

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Matematika memainkan peran strategis sebagai fondasi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam era globalisasi yang ditandai oleh kemajuan pesat Revolusi Industri 4.0 dan 5.0. Sebagaimana dikemukakan oleh Carl Friedrich Gauss bahwa pada dasarnya matematika tidak hanya berkembang secara mandiri sebagai disiplin ilmu yang abstrak, tetapi juga melayani berbagai bidang lain melalui pola hubungan kuantitatifnya (Wilf, 2013). Dalam konteks abad ke-21, literasi matematis muncul sebagai salah satu keterampilan inti yang memungkinkan individu untuk bernalar secara matematis, merumuskan masalah kontekstual ke dalam representasi matematis, menerapkan konsep dan prosedur yang relevan, serta menafsirkan solusi matematis kembali ke dalam konteks kehidupan nyata (OECD, 2019). Kemampuan ini menjadi esensial dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kolaborasi, komunikasi, dan kreativitas, yang semuanya dibutuhkan untuk memecahkan permasalahan kompleks di era digital dan menginformasikan keputusan yang bertanggung jawab bagi kesejahteraan individu dan masyarakat (Voogt & Roblin, 2010).

Bersamaan dengan pentingnya literasi matematis, komitmen global terhadap pembangunan berkelanjutan telah menempatkan *sustainability consciousness* (kesadaran berkelanjutan) sebagai kompetensi esensial abad ke-21 yang tidak dapat diabaikan. Tantangan-tantangan global seperti krisis lingkungan, degradasi ekosistem, konsumsi yang tidak berkelanjutan, dan ketimpangan sosial-ekonomi, menuntut dikembangkannya kesadaran, sikap, dan perilaku yang mendukung pembangunan berkelanjutan di dimensi lingkungan, sosial, dan ekonomi (Leicht & Byun, 2021). Kesadaran ini diakui sebagai mandat internasional melalui *Sustainable Development Goal 4* (SDG 4) yang menekankan pentingnya pendidikan berkualitas yang inklusif dan merata untuk semua orang, dengan target 4.7 yang secara eksplisit menyatakan bahwa pada tahun 2030, semua peserta didik harus memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk

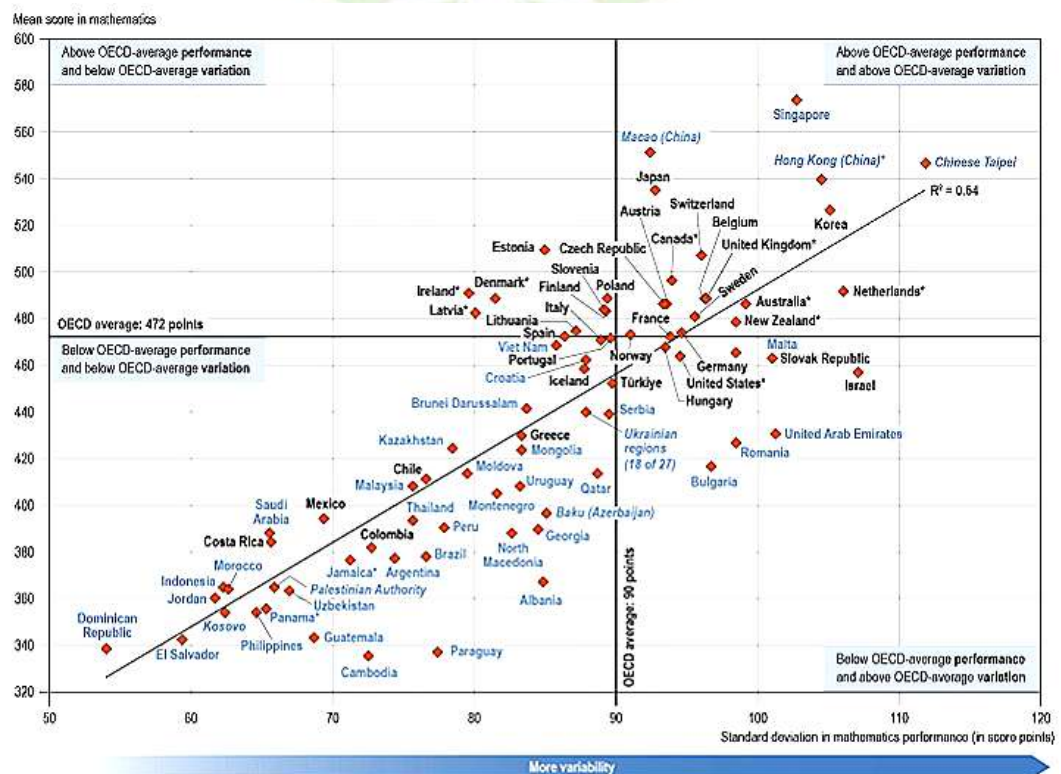
mempromosikan pembangunan berkelanjutan, termasuk melalui *Education for Sustainable Development* (ESD) (United Nations, 2015). Dalam kerangka ESD for 2030, UNESCO menekankan bahwa pendidikan harus memperkuat peran transformatif pembelajaran dalam mendukung pencapaian seluruh 17 SDGs dengan mengintegrasikan dimensi kognitif, sosio-emosional, dan perilaku ke dalam proses pembelajaran (UNESCO, 2020).

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) dalam kerangka *Programme for International Student Assessment* (PISA) mendefinisikan literasi matematis sebagai kapasitas individu untuk bernalar secara matematis serta merumuskan (*formulate*), menggunakan (*employ*), dan menafsirkan (*interpret*) matematika guna memecahkan masalah dalam berbagai konteks dunia nyata (OECD, 2019). Definisi ini menekankan bahwa literasi matematis mencakup penalaran matematis yang mendalam dan kemampuan untuk menggunakan konsep, prosedur, fakta, dan alat matematis dalam menjelaskan, memprediksi, dan memahami fenomena dunia nyata (OECD, 2019). Ketiga proses ini membentuk siklus pemodelan matematis yang memungkinkan siswa untuk terlibat dalam pemecahan masalah autentik yang bermakna, sehingga literasi matematis dipandang sebagai kompetensi esensial yang membekali siswa menjadi warga negara abad ke-21 yang konstruktif, terlibat, dan reflektif (De Lange, 2003; OECD, 2019).

Adapun *sustainability consciousness* (kesadaran berkelanjutan) didefinisikan sebagai pengalaman atau kesadaran individu terhadap fenomena pembangunan berkelanjutan yang mencakup integrasi antara dimensi kognitif dan afektif dalam memahami, merasakan, dan bertindak terhadap isu-isu keberlanjutan di tiga pilar utama yakni lingkungan, sosial, dan ekonomi. Konstruk ini dioperasionalisasikan ke dalam tiga dimensi utama yang saling terkait: pertama, pengetahuan keberlanjutan (*sustainability knowingness*), yang merujuk pada pemahaman individu tentang prinsip-prinsip fundamental pembangunan berkelanjutan, (Ariza et al., 2021; Olsson et al., 2016); kedua, sikap keberlanjutan (*sustainability attitudes*), yang mencerminkan orientasi afektif individu terhadap isu-isu pembangunan berkelanjutan; dan ketiga, perilaku berkelanjutan (*sustainability*

behavior), yang merujuk pada tindakan nyata atau kecenderungan individu untuk melakukan praktik-praktik berkelanjutan dalam kehidupan sehari-hari. Ketiga dimensi ini saling berkaitan dan membentuk konstruksi psikologis yang holistik, sesuai dengan kerangka SDGs dan ESD for 2030 (Leicht & Byun, 2021; Olsson et al., 2016).

Kendati literasi matematis dan *sustainability consciousness* secara konseptual telah diakui sebagai kompetensi esensial abad ke-21, kenyataan empiris di lapangan menunjukkan kesenjangan signifikan antara kondisi ideal dan realitas pencapaian siswa, baik di tingkat global maupun nasional. Hasil PISA 2022 yang dirilis oleh OECD mengungkapkan bahwa kinerja literasi matematis siswa secara global mengalami penurunan dan secara khusus menunjukkan bahwa mayoritas siswa di berbagai negara masih lemah dalam menyelesaikan masalah kontekstual yang menuntut kemampuan pemodelan matematis (*mathematical modeling*), hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.1 (OECD, 2023).



Gambar 1.1 Grafik Rata-Rata Skor PISA (OECD, 2023)

Berdasarkan data laporan PISA pada Gambar 1.1, kinerja literasi matematis siswa di tingkat global ditandai oleh ketimpangan capaian yang tajam,

kesenjangan skor antara kelompok siswa berkinerja tertinggi (persentil ke-90) dan terendah (persentil ke-10) melampaui 135 poin di seluruh negara peserta dengan rata-rata OECD mencapai 235 poin, bahkan menembus lebih dari 280 poin di negara-negara seperti Israel, Belanda, dan Chinese Taipei. Sebaliknya, variasi capaian terendah justru dijumpai pada negara-negara dengan skor rata-rata di bawah 370 poin seperti Republik Dominika, El Salvador, Indonesia, Yordania, dan Kosovo. Sempitnya rentang ini bukan mencerminkan pemerataan kualitas yang ideal, melainkan menunjukkan rendahnya kemampuan literasi matematis secara merata (*homogeneously low*). Kondisi ini dipertegas oleh kenyataan bahwa capaian kelompok 10% siswa terbaik di negara-negara berkinerja rendah tersebut bahkan masih berada di bawah skor rata-rata siswa negara OECD, yang membuktikan adanya krisis kompetensi dasar yang mendalam pada skala global (OECD, 2023).

Tabel 1.1 Skor Rata-Rata PISA

	<i>Mean performance in mathematics (overall mathematics scale)</i>	<i>Mean performance on each mathematics-process subscale</i>			
		<i>Formulating</i>	<i>Employing</i>	<i>Interpreting</i>	<i>Reasoning</i>
OECD Average	472	469	472	474	473
Indonesia	366	362	365	363	354

(OECD, 2023)

Adapun dalam konteks Indonesia, data PISA 2022 seperti dalam Tabel 1.1 menunjukkan bahwa skor literasi matematis siswa Indonesia hanya mencapai 366 poin dan pada aspek *formulating* dalam indikator literasi matematis baru menyentuh 362 poin, *employing* menyentuh 365 poin, dan *interpreting* 363 poin (OECD, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa dari perolehan skor ketiga indikator tersebut, kemampuan literasi matematis siswa masih berada di bawah rata-rata global. Selain itu, analisis distribusi pencapaian berdasarkan OECD juga menunjukkan bahwa persentase siswa Indonesia yang mampu mencapai Level 2 atau lebih tinggi dalam literasi matematis tingkat minimum baru sebanyak 18%, hal ini menunjukkan kemampuan dasar untuk menginterpretasi dan mengenali

situasi matematis yang sederhana dibandingkan dengan rata-rata OECD sebesar 69% (Darmawan et al., 2024; OECD, 2023). Temuan ini mengkonfirmasi bahwa mayoritas siswa Indonesia masih belum mampu menerapkan pengetahuan matematis dasar untuk memecahkan masalah kontekstual yang bermakna (Putriani et al., 2025).

Riset-riset nasional yang mendalami proses penyelesaian soal PISA oleh siswa Indonesia mengungkapkan pola kesalahan yang konsisten dan sistematis. Wulandari dkk. (2025) dalam penelitiannya terhadap siswa SMP kelas VIII dalam menyelesaikan soal kontekstual PISA menemukan bahwa kesalahan siswa terutama berasal dari ketidakmampuan siswa untuk menafsirkan solusi matematika dalam konteks dunia nyata, memvalidasi jawaban mereka, dan membangun argumen logis yang baik, di samping kesulitan dalam penalaran spasial-temporal.

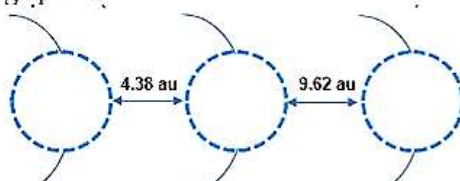
Berdasarkan riset pada jawaban siswa untuk soal susunan tower dalam penelitian Wulandari et al. (2025), indikator yang paling cenderung muncul adalah *structuring* dan *solving*. Namun, indikator yang paling jarang atau tidak muncul adalah *validating*. Hampir semua jawaban siswa tidak menunjukkan adanya upaya untuk memeriksa kembali atau menilai kewajaran jawaban mereka terhadap konteks soal. Selain itu, *interpreting* dan *mathematization* juga belum konsisten muncul dalam semua jawaban. Beberapa siswa belum mengaitkan hasil perhitungan mereka dengan konteks soal secara jelas atau tidak mengubah informasi visual menjadi model matematika yang eksplisit (Wulandari et al., 2025).

Pada tahap menggunakan model, PISA mengharapkan siswa menerapkan prosedur dan penalaran matematis yang sesuai terhadap model, termasuk memilih strategi, melakukan perhitungan, dan memanipulasi representasi dengan benar (OECD, 2023). Dalam penelitian Wulandari et al. (2025), sebagian siswa mampu melakukan perhitungan rutin ketika struktur matematikanya sudah jelas, tetapi sering salah memilih strategi atau operasi karena model awalnya tidak sesuai dengan konteks. Pada tahap menginterpretasikan hasil, ditemukan siswa berhenti pada jawaban numerik dan gagal mengungkapkan makna hasil dalam bahasa

konteks ilmiah (misalnya menyatakan kembali jarak planet dalam kalimat yang menjelaskan posisi atau makna fisiknya).

Adapun soal yang diujikan merupakan soal PISA *Problem Context Scientific* dan diukur menggunakan indikator kemampuan literasi matematis menurut OECD (2023), yaitu: 1) *Formulate*, 2) *Employ*, dan 3) *Interpret*. Gambar 1.2 merupakan soal nomor satu dalam tes PISA 2022 pada konteks saintifik.

Lihat bagian "Sistem Tata Surya" di sebelah kanan.
Model berikut menunjukkan jarak rata-rata antara tiga planet.



Berdasarkan jarak yang diberikan, planet mana saja yang tepat untuk melengkapi model tersebut? Seret tiga planet yang benar ke dalam urutan yang tepat. Untuk mengubah jawaban, seret keluar planet yang sudah dipilih terlebih dahulu.


Mercury


Venus


Earth


Mars


Jupiter


Saturn


Uranus

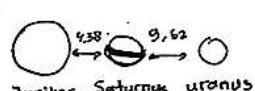

Neptune

SISTEM TATA SURYA
Tabel di bawah menunjukkan jarak rata-rata dari Matahari ke planet-planet utama dalam Satuan Astronomi (au).
1 au kira-kira setara dengan 150 juta kilometer.

Planet	Jarak rata-rata dari Matahari dalam au
Merkurius	0,39
Venus	0,72
Bumi	1,00
Mars	1,52
Jupiter	5,20
Saturnus	9,58
Uranus	19,20
Neptunus	30,05

Gambar 1.2 Soal PISA 2022 Nomor 1

Adapun salah satu jawaban yang diberikan oleh salah satu siswa dalam menyelesaikan soal tersebut pada Gambar 1.3.



Saturn Jupiter
 $9,58 - 5,20 = 4,38 \text{ au}$
 Uranus Saturn
 $19,20 - 9,58 = 9,62 \text{ au}$

Gambar 1.3 Jawaban Siswa Soal PISA 2022 Nomor 1

Jawaban siswa pada nomor satu dalam Gambar 1.3 menunjukkan bahwa siswa memiliki kemampuan yang baik dalam indikator *formulate* yakni mengenali

struktur matematis dari konteks nyata tata surya. Pada indikator *employ* juga siswa mampu mengekstraksi data jarak pada tabel (dalam satuan au) dan memodelkan permasalahan tersebut sebagai operasi selisih jarak antarplanet yang sesuai dengan interval pada diagram. Namun demikian, pada aspek *interpreting*, siswa belum menunjukkan refleksi tingkat lanjut. Siswa cenderung berhenti pada pencocokan angka tanpa memvalidasi kembali apakah susunan tersebut masuk akal secara astronomis atau menguji kemungkinan konfigurasi urutan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa penguasaan siswa dominan pada proses *formulate* dan *employ*, sementara proses evaluasi kritis masih perlu dioptimalkan.

Lihat kembali bagian "Sistem Tata Surya". Klik pada salah satu pilihan untuk menjawab pertanyaan.

Secara rata-rata, kira-kira berapa juta kilometer jarak planet Neptunus dari Matahari?

- 5 juta km
- 30 juta km
- 180 juta km
- 4500 juta km

Gambar 1. 4 Soal PISA 2022 Nomor 2

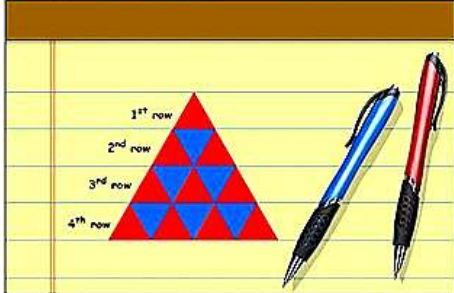
Pada soal nomor dua seperti terlihat pada Gambar 1.4, siswa diminta untuk menentukan jarak planet Neptunus dari Matahari dengan satuan km. Berikut salah satu jawaban siswa untuk soal nomor dua yang telah dikerjakan pada Gambar 1.5.

Jarak rata-rata NEPTUNUS dari matahari 4.500 juta km
 karena jarak NEPTUNUS ~~ke~~ matahari 30,05 au sedangkan 1 au sama dengan 150 juta km
 dan jarak NEPTUNUS ke matahari 30,05 au tinggal dikali
 $150 \times 30 = 4.500$ juta km

Gambar 1. 5 Jawaban Siswa Soal PISA 2022 Nomor 2

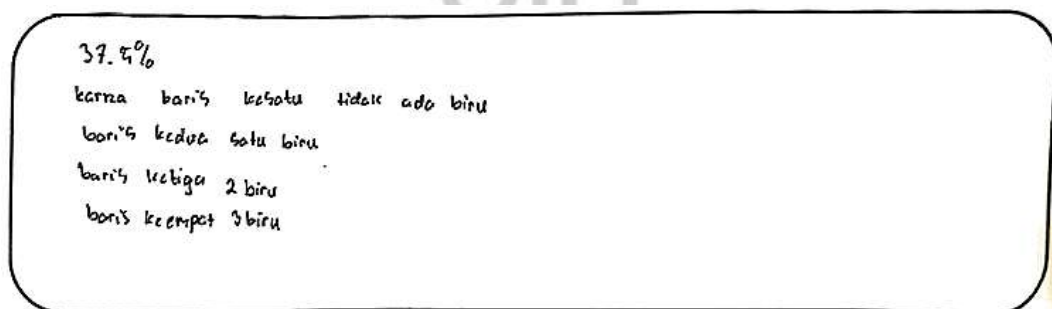
Salah satu siswa mampu mengidentifikasi aspek matematis dari konteks astronomi yang disajikan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.5. Siswa mengekstraksi data yang relevan dari tabel dan teks pengantar, yaitu jarak Neptunus sebesar 30,05 au serta faktor konversi $1 \text{ au} \approx 150 \text{ juta km}$. Dari informasi tersebut, siswa memformulasikan model hubungan proporsional untuk mengonversi satuan. Selain itu, siswa juga menunjukkan keterampilan komputasi dan prosedur aritmetika yang tepat. Siswa mengeksekusi operasi perkalian serta

menggunakan penalaran estimasi untuk mencocokkan hasil perhitungan ke opsi jawaban terdekat yang tersedia. Hal ini memperlihatkan kemampuan manipulasi data numerik yang baik. Pada tahap interpretasi, siswa mampu menarik kesimpulan kontekstual dari hasil hitungan numerik bahwa jarak rata-rata Neptunus ke Matahari adalah sekitar 4500 juta km, lalu memilih opsi yang sesuai.

<i>Lihat bagian "Pola Segitiga" di sebelah kanan. Klik pada salah satu pilihan untuk menjawab pertanyaan.</i> Berapa persentase segitiga yang berwarna biru pada empat baris pertama pola buatan Alex tersebut? • 37,5% • 50,0% • 60,0% • 62,5%	POLA SEGITIGA Alex menggambar pola segitiga berwarna merah dan biru berikut ini. Empat baris pertama dari pola tersebut ditunjukkan di bawah ini. 
--	---

Gambar 1.6 Soal PISA 2022 Nomor 3

Pada soal nomor tiga dalam Gambar 1.6, siswa diminta untuk menyelesaikan soal mengenai pola segitiga. Berikut salah satu jawaban siswa untuk soal nomor tiga yang telah dikerjakan pada Gambar 1.7.



Gambar 1.7 Jawaban Siswa Soal PISA 2022 Nomor 3

Salah satu siswa memberikan jawaban seperti pada Gambar 1.7, hal ini menunjukkan upaya perumusan masalah secara parsial. Siswa mampu mengenali pola visual dengan mencacah jumlah segitiga biru di setiap baris (0, 1, 2, dan 3), namun gagal merumuskan struktur matematis secara menyeluruh mengenai konsep perbandingan bagian terhadap keseluruhan (*part-to-whole*). Siswa tidak memodelkan hubungan antara jumlah segitiga biru terhadap total seluruh segitiga

(1 + 3 + 5 + 7 = 16), sehingga formulasi matematis untuk persentase, $P = \frac{\text{segitiga biru}}{\text{total segitiga}} \times 100\%$, tidak terbentuk dengan jelas. Kelemahan pada tahap formulasi berdampak langsung pada proses penerapan prosedur matematika. Meskipun siswa memperoleh jumlah segitiga biru sebanyak 6 buah, tidak terdapat langkah kerja atau prosedur aritmetika pembagian dan perkalian pecahan untuk menghitung persentase. Siswa langsung menuliskan hasil 37,5% tanpa menyertakan prosedur manipulasi numerik. Hal ini menandakan bahwa penalaran matematis prosedural belum ditunjukkan secara sistematis. Pada tahap interpretasi, ketercapaian siswa sangat minim. Siswa tidak menginterpretasikan nilai 37,5% kembali ke konteks pola geometris yang digambar Alex, melainkan hanya menjadikannya angka akhir tanpa makna kontekstual. Berdasarkan temuan tersebut secara keseluruhan, siswa tidak melalui siklus literasi matematis secara utuh: proses *formulate* terhambat karena ketidakmampuan membaca pola barisan, proses *employ* dilewati tanpa komputasi, dan proses *interpret* hanya bertumpu pada spekulasi kualitatif tanpa validasi matematis.

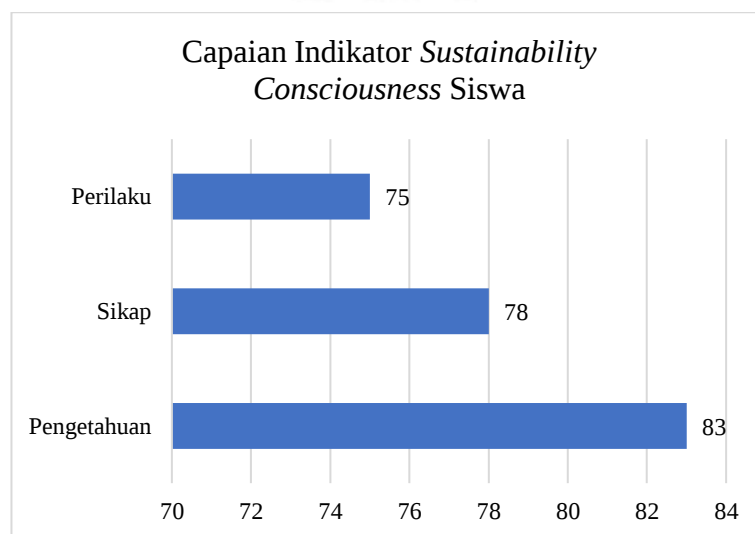
Studi oleh Putriani et al. (2025) mengkonfirmasi kesulitan utama siswa terletak pada ketidakmampuan mentransformasikan masalah dunia nyata ke representasi matematis dan menginterpretasikan hasil secara kontekstual. Hasil riset Putriani dkk. (2025) mengkonfirmasi bahwa alih-alih menjalankan siklus literasi matematis secara utuh, sebagian besar siswa hanya mengoperasikan indikator terbatas dari siklus yang literasi matematis yang didefinisikan dalam kerangka PISA. Penelitian lainnya dari Ellianti et al. (2024) menemukan bahwa kemampuan literasi siswa hanya berada pada Level 1–3, sedangkan pada Level 1–2, siswa hanya dapat menyelesaikan soal yang sangat familiar dengan prosedur langsung. Adapun pada Level 3 baru sebagian kecil siswa mampu memilih strategi yang tepat untuk soal yang sedikit dimodifikasi.

Sejalan dengan itu, materi statistika dan peluang merupakan kompetensi esensial dalam elemen Analisis Data dan Peluang pada Capaian Pembelajaran Matematika Fase D dalam Kurikulum Merdeka. Materi ini menekankan kemampuan peserta didik untuk merumuskan pertanyaan, mengumpulkan,

menyajikan, dan menganalisis data, serta menggunakan peluang dalam memprediksi kejadian untuk pengambilan keputusan yang tepat (Kemendikbudristek, 2022). Penguasaan konsep statistika pada tingkat ini menjadi krusial karena menuntut siswa mengaplikasikan seluruh komponen literasi matematis, mulai dari merumuskan hingga menginterpretasikan fenomena berbasis data (OECD, 2023).

Tidak hanya tantangan pada aspek kognitif saja, kondisi *sustainability consciousness* siswa Indonesia juga menunjukkan fenomena yang mengkhawatirkan. Meskipun pengetahuan dan sikap siswa terhadap isu keberlanjutan relatif positif, terdapat kesenjangan signifikan antara dimensi kognitif-afektif dan dimensi perilaku berkelanjutan (Hasanah et al., 2024; Teather & Etterson, 2023).

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas terkait kendala *sustainability consciousness* siswa, peneliti menyebarkan angket *sustainability consciousness* kepada 23 siswa di SMP Karya Pembangunan 10 Kota Bandung. Adapun angket tersebut disusun berdasarkan tiga dimensi utama yang diukur dalam *sustainability consciousness* yaitu: 1) Pengetahuan/*knowingness*, 2) Sikap/*attitudes*, dan 3) Perilaku/*behavior* (Gericke et al., 2019). Hasil perolehan angket siswa dalam persentase setiap indikator yakni ditunjukkan pada Gambar 1.8.



Gambar 1.8 Grafik Capaian Indikator *Sustainability Consciousness* Siswa

Berdasarkan Gambar 1.8, persentase capaian pada indikator pengetahuan sebesar 83%, indikator sikap sebesar 78%, dan indikator perilaku sebesar 75%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa indikator kedua dan ketiga masih memiliki persentase yang lebih rendah dibanding indikator pertama. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun memiliki pengetahuan utama terkait pikiran dan gagasan kesadaran berkelanjutan, sebagian siswa masih belum memiliki sikap tentang kesadaran berkelanjutan terkait perasaan dan emosional serta belum melakukan perilaku tentang kesadaran berkelanjutan terkait tindakan untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan.

Penelitian Kelfina et al. (2025) terhadap siswa SMA di Indonesia juga menemukan pola serupa. Kesenjangan tersebut terlihat pada aspek perilaku yang memerlukan komitmen jangka panjang atau partisipasi kolektif dibandingkan dengan perilaku individual sederhana seperti mematikan lampu atau mendaur ulang sampah (Teather & Etterson, 2023). Fenomena ini mengindikasikan bahwa pendidikan keberlanjutan di Indonesia perlu lebih mentransformasi kesadaran siswa menjadi tindakan nyata, sehingga diperlukan pendekatan pembelajaran untuk memfasilitasi pengalaman autentik yang menghubungkan pengetahuan, sikap, dan perilaku berkelanjutan dalam konteks yang relevan dengan kehidupan siswa (Berglund et al., 2014; Leicht & Byun, 2021).

Pembelajaran matematika yang selama ini dominan diterapkan di banyak sekolah, termasuk di Indonesia, masih bercorak *teacher-centered*, yakni guru menjadi satu-satunya sumber pengetahuan dan siswa berperan pasif sebagai penerima informasi (Masjudin, 2024). Pola ini umumnya terwujud dalam bentuk pembelajaran *direct instruction* yang mengutamakan penyampaian materi secara sistematis dan terarah oleh pendidik, disertai dengan latihan terencana, demonstrasi, dan umpan balik untuk memastikan penguasaan informasi dan keterampilan tertentu (Joyce & Calhoun, 2024). Meskipun efektif membantu siswa memahami prosedur dan konsep dasar secara efisien, kegiatan belajar cenderung bersifat prosedural, terfokus pada penyelesaian soal-soal rutin yang bersifat algoritmik (Maryani & Widjajanti, 2020). Selain itu, pembelajaran matematika umumnya tidak terintegrasi lintas disiplin, padahal tantangan abad ke-

21 menuntut kemampuan mengintegrasikan berbagai pengetahuan untuk memecahkan masalah autentik (Kartikaningtyas et al., 2025).

Sejumlah studi melaporkan bahwa pengajaran sering memprioritaskan latihan perhitungan dan masalah abstrak, kurang relevan dengan masalah dunia nyata sedangkan kurikulum nasional Indonesia mengamanatkan bahwa pendidikan matematika harus relevan dengan kebutuhan kehidupan nyata. Sementara banyak buku teks berisi sedikit tugas berbasis konteks sehingga menghasilkan metode pengajaran yang tidak memenuhi kebutuhan siswa (Hamin et al., 2025; Wijaya, 2015). Kondisi ini memperkuat temuan bahwa praktik pembelajaran konvensional belum mampu menumbuhkan kemampuan pemodelan matematis, berpikir kritis, dan keterampilan abad ke-21 yang menjadi prasyarat utama bagi penguatan literasi matematis dan *sustainability consciousness* siswa.

Dalam menjawab keterbatasan pembelajaran konvensional tersebut, pendekatan STEM dan *Model Eliciting Activities* (MEAs) muncul sebagai dua kerangka teoretis yang saling melengkapi dan sangat relevan untuk digunakan sebagai solusi pedagogis. Pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) muncul sebagai pendekatan strategis yang mengintegrasikan empat disiplin ilmu tersebut untuk melibatkan siswa dalam pemecahan masalah autentik yang berkaitan dengan dunia nyata dan kebutuhan masyarakat abad ke-21 (James & Singer, 2016). Pendidikan STEM didefinisikan oleh Bybee (2013) dan Moore et al. (2014) sebagai pembelajaran yang mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika melalui pengalaman belajar multidisipliner dan interdisipliner yang berfokus pada pemecahan masalah dunia nyata, sehingga siswa didorong untuk menghubungkan konsep lintas disiplin dalam merancang solusi terhadap persoalan autentik yang kompleks (Bybee, 2013; Moore et al., 2014).

Kerangka integrasi STEM yang dikembangkan Moore et al. (2014) menekankan bahwa tugas belajar sebaiknya dikaitkan dengan konteks kehidupan nyata, mendorong desain rekayasa, menuntut penggunaan konsep matematika secara eksplisit sebagai alat analitis, dan mengembangkan keterampilan abad ke-21, sehingga sangat relevan untuk membangun literasi matematis dalam konteks

ESD (*Education for Sustainable Development*). Dalam hal ini, STEM membuka peluang untuk mengintegrasikan isu-isu keberlanjutan secara natural ke dalam pembelajaran matematika, sehingga siswa dapat melihat matematika sebagai alat konkret untuk menganalisis dan memecahkan masalah keberlanjutan yang relevan dengan kehidupan mereka.

Dalam konteks pedagogis, *Model Eliciting Activities* (MEAs) muncul sebagai model pembelajaran berbasis pemodelan matematis yang sejalan dengan prinsip-prinsip pendidikan STEM dan tuntutan literasi matematis. MEAs adalah aktivitas pembelajaran yang dirancang untuk mendorong siswa secara aktif membangun model matematis guna menginvestigasi dan memecahkan masalah dunia nyata yang kompleks dan bermakna (Lesh & Doerr, 2003). Keunggulan MEAs terletak pada prinsip-prinsip desainnya, yaitu: (1) *reality principle* (masalah harus realistis dan bermakna bagi siswa); (2) *model construction principle* (siswa diminta membangun model matematis yang eksplisit); (3) *self-assessment principle* (siswa mengevaluasi kualitas model mereka sendiri); (4) *model documentation principle* (siswa mendokumentasikan pemikiran mereka secara tertulis); dan (5) *model generalization principle* (model yang dibangun dapat digeneralisasi ke situasi lain) (Chamberlin & Moon, 2008).

Berbagai penelitian terdahulu mendukung efektivitas pendekatan STEM dan MEAs dalam meningkatkan kemampuan literasi matematis siswa. Anggraeni dan Syafira (2024) menunjukkan bahwa integrasi STEM-PjBL secara signifikan meningkatkan kemampuan siswa dalam merumuskan, menafsirkan, dan mengevaluasi masalah matematis. Selain itu, studi tentang MEAs menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah (Juniantari et al., 2019), kemampuan representasi matematis, dan kemampuan penalaran matematis siswa. Dalam konteks STEM, penelitian mengungkap bahwa siswa kelas VIII SMP yang belajar melalui MEAs dengan pendekatan STEM mengalami kesulitan dalam proses pemodelan matematis pada tujuh kategori, yaitu: memahami masalah, membangun model, menggunakan matematika, menjelaskan hasil, bekerja dalam kelompok, memverifikasi model yang dibuat, dan manajemen waktu (Febriani et al., 2024; Kurt & Deniz, 2022).

Meskipun sejumlah penelitian telah mengkaji efektivitas STEM dan MEAs secara terpisah, masih terdapat celah penelitian (*research gap*) yang signifikan. Pertama, penelitian MEAs di Indonesia difokuskan pada jenjang siswa SMP yang mengintegrasikan MEAs dengan pendekatan STEM dan dua variabel dependen sekaligus masih sangat terbatas. Kedua, meskipun beberapa studi mengkaji MEAs dalam konteks STEM, belum ada penelitian yang secara eksplisit mengembangkan desain pendekatan pembelajaran STEM dengan MEAs yang secara simultan menargetkan peningkatan literasi matematis dan *sustainability consciousness* siswa SMP melalui isu-isu kontekstual keberlanjutan. Ketiga, penelitian-penelitian sebelumnya cenderung mengukur satu aspek kognitif tanpa mengintegrasikan pengukuran terhadap dimensi afektif-behavioral seperti *sustainability consciousness* yang sangat relevan dengan tuntutan SDGs dan Kurikulum Merdeka di Indonesia (Kurt & Deniz, 2022).

Berdasarkan uraian fenomena global dan nasional, landasan teoretis, serta kesenjangan penelitian di atas, penelitian ini bertujuan mengisi celah tersebut dengan mengembangkan dan menguji efektivitas Pendekatan STEM dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs) terhadap kemampuan literasi matematis dan *sustainability consciousness* siswa SMP. Adapun materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah statistika dan peluang. Penentuan materi ini didasarkan pada pandangan bahwa statistika dan peluang merupakan topik yang kaya akan konteks kehidupan sehari-hari, karena menuntut kemampuan pemodelan matematis berbasis data nyata serta sangat potensial diintegrasikan dengan isu keberlanjutan (Setiawan, 2019). Berdasarkan pemaparan tersebut, penelitian ini berjudul "Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs) Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Matematis dan *Sustainability Consciousness* Siswa".

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka peneliti merumuskan beberapa permasalahan diantaranya :

1. Apakah pencapaian kemampuan literasi matematis siswa yang menggunakan pendekatan pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs) lebih baik daripada siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional?
2. Apakah peningkatan kemampuan literasi matematis siswa yang menggunakan pendekatan pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs) lebih baik daripada siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional?
3. Apakah peningkatan *sustainability consciousness* siswa yang menggunakan pendekatan pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs) lebih baik daripada siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pencapaian kemampuan literasi matematis siswa yang menggunakan pendekatan pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs) lebih baik daripada siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional.
2. Untuk mengetahui peningkatan kemampuan literasi matematis siswa yang menggunakan pendekatan pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs) lebih baik daripada siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional.
3. Untuk mengetahui peningkatan *sustainability consciousness* siswa yang menggunakan pendekatan pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs) lebih baik daripada siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dirumuskan, manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Manfaat Teoritis

Secara teoretis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian keilmuan di bidang pendidikan matematika, khususnya yang berkaitan dengan penerapan *Model Eliciting Activities* (MEAs) berbasis STEM dalam pembelajaran matematika. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi konseptual dalam mengintegrasikan pembelajaran matematika dengan penguatan *sustainability consciousness*, sehingga memperluas kajian literasi matematis yang tidak hanya berorientasi pada aspek kognitif, tetapi juga pada kesadaran siswa terhadap isu keberlanjutan.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Siswa

Penelitian ini diharapkan dapat membantu siswa dalam meningkatkan kemampuan literasi matematis, khususnya dalam merumuskan, menerapkan, dan menafsirkan matematika pada permasalahan kontekstual. Selain itu, penerapan pembelajaran MEAs dengan pendekatan STEM diharapkan mampu menumbuhkan *sustainability consciousness* siswa, sehingga siswa memiliki kesadaran dan sikap yang lebih positif terhadap isu-isu keberlanjutan dalam kehidupan sehari-hari.

b. Bagi Guru

Hasil penelitian ini dapat menjadi alternatif model pembelajaran yang dapat digunakan guru untuk mengembangkan pembelajaran matematika yang lebih kontekstual, bermakna, dan berorientasi pada penguatan literasi matematis.

c. Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi empiris dan metodologis bagi peneliti selanjutnya yang tertarik mengkaji penerapan *Model Eliciting Activities* (MEAs), pendekatan STEM, literasi matematis, maupun *sustainability consciousness* pada konteks dan jenjang pendidikan yang berbeda.

E. Kerangka Berpikir

Dalam konteks pendidikan abad ke-21, literasi matematis telah diakui secara global sebagai kompetensi esensial yang melampaui kemampuan komputasi prosedural, yaitu kapasitas individu untuk bernalar secara matematis dan merumuskan, menggunakan, serta menafsirkan matematika dalam memecahkan masalah kontekstual yang beragam, sehingga individu mampu membuat keputusan yang terinformasi dan penilaian yang esensial untuk menjadi warga negara yang konstruktif dan terlibat aktif (OECD, 2023). Selain itu, komitmen global terhadap pembangunan berkelanjutan telah menempatkan *sustainability consciousness* (kesadaran berkelanjutan) sebagai kompetensi yang sama pentingnya, sebagaimana dimanifestasikan dalam *Sustainable Development Goal* 4, khususnya target 4.7, yang secara eksplisit menyatakan bahwa seluruh peserta didik harus memperoleh pengetahuan dan keterampilan untuk mempromosikan pembangunan berkelanjutan, termasuk melalui *Education for Sustainable Development* (ESD), gaya hidup berkelanjutan, hak asasi manusia, kesetaraan gender, dan kewarganegaraan global (United Nations, 2015; UNESCO, 2020).

Realitas empiris menunjukkan berbagai temuan bahwa kemampuan literasi matematis siswa Indonesia yang tercermin dari hasil asesmen internasional dan nasional mengindikasikan lemahnya kemampuan siswa dalam kemampuan literasi matematis (Wulandari et al., 2025). Riset mendalam terhadap proses penyelesaian soal PISA oleh siswa Indonesia menunjukkan pola kesalahan yang konsisten yakni siswa lemah dalam merumuskan masalah kontekstual ke model matematis dan dalam menafsirkan hasil matematis kembali ke konteks nyata (Putriani et al., 2025; Wulandari et al., 2025). Adapun meskipun sebagian mampu menerapkan prosedur matematis, hal itu sering dilakukan tanpa pemahaman kontekstual yang memadai (Putriani et al., 2025). Temuan ini mengindikasikan bahwa mayoritas siswa Indonesia tidak menjalani siklus pemodelan matematis secara utuh, melainkan hanya mengoperasikan fragmen terbatas dari siklus tersebut, sehingga profil kemampuan literasi matematis yang didefinisikan dalam kerangka PISA masih belum tercapai seutuhnya.

Studi mengenai *sustainability consciousness* siswa SMA di Indonesia juga menemukan bahwa meskipun pengetahuan dan sikap terhadap keberlanjutan berada pada kategori sedang hingga positif, perilaku berkelanjutan yang nyata masih rendah, sehingga tampak adanya kesenjangan antara pemahaman dan Tindakan (Kelfina et al., 2025). Kesenjangan ini terutama terlihat pada aspek perilaku yang memerlukan komitmen jangka panjang atau partisipasi kolektif (Teather & Etterson, 2023). Kondisi ini mengisyaratkan bahwa pembelajaran matematika yang berlangsung saat ini belum optimal dalam mengembangkan kemampuan literasi matematis yang bermakna dan belum terintegrasi secara sistematis dengan tujuan pembentukan kesadaran berkelanjutan siswa (Bilad et al., 2024).

Dari perspektif pedagogis, rendahnya literasi matematis dan *sustainability consciousness* siswa dapat ditelusuri kepada karakteristik pembelajaran matematika konvensional yang masih dominan diterapkan di Indonesia. Pembelajaran konvensional umumnya berciri *teacher-centered* yang mengandalkan guru sebagai satu-satunya sumber pengetahuan dan siswa berperan pasif sebagai penerima informasi, sehingga interaksi belajar cenderung satu arah dan tidak memberi ruang cukup bagi eksplorasi pengetahuan mandiri oleh siswa (Sugilar, 2013). Akibatnya, siswa terbiasa menghafal algoritma dan menyelesaikan soal-soal rutin yang bersifat algoritmik, tetapi kesulitan ketika dihadapkan pada masalah kontekstual non-rutin yang menuntut kemampuan literasi matematis dalam situasi autentik (Boaler, 2016). Lebih lanjut, pembelajaran matematika umumnya tidak terintegrasi lintas disiplin, sehingga konsep matematika diajarkan secara terpisah dari sains, teknologi, dan konteks rekayasa, padahal tantangan abad ke-21 menuntut kemampuan mengintegrasikan berbagai pengetahuan untuk memecahkan masalah autentik yang kompleks (Bybee, 2013; Moore et al., 2014).

Kesenjangan antara tuntutan literasi matematis dan praktik pembelajaran konvensional dapat dipahami melalui teori pemodelan matematis dan teori konstruktivisme sosial. Menurut teori pemodelan matematis, literasi matematis berkembang melalui siklus pemodelan yang melibatkan proses merumuskan

masalah nyata ke model matematis, menggunakan model tersebut untuk menyelesaikan masalah, menafsirkan hasil matematis kembali ke konteks nyata, dan memvalidasi kesesuaian model dengan realitas (Lesh & Doerr, 2003). Namun, pembelajaran konvensional cenderung melewati tahap-tahap krusial ini, terutama tahap merumuskan dan menafsirkan, sehingga siswa tidak mengalami siklus pemodelan matematis secara utuh dan tidak mengembangkan kemampuan literasi matematis yang sejati (Niss & Blum, 2020).

Teori konstruktivisme sosial menekankan bahwa pembelajaran bermakna terjadi ketika siswa secara aktif membangun pengetahuan melalui interaksi sosial, kolaborasi, dan refleksi terhadap pengalaman autentik yang relevan dengan kehidupan mereka (Vygotsky, 1978). Pembelajaran konvensional yang bersifat transmisi pengetahuan dari guru ke siswa bertentangan dengan prinsip ini, karena tidak memberikan ruang bagi siswa untuk membangun pemahaman matematis mereka sendiri melalui investigasi, diskusi, dan refleksi kolaboratif (Sugilar et al., 2018).

Dalam konteks *sustainability consciousness*, teori *transformative learning* (Mezirow, 1997) menekankan bahwa perubahan kesadaran dan perilaku berkelanjutan memerlukan pengalaman belajar yang tidak hanya menyampaikan informasi, tetapi juga memfasilitasi refleksi kritis terhadap asumsi, nilai, dan praktik yang ada, serta mendorong siswa untuk mengambil tindakan nyata yang mendukung keberlanjutan (Sterling, 2011; Wals, 2011). Pembelajaran konvensional yang tidak mengintegrasikan konteks keberlanjutan dan tidak mendorong refleksi kritis terhadap dampak lingkungan, sosial, dan ekonomi dari keputusan matematis yang dibuat oleh siswa gagal memfasilitasi transformasi kesadaran ini, sehingga *sustainability consciousness* siswa tetap berada pada tataran kognitif-afektif tanpa diwujudkan dalam tindakan berkelanjutan yang konsisten (Sipos et al., 2008).

Berdasarkan pertimbangan tersebut, peneliti memilih pendekatan STEM dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs) sebagai solusi konseptual untuk menjawab permasalahan yang ada (Lesh & Doerr, 2003). MEAs dipandang selaras dengan esensi literasi matematis karena menempatkan siswa pada situasi

harus memahami konteks masalah nyata, mengabstraksikannya menjadi model matematis, menguji dan merevisi model tersebut, serta mengkomunikasikan hasilnya secara jelas (Kurt & Deniz, 2022). Ketika MEAs diintegrasikan dengan nuansa STEM, konteks masalah yang diangkat dapat diperkaya dengan unsur sains, teknologi, dan rekayasa, sehingga mendorong siswa untuk melihat matematika sebagai alat untuk memecahkan persoalan interdisipliner yang autentik. Dengan menggunakan konteks keberlanjutan dalam aktivitas MEAs berbasis STEM, peneliti berasumsi bahwa proses ini tidak hanya meningkatkan kemampuan literasi matematis siswa, tetapi juga memicu refleksi terhadap dampak lingkungan, sosial, dan ekonomi dari solusi yang mereka tawarkan, sehingga berkontribusi terhadap penguatan *sustainability consciousness* mereka (Ariza et al., 2021).

Hubungan logis antara pendekatan STEM-MEAs dengan peningkatan literasi matematis dapat dijelaskan melalui mekanisme pedagogis yaitu:

1. STEM-MEAs menyediakan masalah kontekstual autentik yang menuntut siswa untuk merumuskan (*formulate*) masalah dunia nyata ke dalam representasi matematis, sehingga melatih kemampuan siswa untuk mengidentifikasi variabel, parameter, dan hubungan matematis dari situasi kontekstual yang kompleks (Lesh & Doerr, 2003).
2. Proses membangun, menguji, dan merevisi model matematis dalam MEAs menuntut siswa untuk menggunakan (*employ*) konsep, prosedur, fakta, dan penalaran matematis yang relevan secara fleksibel dan adaptif, sehingga mengembangkan kemampuan pemecahan masalah non-rutin dan penalaran matematis yang mendalam (Chamberlin & Moon, 2005; Sugilar, 2013).
3. Tahap evaluasi dan dokumentasi model dalam MEAs menuntut siswa untuk menafsirkan (*interpret*) hasil matematis kembali ke dalam konteks kehidupan nyata, memberikan makna terhadap jawaban matematis dalam situasi autentik, mengevaluasi kesesuaian dan kelogisan solusi, serta mengkomunikasikan kesimpulan atau rekomendasi berdasarkan analisis matematis, sehingga melatih kemampuan interpretasi kontekstual yang

menjadi salah satu aspek krusial literasi matematis (OECD, 2019; Stacey, 2015).

4. Integrasi STEM dalam MEAs memperkaya konteks masalah dengan unsur sains, teknologi, dan rekayasa, sehingga mendorong siswa untuk melihat matematika sebagai alat untuk memecahkan persoalan interdisipliner yang autentik, bukan sekadar kumpulan rumus dan prosedur yang terisolasi (Moore et al., 2014; English, 2016).

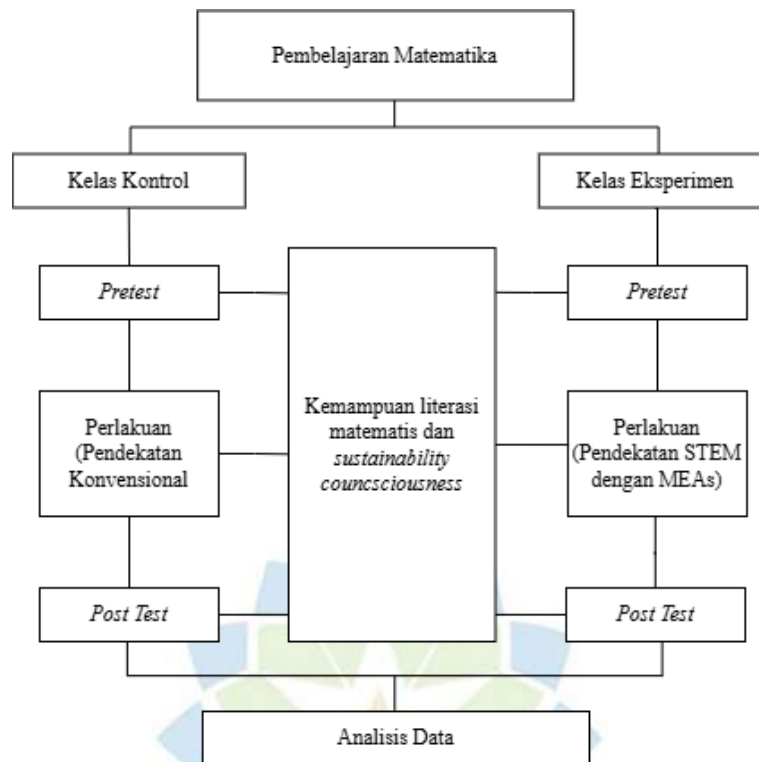
Sementara itu, hubungan logis antara pendekatan STEM-MEAs dengan peningkatan *sustainability consciousness* dapat dijelaskan melalui mekanisme antara lain:

1. Ketika konteks masalah dalam MEAs dirancang berkaitan dengan isu keberlanjutan (misalnya efisiensi energi, pengelolaan limbah, konsumsi bertanggung jawab, atau keadilan sosial-ekonomi), siswa secara langsung terpapar pada pengetahuan (*knowingness*) tentang isu-isu keberlanjutan lingkungan, sosial, dan ekonomi melalui proses pemodelan matematis (Gericke et al., 2019; Ariza et al., 2021).
2. Proses refleksi terhadap dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan dari solusi matematis yang dikembangkan siswa dalam MEAs mendorong pembentukan sikap (*attitudes*) positif terhadap keberlanjutan, karena siswa mengalami secara langsung bagaimana keputusan matematis yang mereka buat memiliki implikasi terhadap keberlanjutan, sehingga menumbuhkan kepedulian, nilai, dan komitmen moral untuk mendukung keberlanjutan (Kariadinata et al., 2019).
3. Pengalaman membangun model matematis untuk memecahkan masalah keberlanjutan dan mengkomunikasikan rekomendasi yang mendukung pembangunan berkelanjutan memberikan pengalaman belajar yang sejalan dengan prinsip *transformative learning*, sehingga memfasilitasi transformasi kesadaran dari tataran kognitif-afektif menuju kecenderungan perilaku berkelanjutan (*behavior*) yang konsisten (Mezirow, 1997; Sipos et al., 2008; Wals, 2011).

Secara konseptual, desain penelitian yang dibangun dalam kerangka berpikir ini melibatkan dua kelompok pembelajaran, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kedua kelas diawali dengan pemberian pretest kemampuan literasi matematis dan *sustainability consciousness* untuk memperoleh gambaran kemampuan awal siswa. Pada kelas kontrol, pembelajaran matematika dilaksanakan menggunakan pendekatan konvensional yang lazim digunakan guru, yang umumnya bercirikan penjelasan konsep oleh guru, pemberian contoh, dan latihan soal rutin yang relatif kurang menekankan pemodelan matematis dan konteks keberlanjutan. Sementara itu, pada kelas eksperimen, pembelajaran dilaksanakan dengan menerapkan pendekatan STEM dengan *Model Eliciting Activities (MEAs)*, yakni siswa bekerja secara berkelompok menghadapi serangkaian masalah kontekstual bertema keberlanjutan yang menuntut integrasi pengetahuan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika untuk membangun dan menguji model penyelesaian (Kurt & Deniz, 2022).

Selama proses pembelajaran di kelas eksperimen, guru berperan sebagai fasilitator yang mengarahkan siswa untuk: (1) memahami konteks masalah keberlanjutan, (2) mengidentifikasi variabel dan hubungan kuantitatif yang relevan, (3) membangun model matematis yang representatif, (4) melakukan perhitungan atau simulasi yang diperlukan, serta (5) menafsirkan dan mengevaluasi solusi yang dihasilkan dari perspektif keberlanjutan (Diana, 2016). Setelah rangkaian perlakuan selesai, kedua kelas diberikan *posttest* kemampuan literasi matematis dan *sustainability consciousness* dengan instrumen yang sejajar dengan *pretest*.

Dengan alur pemikiran tersebut, kerangka berpikir penelitian ini menempatkan Pendekatan pembelajaran STEM dengan MEAs sebagai intervensi utama yang diharapkan mampu mengatasi permasalahan rendahnya literasi matematis dan *sustainability consciousness* siswa. Rangkaian hubungan antara kondisi ideal, kondisi faktual, pemilihan solusi konseptual, dan desain komparatif antara kelas kontrol dan eksperimen inilah yang kemudian menjadi dasar penyusunan diagram alir prosedur penelitian dalam proposal ini.



Gambar 1.9 Kerangka Berpikir

F. Hipotesis

Sejalan dengan rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka hipotesis yang akan dibuktikan pada penelitian ini diantaranya:

1. “Pencapaian kemampuan literasi matematis siswa yang menggunakan pembelajaran Pendekatan STEM dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs) lebih baik daripada siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional.”

Adapun keterangan dari rumusan hipotesis statistik pada permasalahan ini adalah :

H_0 : Pencapaian kemampuan literasi matematis siswa yang menggunakan pembelajaran Pendekatan STEM dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs) tidak lebih baik daripada siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional.

H_1 : Pencapaian kemampuan literasi matematis siswa yang menggunakan pembelajaran Pendekatan STEM dengan *Model Eliciting Activities*

(MEAs) lebih baik daripada siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional.

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

Keterangan :

μ_1 : Nilai *posttest* kemampuan literasi matematis siswa yang menggunakan pembelajaran Pendekatan STEM dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs).

μ_2 : Nilai *posttest* kemampuan literasi matematis siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional.

2. “Peningkatan kemampuan literasi matematis siswa yang menggunakan pembelajaran Pendekatan STEM dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs) (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) lebih baik daripada siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional.”

Adapun keterangan dari rumusan hipotesis statistik pada permasalahan ini adalah :

H_0 : Peningkatan kemampuan literasi matematis siswa yang menggunakan pembelajaran Pendekatan STEM dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs) tidak lebih baik daripada siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional.

H_1 : Peningkatan kemampuan literasi matematis siswa yang menggunakan pembelajaran Pendekatan STEM dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs) lebih baik daripada siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional.

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

Keterangan :

μ_1 : Rata-rata N-Gain kemampuan literasi matematis siswa yang menggunakan pembelajaran Pendekatan STEM dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs).

μ_2 : Rata-rata N-Gain kemampuan literasi matematis siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional.

3. “Peningkatan *sustainability consciousness* siswa yang menggunakan pendekatan STEM dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs) lebih baik daripada siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional.”

Rumusan hipotesis statistiknya adalah sebagai berikut:

H_0 : Peningkatan *sustainability consciousness* siswa yang menggunakan pembelajaran Pendekatan STEM dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs) tidak lebih baik daripada siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional.

H_1 : Peningkatan *sustainability consciousness* siswa yang menggunakan pembelajaran Pendekatan STEM dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs) lebih baik daripada siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional.

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

Keterangan :

μ_1 : Rata-rata N-Gain *sustainability consciousness* siswa sebelum siswa belajar dengan menggunakan pembelajaran Pendekatan STEM dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs).

μ_2 : Rata-rata N-Gain *sustainability consciousness* siswa setelah siswa belajar dengan menggunakan pembelajaran Pendekatan STEM dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs).

G. Hasil Penelitian Terdahulu

Diantara hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang diangkat sebagai berikut :

1. As Salafy & Susanah (2022) dalam riset yang berjudul “Perbandingan Literasi Matematika Siswa Kelas VIII SMP dalam Pembelajaran *Model Eliciting Activities* (MEAs) dan Pembelajaran Konvensional” dengan metode quasi-eksperimental ini membandingkan literasi matematika siswa

kelas VIII SMP yang belajar dengan *Model Eliciting Activities* (MEAs) dan pembelajaran konvensional. Hasilnya menunjukkan bahwa kelas MEAs memiliki rata-rata skor post-test literasi matematis yang jauh lebih tinggi (13,81 dibandingkan 7,19 pada kelas kontrol) dengan N-gain kategori sedang, serta peningkatan yang konsisten pada ketiga proses literasi (merumuskan, menggunakan, dan menafsirkan). Meskipun demikian, MEAs pada penelitian ini belum diintegrasikan dengan pendekatan STEM dan belum menggunakan konteks keberlanjutan sebagai variabel yang dapat memoderasi efektivitas intervensi.

2. Hasil penelitian Kurt & Deniz (2022) dengan judul “*Investigation of Mathematical Modeling Processes of Middle School Students in Model-Eliciting Activities (MEAs): A STEM Approach*” ini menginvestigasi proses pemodelan matematis dan kesulitan yang dihadapi siswa kelas VIII dalam menyelesaikan *Model Eliciting Activities* (MEAs) dengan pendekatan STEM. Analisis berdasarkan siklus pemodelan Blum dan Borromeo Ferri mengidentifikasi tujuh kategori kesulitan utama, yaitu memahami masalah, membangun model, menggunakan matematika, menjelaskan hasil, bekerja dalam kelompok, memverifikasi model, dan manajemen waktu, yang menunjukkan kompleksitas tinggi dalam pemodelan matematis berbasis STEM. Namun, penelitian ini tidak mengukur literasi matematis secara kuantitatif, tidak membandingkan dengan kelompok pembelajaran lain, dan belum mengaitkan aktivitas Pendekatan pembelajaran STEM dengan MEAs dengan pengembangan *sustainability consciousness* siswa.
3. Dalam penelitian Dewi & Maulida (2023) dengan judul “*The Development of STEM-nuanced Mathematics Teaching Materials to Enhance Students’ Mathematical Literacy Ability Through Information and Communication Technology-Assisted Preprospec Learning Model*” ini merancang dan memvalidasi bahan ajar matematika bernuansa STEM untuk meningkatkan kemampuan literasi matematis siswa melalui model pembelajaran *Preprospec* berbantuan teknologi informasi dan komunikasi. Hasil validasi

ahli dan uji coba lapangan menunjukkan bahwa bahan ajar tersebut memenuhi kriteria sangat valid dan efektif, serta mampu meningkatkan keterampilan literasi matematis pada dimensi merumuskan, menggunakan, dan menafsirkan sesuai kerangka PISA. Akan tetapi, penelitian ini berfokus pada tahap pengembangan dan uji coba terbatas tanpa desain eksperimen dengan kelompok control dan belum mengintegrasikan isu keberlanjutan sebagai konteks masalah terhadap efektivitas bahan ajar bernuansa STEM.

4. Dalam penelitian Ariza dkk. (2021) dengan judul “*Promoting Environmental Citizenship in Education: The Potential of the Sustainability Consciousness Questionnaire to Measure Impact of Interventions*” memvalidasi *Sustainability Consciousness Questionnaire* (SCQ) dan mengkaji dampak intervensi pendidikan terhadap *sustainability consciousness* siswa yang mencakup dimensi pengetahuan, sikap, dan perilaku pada aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi. Hasilnya menunjukkan bahwa SCQ merupakan instrumen yang valid dan reliabel, serta intervensi pendidikan mampu meningkatkan pengetahuan dan sikap keberlanjutan, meskipun perubahan pada dimensi perilaku cenderung lebih lambat dan membutuhkan intervensi jangka panjang. Meskipun demikian, penelitian ini belum mengintegrasikan instrumen SCQ dalam konteks pembelajaran matematika atau STEM, dan tidak mengkaji hubungan antara kompetensi matematis seperti literasi matematis dan kesadaran berkelanjutan.
5. Hasil penelitian Firda, Kaniwati, & Sriyati (2021) dengan judul “*STEM Learning in Sustainability Issues to Improve Sustainability Consciousness of Junior High School Students*” ini menginvestigasi peningkatan *sustainability consciousness* siswa kelas VII SMP setelah mengikuti pembelajaran STEM berbasis isu keberlanjutan dengan desain one-group pretest-posttest. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan skor rata-rata *pretest* dan *posttest*, tetapi peningkatan keseluruhan tergolong rendah. Pada tingkat kategori, peningkatan terendah terjadi pada

pemahaman isu keberlanjutan, sedangkan peningkatan tertinggi terjadi pada sikap keberlanjutan kategori sedang; perilaku keberlanjutan meningkat tetapi kategori rendah. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi isu keberlanjutan ke dalam pembelajaran STEM dapat meningkatkan profil *sustainability consciousness* siswa, tetapi belum optimal terutama dalam mengembangkan pemahaman siswa terhadap isu keberlanjutan karena topik keberlanjutan masih relatif baru bagi siswa.

