dukungan lingkungan juga memiliki pengaruh yang signifikan. Penelitian yang dilakukan oleh Rusilowati, Astuti, dan Rahman (2019) menunjukkan bahwa bahan ajar yang kurang relevan, media pembelajaran yang tidak menarik, dan alat evaluasi yang tidak mendukung pengembangan literasi sains menjadi kendala utama dalam peningkatan literasi sains di Indonesia.

Kerangka teori yang digunakan untuk memahami dan mengukur literasi sains mengacu pada framework PISA. *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) melalui *Programme for International Student Assessment* (PISA) telah memainkan peran penting dalam mengonseptualisasikan dan mengukur kemampuan literasi sains. OECD telah mengidentifikasi tiga

kompetensi utama dalam literasi sains: menjelaskan fenomena secara ilmiah, merancang dan mengevaluasi penyelidikan secara ilmiah, serta menafsirkan data dan bukti secara ilmiah (OECD, 2019).

Tabel 2.1 Gambaran Umum Kompetensi Literasi Sains

Kompetensi	Indikator
Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Mengidentifikasi pendapat ilmiah yang valid
	Melakukan penelusuran literatur yang efektif
	Menjelaskan implikasi potensial dari pengetahuan ilmiah bagi masyarakat
Merancang dan mengevaluasi penyelidikan secara ilmiah	Membaca dan menginterpretasikan grafik dari data
	Memecahkan masalah menggunakan keterampilan kuantitatif, termasuk statistika dasar
Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah	Memahami dan menginterpretasikan statistik dasar
	Menganalisis data dan menarik kesimpulan yang tepat

Sumber: (Gormally et al., 2012)

Berdasarkan Tabel 2.1 Kompetensi dan indikator ini menunjukkan bahwa literasi sains tidak hanya tentang penguasaan teori, tetapi juga mencakup keterampilan praktis yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Framework ini juga berfungsi sebagai dasar dalam merancang evaluasi kemampuan ilmiah, yang mencakup aspek-aspek penting seperti pengetahuan konten, keterampilan investigasi, dan aplikasi prinsip-prinsip ilmiah dalam berbagai konteks (Gobel et al., 2023).

Untuk membantu mencapai ketiga kompetensi literasi sains, terdapat dua aspek utama yang berperan sebagai faktor pendukung, yaitu konteks dan pengetahuan. Konteks mengacu pada pemahaman terhadap berbagai isu yang berskala individu, lokal, nasional, maupun global yang menuntut penerapan sains dan teknologi. Sementara itu, pengetahuan mencakup penguasaan terhadap berbagai aspek ilmu sains, yang terbagi menjadi tiga kategori utama. Pertama, pengetahuan konten, yaitu pemahaman tentang fakta, konsep, dan teori ilmiah yang menjadi dasar dalam memahami fenomena alam. Kedua, pengetahuan prosedural,

yang berperan dalam mengembangkan keterampilan investigasi, seperti merancang eksperimen, menganalisis data secara kuantitatif, serta melakukan interpretasi statistik yang akurat. Ketiga, pengetahuan epistemik, yang membantu individu memahami bagaimana teori ilmiah dikembangkan, bagaimana hipotesis diuji, serta bagaimana membedakan antara fakta ilmiah dan interpretasi subjektif (OECD, 2019).

2.1.3 Pendekatan *Science Writing Heuristic* (SWH)

Pendekatan *Science Writing Heuristic* (SWH) pertama kali dikembangkan oleh Carolyn W. Keys, Brian Hand, Vaughn Prain, Susan Collins pada tahun 1999 dalam artikel mereka yang berjudul "*Using the Science Writing Heuristic as a Tool for Learning from Laboratory Investigations in Secondary Science*" yang diterbitkan dalam *Journal of Research in Science Teaching* (Keys et al., 1999). Dalam buku *Science Inquiry, Argument and Language: A Case for the Science Writing Heuristic* oleh Brian Hand, menjelaskan SWH merupakan pendekatan pembelajaran berbasis inkuiri yang dikembangkan untuk meningkatkan pemahaman konseptual secara reflektif (B. M. Hand, 2008). SWH memungkinkan peserta didik untuk berperan sebagai ilmuwan dengan melibatkan mereka dalam aktivitas laboratorium, pengamatan, diskusi, dan penyusunan laporan berbasis argumentasi (Suparman & Darmawan, 2022).

Pendekatan SWH sangat relevan dengan tren pembelajaran modern seperti *student-centered learning*. SWH memberikan ruang bagi peserta didik untuk secara mandiri merumuskan pertanyaan, menyusun hipotesis, merancang eksperimen, dan menginterpretasikan data (Kara & Kingir, 2022). Dalam konteks ini, pendekatan ini menerapkan prinsip *writing-to-learn*, yaitu penggunaan aktivitas menulis sebagai sarana untuk membangun pemahaman konsep ilmiah. Melalui penulisan laporan ilmiah, peserta didik tidak hanya merekam hasil eksperimen, tetapi juga merefleksikan proses berpikir mereka, mengaitkan temuan dengan teori yang ada, serta menyusun argumen yang valid berdasarkan data yang diperoleh (Munawaroh et al., 2020).

Langkah-langkah pendekatan SWH mencakup berbagai kegiatan peserta didik yang langsung untuk menulis, membaca, berpikir memaknai, dan

mendiskusikan konsep yang berkaitan dengan laboratorium (Keys et al., 1999). Berikut adalah penjelasan mengenai setiap tahap SWH beserta kegiatan yang dilakukan oleh guru dan peserta didik disajikan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Keterkaitan Pendekatan *Science Writing Heuristic* (SWH) dengan Kompetensi Literasi Sains

Pendekatan <i>Science Writing Heuristic</i> (SWH)	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta didik	Kompetensi Literasi Sains	Keterangan
<i>Beginning ideas</i>	Guru mengajak peserta didik untuk mendapatkan pemahaman awal mengenai konsep ilmiah yang berhubungan dengan topik yang akan dipelajari.	Peserta didik mengidentifikasi fenomena ilmiah yang relevan dengan topik yang akan dipelajari. Mereka diundang untuk mengungkapkan ide atau pengetahuan awal yang mereka miliki tentang topik tersebut.	Menjelaskan Fenomena Secara Ilmiah	Fase ini melatih kompetensi dengan mendorong peserta didik untuk mengaktifkan pengetahuan awal mereka dan mencoba merumuskannya menjadi sebuah penjelasan. Dengan mengaitkan ide pribadi ke fenomena nyata, mereka berlatih membangun kerangka awal sebuah argumen ilmiah, yang merupakan inti dari kemampuan menjelaskan fenomena.
<i>Test</i>	Guru merancang aktivitas	Peserta didik melakukan aktivitas	Merancang dan Mengevaluasi	Pada tahap ini, kompetensi merancang

Pendekatan Science Writing Heuristic (SWH)	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta didik	Kompetensi Literasi Sains	Keterangan
	sebelum praktikum, seperti brainstorming, mengajukan pertanyaan tentang topik yang akan dibahas, atau meminta peserta didik untuk mengungkapkan pengetahuan yang mereka miliki sebelumnya.	eksplorasi seperti brainstorming atau mengajukan pertanyaan tentang topik yang akan dipelajari. Mereka juga diminta untuk merumuskan hipotesis atau prediksi berdasarkan pengetahuan yang dimiliki.	aspek Penyelidikan Secara Ilmiah	penyelidikan diasah saat peserta didik mengubah pertanyaan menjadi hipotesis yang dapat diuji. Proses merumuskan prediksi memaksa mereka untuk memikirkan variabel-variabel yang relevan dan bagaimana sebuah tes dapat dirancang untuk membuktikan atau menyanggah ide mereka, yang merupakan dasar dari perancangan investigasi.
Observations	Guru mendorong peserta didik untuk terlibat dalam kegiatan inkuiri, sehingga mereka aktif dalam	Peserta didik terlibat dalam eksperimen atau pengamatan langsung terkait topik yang dipelajari. Mereka	Merancang dan Mengevaluasi Penyelidikan Secara Ilmiah	Kompetensi ini diperkuat karena peserta didik tidak hanya pasif mengikuti prosedur. Saat melakukan pengamatan, mereka secara

Pendekatan Science Writing Heuristic (SWH)	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta didik	Kompetensi Literasi Sains	Keterangan
	melakukan penyelidikan terkait materi yang dipelajari.	mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan untuk menguji hipotesis atau pertanyaan yang telah diajukan.		aktif mengevaluasi efektivitas rancangan mereka. Mereka belajar mengidentifikasi apakah data yang dikumpulkan sudah cukup dan relevan, serta apakah metode yang digunakan sudah tepat, yang merupakan bagian dari evaluasi sebuah penyelidikan
Claims	Guru membimbing peserta didik untuk menafsirkan data yang mereka peroleh, serta membantu mereka menuliskan pemikiran mereka.	Peserta didik menafsirkan data yang mereka peroleh dan menyusun klaim ilmiah berdasarkan bukti yang ditemukan. Mereka membuat kesimpulan yang didasarkan pada hasil eksperimen	Menafsirkan Data dan Bukti Secara Ilmiah	Fase ini secara langsung melatih kemampuan menafsirkan data. Peserta didik belajar untuk mengubah data mentah menjadi sebuah pernyataan bermakna (klaim). Proses ini menuntut mereka untuk menganalisis pola, tren, atau hubungan dalam

Pendekatan Science Writing Heuristic (SWH)	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta didik	Kompetensi Literasi Sains	Keterangan
		atau pengamatan.		data yang mereka kumpulkan dan menyimpulkannya dalam satu kalimat ilmiah
Evidence	Guru mendorong peserta didik untuk berdiskusi mengenai hasil data yang didapatkan, dan mengembangkan klaim atau pernyataan ilmiah yang dapat dijelaskan berdasarkan data yang telah diperoleh.	Peserta didik berdiskusi dengan teman sekelas atau kelompok untuk membandingkan data yang diperoleh dan memperkuat klaim mereka dengan bukti yang ada. Mereka mengembangkan klaim ilmiah berdasarkan hasil eksperimen.	Menafsirkan Data dan Bukti Secara Ilmiah	Di sini, kompetensi interpretasi ditingkatkan melalui argumentasi dan justifikasi. Peserta didik harus memilih data spesifik yang paling kuat untuk mendukung klaim mereka (bukti). Diskusi kelompok memaksa mereka untuk mempertahankan interpretasi mereka dan secara kritis menilai bukti yang diajukan oleh orang lain.
Reading	Guru membantu peserta didik untuk membandingkan	Peserta didik membaca literatur ilmiah atau sumber referensi yang	Menjelaskan Fenomena Secara Ilmiah	Kemampuan menjelaskan fenomena diperkaya saat peserta didik

Pendekatan Science Writing Heuristic (SWH)	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta didik	Kompetensi Literasi Sains	Keterangan
	n ide-ide mereka dengan referensi dari buku atau sumber literatur lain yang relevan.	relevan untuk memperdalam pemahaman mereka tentang topik yang sedang dipelajari. Mereka membandingkan ide-ide mereka dengan informasi yang ditemukan dalam sumber lain.		membandingkan temuan dan klaim mereka dengan teori ilmiah yang sudah ada. Fase ini membantu mereka memperbaiki miskonsepsi dan mengadopsi kosakata ilmiah yang tepat, sehingga penjelasan mereka menjadi lebih akurat, komprehensif, dan selaras dengan pengetahuan ilmiah
Reflection	Guru mengarahkan peserta didik untuk menyampaikan pemahaman mereka, misalnya dengan menyusun laporan tertulis dan	Peserta didik merefleksikan hasil eksperimen dan pemahaman mereka tentang konsep yang telah dipelajari. Mereka menyusun laporan tertulis dan	Menjelaskan Fenomena Secara Ilmiah	Refleksi adalah puncak dari proses menjelaskan. Dengan menyusun laporan atau presentasi, peserta didik dipaksa untuk mensintesis seluruh proses pembelajaran—

Pendekatan Science Writing Heuristic (SWH)	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta didik	Kompetensi Literasi Sains	Keterangan
	mempresentasikan hasilnya.	mempresentasikan hasilnya kepada kelas.		dari ide awal, data, klaim, hingga perbandingan dengan literatur—menjadi sebuah narasi yang koheren. Ini melatih mereka mengkomunikasikan pemahaman secara terstruktur
Writing	Guru melibatkan peserta didik dalam merefleksikan dan menyimpulkan pemahaman mereka tentang konsep yang mereka pelajari selama proses pembelajaran.	Peserta didik menulis kesimpulan dari eksperimen yang telah dilakukan dan menyusun laporan ilmiah yang merangkum proses pembelajaran.	Merancang dan Mengevaluasi Penyelidikan Secara Ilmiah	Menulis laporan ilmiah secara utuh memaksa peserta didik untuk merekonstruksi dan membenarkan seluruh rancangan penyelidikan mereka. Saat menulis bagian metode, mereka harus menjelaskan mengapa langkah-langkah tertentu dipilih. Di bagian kesimpulan atau diskusi, mereka

Pendekatan Science Writing Heuristic (SWH)	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta didik	Kompetensi Literasi Sains	Keterangan
				seringkali harus mengevaluasi kelemahan atau keterbatasan dari desain mereka, yang secara langsung mengasah kemampuan evaluasi

Setiap pendekatan pembelajaran memiliki kelebihan masing-masing, kelebihan pendekatan pembelajaran SWH (B. Hand et al., 2021) adalah

- Meningkatkan Pemahaman Konseptual
- Meningkatkan Pemahaman Kontekstual
- Pengembangan Pemikiran Kritis
- Keterampilan menulis yang berkembang melalui keterlibatan peserta didik dalam membangun klaim dan bukti melalui proses argumentasi.
- Peningkatan kemampuan komunikasi ilmiah.

Adapun kekurangan dari pendekatan ini adalah bahwa materi yang biasa digunakan dalam sains sekolah dasar tidak cukup untuk memungkinkan peserta didik mengamati hubungan sebab-akibat di antara konsep-konsep, sehingga diperlukan berbagai bentuk pendekatan instruksional untuk mempromosikan pemahaman dan penjelasan ilmiah peserta didik, waktu Implementasi yang Panjang, dan ketergantungan pada kompetensi guru (Kara & Kingir, 2022).

2.1.4 Sustainable Development Goals

Sustainable Development Goals (SDGs) mencakup 17 tujuan yang ditargetkan untuk dicapai pada tahun 2030, SDGs merupakan agenda global yang disepakati oleh negara-negara anggota Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) pada

tahun 2015 (Giovanni et al., 2023). Berdasarkan dari United Nations (2024) 17 tujuan SDGs tersebut terdiri dari, yaitu:.

Tabel 2.3 Tujuan SDGs pada 2030

No	Tujuan SDGs	Keterangan
1.	Menghapus Kemiskinan	Mengakhiri segala bentuk kemiskinan di seluruh dunia.
2.	Mengakhiri Kelaparan	Mengakhiri kelaparan, mencapai ketahanan pangan, dan meningkatkan nutrisi untuk semua.
3.	Kehidupan Sehat dan Sejahtera	Memastikan kehidupan yang sehat dan mendukung kesejahteraan untuk semua usia.
4.	Pendidikan Berkualitas	Memastikan akses pendidikan yang inklusif, merata, dan berkualitas untuk semua.
5.	Kesetaraan Gender	Mencapai kesetaraan gender dan memberdayakan perempuan serta anak perempuan.
6.	Air Bersih dan Sanitasi Layak	Memastikan ketersediaan dan pengelolaan air bersih serta sanitasi yang berkelanjutan untuk semua.
7.	Energi Bersih dan Terbarukan	Memastikan akses energi yang terjangkau, andal, berkelanjutan, dan modern untuk semua.
8.	Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi	Mendorong pertumbuhan ekonomi yang inklusif, berkelanjutan, dan menciptakan pekerjaan layak untuk semua.
9.	Industri, Inovasi, dan Infrastruktur	Membangun infrastruktur yang kokoh, mempromosikan industrialisasi berkelanjutan, dan mendorong inovasi.
10.	Berkurangnya Kesenjangan	Mengurangi ketimpangan dalam dan antar negara.
11.	Kota dan Permukiman Berkelanjutan	Membuat kota dan permukiman lebih inklusif, aman, tangguh, dan berkelanjutan.
12.	Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab	Memastikan pola konsumsi dan produksi yang berkelanjutan.
13.	Penanganan Perubahan Iklim	Mengambil tindakan mendesak untuk mengatasi perubahan iklim dan dampaknya.
14.	Ekosistem Laut	Melestarikan dan memanfaatkan sumber daya laut secara berkelanjutan.
15.	Ekosistem Daratan	Melindungi, memulihkan, dan mempromosikan penggunaan berkelanjutan ekosistem daratan.
16.	Perdamaian, Keadilan, dan Kelembagaan yang Tangguh	Membangun masyarakat yang damai, adil, inklusif, dan mendukung kelembagaan yang efektif.

No	Tujuan SDGs	Keterangan
17.	Kemitraan untuk Mencapai Tujuan	Memperkuat kemitraan global untuk mendukung pencapaian semua tujuan SDGs.

(United Nations, 2024)

Konsep pembangunan berkelanjutan yang diusung oleh SDGs menekankan pentingnya menjaga keseimbangan antara aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan dalam memenuhi kebutuhan generasi saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri (UNESCO, 2017). Dalam konteks ini, pendidikan memainkan peran krusial sebagai sarana untuk memperkenalkan dan menanamkan nilai-nilai SDGs kepada peserta didik. Melalui pendidikan, diharapkan peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan akademis, tetapi juga mengembangkan keterampilan dan kesadaran akan pentingnya menjaga kelestarian lingkungan untuk masa depan (Kemendikbud, 2014). Pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan menjadi pendekatan yang semakin penting dalam sistem pendidikan global, bertujuan untuk membekali peserta didik dengan kompetensi yang diperlukan untuk menghadapi tantangan keberlanjutan (Lestari et al., 2024).

Implementasi nilai-nilai SDGs dalam pendidikan tidak terbatas pada mata pelajaran tertentu, melainkan dapat diintegrasikan ke dalam berbagai disiplin ilmu. Salah satu bidang yang memiliki potensi besar untuk mengintegrasikan nilai-nilai SDGs adalah pendidikan sains, khususnya pembelajaran fisika (Latifah et al., 2023). Fisika, sebagai ilmu yang mempelajari fenomena alam dan interaksinya, memiliki keterkaitan erat dengan berbagai isu keberlanjutan yang diangkat dalam SDGs (Kiswanda et al., 2022). Dalam konteks pembelajaran fisika, integrasi nilai-nilai SDGs dapat dilakukan melalui berbagai pendekatan. Salah satunya adalah dengan mengaitkan konsep-konsep fisika dengan permasalahan lingkungan dan solusi berkelanjutan (Kiswanda et al., 2022). Misalnya, konsep energi dalam fisika dapat dihubungkan dengan upaya pengembangan energi terbarukan dan efisiensi energi, yang sejalan dengan SDGs 7 (Energi Bersih dan Terjangkau), pemahaman tentang termodinamika dapat dikaitkan dengan isu perubahan iklim dan upaya mitigasinya, yang relevan dengan SDGs 13 (Penanganan Perubahan Iklim) (Prabu Aji & Kartono, 2022).

Tabel 2.4 Keterkaitan *Sustainable Development Goals* dengan SWH dan Kemampuan Literasi Sains

<i>Science Writing Heuristic</i> (SWH)	<i>Sustainable Development Goals</i>	Contoh Konten yang Dibahas	Kemampuan Literasi Sains
Pendekatan <i>Science Writing Heuristic</i> (SWH) merupakan pembelajaran berbasis inquiry di mana peserta didik berperan sebagai ilmuwan yang merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, dan menyimpulkan temuan mereka.	SDG 7: Energi Bersih dan Terbarukan	Teknologi energi kinetik pada tangga statis dan paving kinetik yang menghasilkan listrik.	Mengembangkan kemampuan untuk menganalisis solusi ilmiah dalam menciptakan sistem energi yang efisien dan ramah lingkungan.
	SDG 9: Industri, Inovasi, dan Infrastruktur	Teknologi peredam getaran pada gedung pencakar langit seperti Tokyo Skytree dan Skye Tower. Selain itu, pada sistem peredam getaran di jembatan gantung dan struktur bangunan tinggi untuk meningkatkan keamanan kota.	Meningkatkan pemahaman tentang penerapan prinsip elastisitas bahan dalam inovasi infrastruktur.
	SDG 11: Kota dan Permukiman yang Berkelanjutan	Pemanfaatan Teknologi bangunan anti gempa di Jepang menggunakan sistem <i>Seisin</i> dan <i>Mensin</i> . tahan lama untuk permukiman di daerah rawan gempa.	Mengembangkan kemampuan untuk menganalisis solusi ilmiah dalam menghadapi bencana alam.

Dengan mengintegrasikan nilai-nilai SDGs ke dalam pembelajaran fisika, diharapkan peserta didik tidak hanya memahami konsep-konsep ilmiah, tetapi juga mengembangkan kesadaran dan komitmen terhadap pembangunan berkelanjutan. Pendekatan ini sejalan dengan visi SDGs untuk mempersiapkan generasi yang memiliki pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang diperlukan untuk menjadi agen perubahan dalam mewujudkan masa depan yang lebih berkelanjutan (Kemendikbud, 2014).

2.1.5 Materi Elastisitas bahan

a. Pengertian Elastisitas bahan

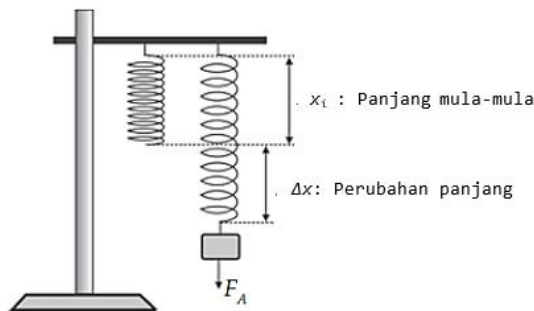


(Sumber: Antaranews.com)

Gambar 2.1 Menarik ketapel

Elastisitas adalah kemampuan suatu benda untuk kembali ke bentuk semula setelah diberi gaya. Contohnya, tali karet yang ditarik akan meregang, tetapi ketika dilepaskan, tali tersebut kembali ke bentuk awalnya. Benda yang memiliki sifat ini disebut benda elastis. Kemampuan elastis suatu bahan bergantung pada struktur mikroskopisnya, yaitu bagaimana molekul-molekul penyusunnya tersusun. Sebagian besar bahan terdiri dari atom atau molekul yang tersusun rapi dalam pola tetap. Molekul-molekul ini tetap pada posisinya karena adanya gaya tarik antarmolekul yang menjaga kestabilan bahan tersebut. Oleh karena itu, elastisitas suatu bahan terjadi sebagai hasil dari interaksi gaya-gaya antarmolekul yang menyusunnya.

b. Tegangan (Stress)



(sumber: soal-fisika-a.blogspot.com)

Gambar 2.2 Ilustrasi tegangan

Besar gaya tarik yang bekerja pada setiap satuan luas penampang permukaan kawat disebut tegangan atau stress, yang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2)$$

(Nurlina & Riskawati, 2017)

Keterangan:

σ = tegangan (N/m²)

F = Gaya tarik/tekan pada kawat (N)

A = Luas bidang yang dikenai gaya (m²).

c. Regangan (Strain)

Perbandingan antara perubahan panjang terhadap panjang semula, untuk menghitung regangan dapat dihitung dengan rumus:

$$e = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (3)$$

(Nurlina & Riskawati, 2017)

Keterangan:

e = Regangan

ΔL = Pertambahan panjang (m)

L_0 = Panjang semula (m)

Berdasarkan persamaan tersebut, strain tidak memiliki satuan karena merupakan perbandingan antara dua besaran pokok yang sama. Strain menggambarkan sejauh mana panjang benda bertambah ketika diberi gaya. Semakin besar nilai strain, semakin mudah benda tersebut mengalami perubahan panjang. Sebagai contoh, karet memiliki nilai strain yang lebih besar dibandingkan

pegas pada mobil, karena karet akan mengalami pertambahan panjang yang lebih besar meskipun diberi gaya yang relatif kecil.

d. Modulus Elastisitas atau Modulus Young

Tegangan dan regangan yang telah dibahas sebelumnya terjadi secara bersamaan. Ketika benda diberikan gaya yang searah dengan panjangnya, gaya per satuan luas menghasilkan tegangan. Dengan tegangan ini, benda akan mengalami pertambahan panjang. Jika perubahan panjangnya dibandingkan dengan panjang awal, maka akan diperoleh nilai regangan. Perbandingan antara tegangan dan regangan ini disebut modulus elastisitas, yang menggambarkan ketahanan bahan terhadap deformasi atau perubahan bentuk. Semakin besar nilai modulus elastisitas, semakin sulit benda tersebut untuk mengalami perubahan bentuk. Untuk menghitung modulus elastisitas, yang juga dikenal sebagai modulus Young, digunakan persamaan berikut:

$$Y = \frac{\sigma}{e} \quad (4)$$

(Nurlina & Riskawati, 2017)

Keterangan:

σ = tegangan (N/m²)

e = regangan

Y = modulus elastisitas (N/m² = Pascal)

Atau persamaan lain

$$Y = \frac{Fx\Delta L}{AxL_0} \quad (5)$$

(Nurlina & Riskawati, 2017)

Keterangan:

ΔL = Pertambahan panjang (m)

L_0 = Panjang semula (m)

F = Gaya (Newton) dan

A = Luas bidang yang dikenai gaya (m²)

e. Hukum Hooke (Gaya Pegas)

Ketika pegas direntangkan secara horizontal, panjang awal pegas adalah x_1 . Setelah itu, pegas ditarik dengan gaya F sehingga pegas mengalami pertambahan panjang menjadi x_2 . Pertambahan panjang pegas ini dapat dihitung sebagai $\Delta x = x_2 - x_1$. Percobaan ini pertama kali dilakukan oleh Hooke, dan hukum

yang dihasilkan dikenal dengan Hukum Hooke, yang menyatakan bahwa besar gaya tarik atau gaya tekan yang diberikan pada pegas sebanding dengan pertambahan panjang pegas.

Hukum Hooke dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$F = k\Delta x \quad (6)$$

(Nurlina & Riskawati, 2017)

dengan

F = gaya tarik atau gaya tekan pada pegas (N)

k = konstanta gaya pegas (N/m)

Δx = pertambahan panjang pegas (m)

f. Susunan Pegas

Dalam praktiknya, beberapa pegas yang digunakan dapat disusun secara seri maupun paralel.

1. Susunan Pegas secara Seri

Jika dua pegas terbuat dari bahan yang berbeda, dengan konstanta pegas k_1 dan k_2 , serta panjang masing-masing x_1 dan x_2 , disusun secara seri, maka gaya yang diberikan pada ujung susunan pegas tersebut akan dibagi di antara kedua pegas. Dalam susunan seri, gaya yang bekerja pada setiap pegas adalah sama, namun pertambahan panjang masing-masing pegas berbeda tergantung pada konstanta pegasnya.

Jika diberikan gaya F , masing-masing pegas akan mengalami pertambahan panjang sebesar Δx_1 dan Δx_2 . Karena kedua pegas menerima gaya yang sama, maka:

$$F = K_1\Delta x_1 = K_2\Delta x_2$$

$$\Delta x_1 = \frac{F}{K_1}$$

$$\Delta x_2 = \frac{F}{K_2}$$

sehingga pertambahan panjang total pegas adalah sebagai berikut.

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2$$

Jika k adalah konstanta pengganti seri pegas, diperoleh persamaan berikut.

$$F = ks\Delta x$$

$$\begin{aligned}
\frac{F}{K_S} &= \Delta x \\
\frac{F}{K_S} &= \Delta x_1 + \Delta x_2 \\
\frac{F}{K_S} &= \frac{F}{K_1} + \frac{F}{K_2} \\
\frac{1}{K_S} &= \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2}
\end{aligned} \tag{9}$$

(Nurlina & Riskawati, 2017)

2. Susunan Pegas secara Paralel

Dua pegas dengan konstanta gaya pegas k_1 dan k_2 , serta panjang x_1 dan x_2 (di mana $x_1 = x_2$), disusun secara paralel dan diberikan gaya F . Akibatnya, kedua pegas mengalami pertambahan panjang yang sama, yaitu Δx , dan gaya F terbagi menjadi dua gaya, masing-masing bekerja pada setiap pegas dengan besaran yang sesuai, sehingga besar gaya total pegas adalah sebagai berikut.

$$F = F_1 + F_2$$

$$k_p \Delta x_p = k_1 \Delta x_1 + k_2 \Delta x_2 \tag{11}$$

Adapun persamaan konstanta gaya pegas pengganti paralel adalah sebagai berikut.

$$k_p = k_1 + k_2 \tag{12}$$

Dua pegas dihubungkan dengan suatu benda. Selanjutnya, benda didorong ke kanan dengan gaya F sejauh x dari posisi setimbang, besar gaya total yang dialami benda adalah sebagai berikut.

$$F = F_{12} + F_2$$

$$F = K_1 \Delta x_1 + K_2 \Delta x_2$$

Oleh karena

$$\Delta x_1 = \Delta x_2 = \Delta x_1$$

besar gaya dorong yang bekerja pada benda dapat dinyatakan dengan persamaan seperti berikut.

$$F = K_1 \Delta x + K_2 \Delta x$$

$$F = k_1 x + k_2 x$$

$$F = (k_1 + k_2) x \tag{14}$$

(Nurlina & Riskawati, 2017)

2.2 Hasil yang Relevan

Beberapa hasil penelitian relevan dengan penelitian penulis yang berjudul “Pengaruh Pendekatan *Science Writing Heuristic* (SWH) Berbasis *Sustainable Development Goals* Terhadap Kemampuan literasi sains Peserta didik Pada Materi Hukum Elastisitas Bahan” sebagai berikut.

Penelitian yang dilakukan oleh Suparman & Darmawan, (2022), menunjukkan adanya peningkatan keterampilan komunikasi sains dan keterampilan riset peserta didik setelah penerapan pendekatan SWH. Kesimpulannya, pendekatan SWH efektif dalam meningkatkan keterampilan yang ditargetkan dalam penelitian ini.

Penelitian yang dilakukan oleh Mohzana et al., (2023) menunjukkan bahwa e-modul berbasis SWH yang dikembangkan mendapatkan tanggapan positif dari peserta didik, ahli materi dan media, menunjukkan potensinya sebagai sumber belajar yang berharga. Kesimpulannya, e-modul berbasis SWH ini efektif dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran dan dapat digunakan sebagai alat bantu yang signifikan dalam proses pendidikan.

Penelitian yang dilakukan oleh Yusmar & Fadilah, (2023) menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah, dengan berbagai faktor penyebab yang diidentifikasi. Kesimpulan dari penelitian ini menekankan pentingnya peran guru, sekolah, dan masyarakat dalam meningkatkan kemampuan literasi sains sebagai bagian dari kecakapan hidup di abad ke-21.

Penelitian yang dilakukan oleh Kiswanda et al., (2022) menunjukkan bahwa prinsip pembangunan berkelanjutan, yang mencakup pendekatan ramah lingkungan dan relevansi dengan tantangan global seperti perubahan iklim, berhasil diintegrasikan ke dalam e-Modul meningkatkan literasi sains terbukti sangat baik, dengan skor rata-rata tes literasi sains peserta didik perempuan mencapai 82% dan laki-laki 81%. Kesimpulannya, e-Modul dengan prinsip pembangunan berkelanjutan efektif sebagai alat pembelajaran yang mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) melalui pendidikan sains berbasis lingkungan.

Penelitian yang dilakukan oleh Hartati & Hariyono, (2020) menunjukkan bahwa pembelajaran fisika yang diintegrasikan dengan aksi iklim berdasarkan prinsip *Sustainable Development Goals* (SDGs) efektif dalam meningkatkan karakter peduli lingkungan peserta didik. Dengan menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing pada materi pemanasan global, penelitian ini menemukan bahwa pembelajaran ini meningkatkan kesadaran lingkungan peserta didik hingga 90,83% (kategori sangat baik). Kesimpulannya, integrasi prinsip SDGs dalam pembelajaran fisika mampu menciptakan pembelajaran yang relevan, bermakna, dan mendukung tercapainya tujuan pembangunan berkelanjutan

Berdasarkan analisis peneliti terhadap tinjauan penelitian yang relevan, teridentifikasi adanya kesenjangan di mana belum terdapat studi yang mengkombinasikan pendekatan *Science Writing Heuristic* (SWH) dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs). Penelitian ini berkontribusi untuk mengisi kesenjangan tersebut melalui kombinasi SWH dan SDGs, karena memiliki potensi untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik dalam memahami konsep fisika dan menanamkan kesadaran serta komitmen terhadap isu-isu keberlanjutan global, yang merupakan elemen krusial dari literasi sains.

2.3 Kerangka Konseptual

Berdasarkan studi pendahuluan di SMA Pasundan Cikalongkulon melalui wawancara dengan guru fisika dan peserta didik, observasi serta soal tes kemampuan literasi sains kepada peserta didik, menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains peserta didik perlu ditingkatkan. Hasil wawancara dengan guru fisika, diketahui bahwa laporan rapor pendidikan SMA Pasundan Cikalongkulon tahun 2023 yang menunjukkan penurunan capaian literasi dari (67,39%) menjadi (63,67%). Wawancara dengan peserta didik mengungkapkan bahwa mereka kesulitan memahami konsep fisika dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Observasi di kelas menunjukkan bahwa pembelajaran masih berfokus pada transfer informasi dan penurunan rumus secara matematis, tanpa melibatkan peserta didik dalam eksplorasi konsep. Data hasil tes literasi sains juga menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik berada pada kategori cukup, dengan skor rata-rata pada

setiap kompetensi, seperti menjelaskan fenomena secara ilmiah (62,07%), merancang dan mengevaluasi penyelidikan secara ilmiah (70,69%), serta menafsirkan data dan bukti secara ilmiah (65,52%).

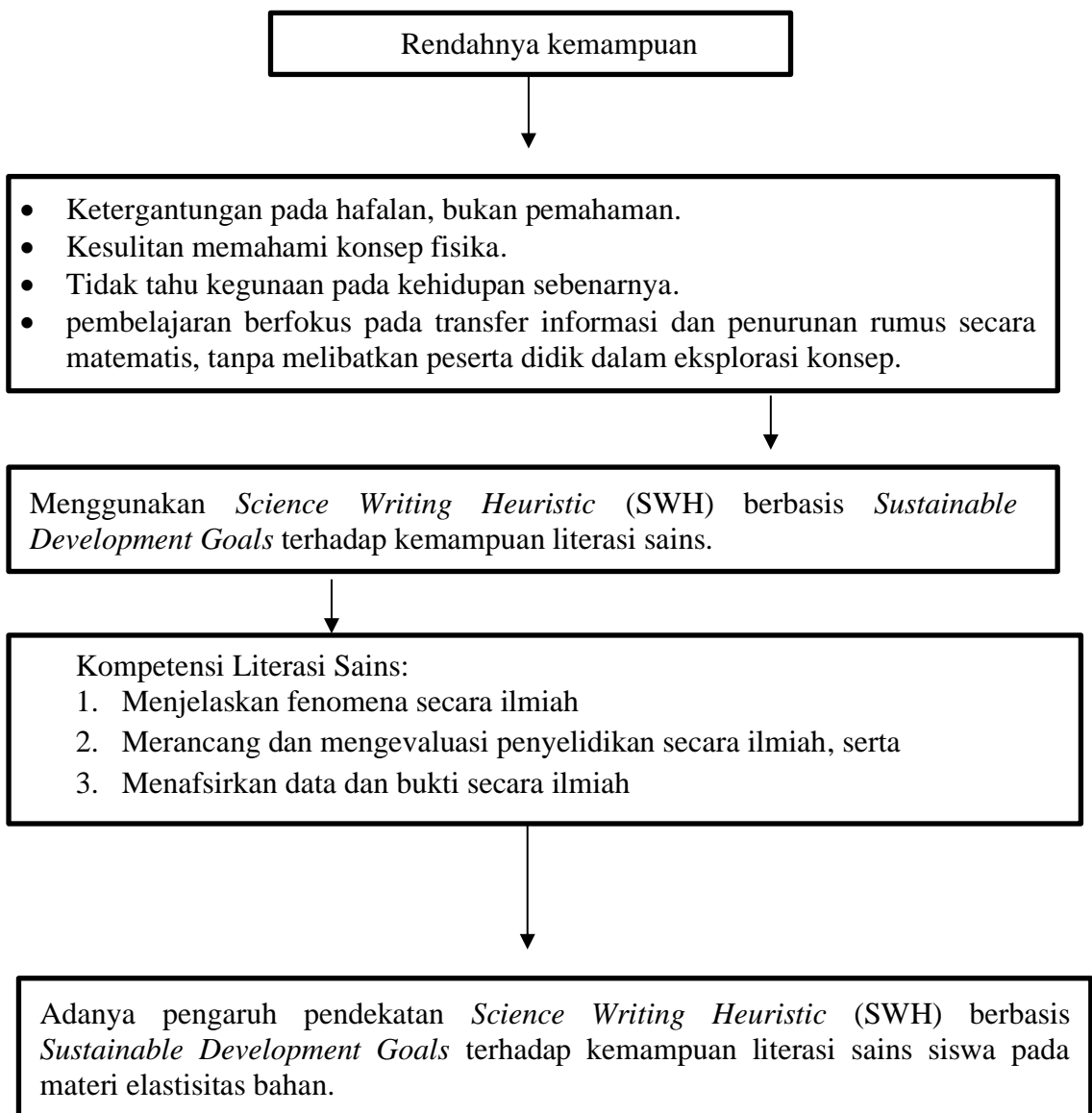
Berdasarkan permasalahan yang diperoleh dari studi pendahuluan, diperlukan inovasi dalam metode pembelajaran yang tidak hanya menekankan aspek teoritis, tetapi juga mengintegrasikan kegiatan dan aktivitas yang mendorong keterlibatan aktif peserta didik, pendekatan *Science Writing Heuristic* (SWH) menawarkan solusi inovatif, untuk meningkatkan literasi sains dengan pembelajaran berbasis inkuiri yang dikembangkan untuk meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan berpikir ilmiah peserta didik.

Pendekatan ini memiliki 8 tahap yang mendorong peserta didik untuk terlibat aktif dalam proses ilmiah, mulai dari Pendekatan SWH terdiri dari delapan sebagai berikut: 1) Ide Awal (*Beginning Ideas*), 2) Pengetesan (*Test*), 3) Pengamatan (*Observations*), 4) Klaim (*Claims*), 5) Bukti (*Evidence*), 6) Membaca (*Reading*), 7) Refleksi (*Reflection*), 8) Menulis (*Writing*). Tahap-tahap ini mencakup berbagai kegiatan peserta didik dalam mengembangkan pemahaman ilmiah, pengumpulan data, penulisan ilmiah dan berdiskusi. Hal ini mendorong peserta didik untuk aktif dalam pembelajaran dan menginternalisasi konsep-konsep ilmiah secara mendalam.

Dengan mengintegrasikan nilai-nilai *Sustainable Development Goals* dalam pendekatan ini memberikan konteks pembelajaran yang relevan, menanamkan kesadaran akan isu keberlanjutan, dan mengaitkan pembelajaran fisika dengan tantangan global, seperti mitigasi bencana dan efisiensi energi. Melalui pendekatan ini, peserta didik diajak untuk mengeksplorasi konsep-konsep fisika seperti hukum Hooke dan elastisitas dengan cara yang lebih praktis dan aplikatif, sehingga memfasilitasi keterampilan berpikir kritis dan komunikasi ilmiah.

Kompetensi kemampuan literasi sains digunakan dalam penelitian ini yaitu : 1) menjelaskan fenomena secara ilmiah, 2) merancang dan mengevaluasi penyelidikan secara ilmiah, serta 3) menafsirkan data dan bukti secara ilmiah. Peneliti memberikan *potstest* setelah melakukan proses pembelajaran untuk mengetahui peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik. Berdasarkan

penjelasan diatas, peneliti menduga adanya pengaruh pendekatan *Science Writing Heuristic* (SWH) Berbasis *sustainable development goals* terhadap kemampuan literasi sains peserta didik pada materi elastisitas bahan, Untuk lebih menggambarkan kerangka konseptual, dapat dilihat pada Gambar berikut. Kerangka konseptual penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.



(sumber: peneliti)

Gambar 2.3 Kerangka Konseptual

2.4 Hipotesis Penelitian

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

H_0 : Tidak ada pengaruh pendekatan *Science Writing Heuristic* (SWH) berbasis *Sustainable Development Goals* terhadap kemampuan literasi sains peserta didik Pada materi elastisitas bahan di kelas XI SMAS Pasundan Cikalongkulon tahun ajaran 2024/2025

H_a : Ada pengaruh pendekatan *Science Writing Heuristic* (SWH) berbasis *Sustainable Development Goals* terhadap kemampuan literasi sains peserta didik Pada materi elastisitas bahan di kelas XI SMAS Pasundan Cikalongkulon tahun ajaran 2024/2025