

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Literasi Numerasi

Literasi numerasi menjadi kompetensi fundamental yang mendapat perhatian global maupun nasional dalam pendidikan matematika abad ke-21 karena tidak sekadar berhitung melainkan bernalar memanfaatkan matematika untuk memecahkan masalah kontekstual (Asrijanty, 2022). PISA dan AKM menjadikannya tolok ukur kualitas pendidikan, namun capaian Indonesia yang masih rendah menandakan bahwa penguatan literasi numerasi di jenjang SMP tetap menjadi tantangan tersendiri. Oleh karena itu, pemahaman mengenai definisi, indikator, dan level literasi numerasi menjadi hal mendesak sebagai acuan pengembangan bahan ajar, yang akan dipaparkan berikut berdasarkan kerangka AKM dan PISA sebagai landasan konseptual penyusunan E-LKPD dalam penelitian ini.

a. Definisi Literasi Numerasi

Literasi numerasi menjadi kompetensi utama yang dijadikan sasaran pengembangan dalam penelitian ini. Secara operasional, kemampuan tersebut didefinisikan sebagai kapasitas siswa dalam memahami, menafsirkan, sekaligus memanfaatkan informasi dari teks kontekstual yang merujuk pada sistem persamaan linear dua variabel (SPLDV). Definisi operasional ini sengaja dirumuskan agar selaras dengan tujuan pengukuran yang hendak dicapai dalam penelitian ini.

Secara konseptual, Sutrimo dkk. (2024) mendefinisikan literasi numerasi sebagai kecakapan menggunakan angka dan simbol, memahami, menerapkan, serta berpikir kritis terhadap penerapan matematika dalam berbagai konteks kehidupan. Selaras dengan Han dkk. (2017) bahwa literasi mencakup pemahaman, interpretasi, dan pemanfaatan informasi untuk memecahkan masalah nyata, sementara numerasi adalah kemampuan menggunakan prosedur dan alat matematika secara tepat. Noa dkk. (2025) memperkuat gambaran ini, dengan menyebut literasi dan numerasi sebagai dua hal yang saling terkait erat sekaligus menjadi fondasi bagi pengambilan keputusan rasional dan pemecahan masalah yang efektif.

Kemendikbudristek (2025) menambahkan bahwa literasi numerasi tidak cukup dimaknai sebagai keterampilan berhitung dasar semata, melainkan juga mencakup penalaran logis, penyelesaian masalah kontekstual, serta penafsiran dan penyampaian informasi kuantitatif dalam berbagai situasi nyata. Siswa dengan literasi numerasi yang baik tidak hanya cakap berhitung, tetapi juga mampu memahami situasi, mengenali informasi matematis yang relevan, menentukan strategi penyelesaian yang tepat, serta menyajikan solusi secara terstruktur. Kemampuan-kemampuan inilah yang menjadi fokus utama pengembangan E-LKPD dalam penelitian ini.

b. Indikator Literasi Numerasi

Untuk mengukur kemampuan literasi numerasi siswa diperlukan indikator yang jelas dan operasional. Menurut OECD (2023) melalui kerangka kerja PISA 2022 tentang *Assessment and Analytical Framework* mendefinisikan tiga kategori proses dalam penilaian kinerja siswa yaitu merumuskan situasi secara matematis (*formulating situations mathematically*), menggunakan konsep, fakta, prosedur, dan penalaran matematika (*employing mathematical concepts, facts, procedures and reasoning*), dan menafsirkan, menerapkan, dan mengevaluasi hasil matematika (*interpreting, applying and evaluating mathematical outcomes*). Ketiga proses ini masing-masing mengandalkan tujuh kemampuan matematika dasar yang meliputi: (1) komunikasi (*communication*), (2) matematisasi (*mathematising*), (3) representasi (*representation*), (4) penalaran dan argumentasi (*reasoning and argument*), (5) merancang strategi pemecahan masalah (*devising strategies for solving problems*), (6) penggunaan bahasa simbolik, formal, dan teknis (*using symbolic, formal and technical language and operations*), serta (7) penggunaan alat matematika (*using mathematical tools*). Semua kemampuan ini didasarkan pada pengetahuan matematika yang mendalam dari pemecah masalah mengenai topik-topik tertentu.

Ketujuh kemampuan tersebut dikontekstualisasikan ke dalam materi SPLDV dan disederhanakan menjadi enam indikator utama yang menjadi dasar penyusunan konten, narasi, dan aktivitas E-LKPD berbasis komik interaktif. Indikator ini berfungsi sebagai acuan rancangan produk, bukan instrumen pengukuran peningkatan literasi numerasi, sejalan dengan fokus penelitian pada kevalidan dan kepraktisan produk bagi siswa SMP Kelas VIII. Penyederhanaan ini mempertimbangkan karakteristik materi SPLDV serta tingkat perkembangan kognitif siswa yang merujuk pada temuan Febriana dkk. (2026) bahwa soal numerasi SPLDV yang baik perlu mengukur komunikasi, matematisasi, representasi, penyusunan strategi pemecahan masalah, penggunaan bahasa simbolik dan formal, serta penalaran dan argumentasi.

1) *Communication* (Komunikasi)

Indikator komunikasi merujuk pada kemampuan siswa membaca, memahami, dan mengidentifikasi informasi matematis dari teks kontekstual, serta menyampaikan proses dan hasil penyelesaian secara sistematis. Kemampuan yang dalam kerangka PISA 2022 dipandang mendasari seluruh proses matematis, sebab tanpa pemahaman teks yang baik siswa tidak akan mampu menyelesaikan masalah secara tepat (OECD, 2023).

Kemampuan ini berkaitan erat dengan proses merumuskan (*formulate*), yakni mengenali struktur matematis dalam situasi nyata sebelum diolah lebih lanjut. Sejalan dengan temuan Rahmasari & Setyaningsih (2023) bahwa kelemahan siswa dalam soal cerita matematika umumnya terletak pada kemampuan membaca dan menafsirkan konteks soal. Dalam konteks SPLDV, indikator komunikasi dioperasionalkan sebagai kemampuan siswa membaca soal cerita secara cermat, mengidentifikasi informasi yang diketahui dan ditanyakan, serta mengomunikasikan kembali proses penyelesaian secara sistematis dalam bentuk tulisan.

2) *Mathematising* (Matematisasi)

OECD (2023) tentang Indikator matematisasi mengacu pada kemampuan siswa menerjemahkan situasi dunia nyata ke dalam struktur dan bahasa matematika formal, mencakup penyederhanaan, pengidealisan, dan penyusunan model matematika yang sesuai. Proses ini merupakan bagian inti dari *formulate* dalam kerangka PISA 2022 yang menjembatani dunia nyata dengan matematika formal.

Tarigan & Siregar (2024) menyatakan bahwa salah satu indikator paling penting karena berkaitan langsung dengan kemampuan siswa memodelkan permasalahan kontekstual ke dalam ekspresi matematis yang dapat diolah lebih lanjut. Dalam

konteks SPLDV, matematisasi dioperasionalkan sebagai kemampuan siswa mengidentifikasi dan mendefinisikan variabel secara tepat, serta menyusun sistem persamaan linear dua variabel yang merepresentasikan situasi masalah nyata secara akurat.

3) *Representation* (Representasi)

Indikator representasi mengacu pada kemampuan siswa untuk menyajikan atau menggambarkan objek, hubungan, dan situasi matematis dalam berbagai bentuk, serta memilih representasi yang tepat untuk memahami dan memecahkan masalah. OECD (2023) menjelaskan representasi sebagai kemampuan menggunakan berbagai bentuk penyajian informasi matematis seperti tabel, grafik, diagram, persamaan, atau bahasa verbal, sekaligus menginterpretasikan dan mengonversi informasi dari satu bentuk representasi ke bentuk lainnya.

Dalam konteks SPLDV, kemampuan representasi menjadi penting karena setiap persamaan linear dua variabel dapat disajikan melalui beberapa cara yang saling melengkapi. Kustantina dkk. (2022) menemukan bahwa kemampuan representasi matematis berkorelasi signifikan dengan literasi numerasi, dan media pembelajaran berbasis visual seperti komik interaktif terbukti efektif meningkatkan kemampuan tersebut.

4) *Devising Strategies for Solving Problems* (Merancang Strategi Pemecahan Masalah)

Menurut OECD (2023) merancang strategi pemecahan masalah adalah kemampuan siswa untuk merencanakan dan memilih pendekatan yang tepat dalam menyelesaikan masalah matematika. Kemampuan ini mencakup kemampuan memilih dan merancang prosedur yang sesuai, menyusun langkah-langkah penyelesaian yang logis dan terstruktur, serta menentukan informasi yang relevan dari masalah yang diberikan.

Dalam konteks SPLDV kemampuan ini tampak ketika siswa mampu memutuskan metode mana (substitusi, eliminasi, atau gabungan) yang paling efisien untuk menyelesaikan suatu sistem persamaan berdasarkan karakteristik masalah. Febriana dkk. (2026) berpendapat bahwa kemampuan merancang strategi menjadi salah satu indikator literasi numerasi yang krusial, sebab dari sinilah terlihat beda antara siswa yang memahami konsep secara mendalam dan siswa yang sekadar menghafal prosedur.

5) *Using symbolic, formal and technical language and operations* (Menggunakan bahasa dan operasi simbolis, formal, dan teknis)

OECD (2023) mendefinisikan kemampuan ini sebagai kemampuan untuk menggunakan bahasa formal matematika, simbol, notasi, dan operasi teknis secara tepat dalam proses pemecahan masalah. Kemampuan ini mencakup penggunaan

simbol aljabar, notasi matematika, serta aturan dan prosedur formal sesuai konteks masalah. Dalam materi SPLDV, kemampuan ini ditunjukkan ketika siswa mampu mendefinisikan variabel menggunakan simbol yang tepat misalnya x dan y , menuliskan persamaan dalam bentuk formal $ax + by = c$, serta mengoperasikan sistem persamaan menggunakan prosedur aljabar. Rahmasari & Setyaningsih (2023) menegaskan bahwa penguasaan bahasa simbolik formal merupakan jembatan penting antara pemahaman kontekstual dan penyelesaian matematis yang akurat, sehingga kelemahan pada aspek ini seringkali menjadi penyebab kesalahan prosedural siswa.

6) *Reasoning and Argument* (Penalaran dan Argumentasi)

OECD (2023) mendeskripsikan penalaran dan argumentasi sebagai kemampuan berpikir logis, menyusun argumen yang koheren, serta mengevaluasi dan membenarkan solusi yang diperoleh, mencakup penarikan kesimpulan yang valid, pembuktian kewajaran hasil, hingga pemberian justifikasi atas setiap langkah penyelesaian. Dalam konteks SPLDV, kemampuan ini terlihat ketika siswa tidak sekadar memperoleh solusi numerik, tetapi juga mampu menjelaskan kewajaran solusi tersebut dalam konteks masalah nyata serta memverifikasinya dengan mensubstitusikan kembali ke persamaan awal. Cahyanovianty & Wahidin (2021) menyebutkan bahwa penalaran

dan argumentasi merupakan level literasi numerasi tertinggi yang justru paling sering menjadi kelemahan siswa Kelas VIII, sehingga memerlukan perhatian khusus dalam desain pembelajaran.

Keenam kemampuan tersebut bersifat saling tumpang tindih dalam satu proses penyelesaian masalah, sehingga dalam instrumen penelitian ini tidak diukur melalui butir soal yang terpisah, melainkan diintegrasikan ke dalam empat indikator penyelesaian soal, yaitu: 1) memahami masalah kontekstual yang mencerminkan kemampuan komunikasi; 2) memodelkan situasi nyata ke dalam bentuk SPLDV yang mencerminkan kemampuan matematisasi dan bahasa simbolik; 3) menyelesaikan SPLDV dengan metode yang tepat, mencerminkan kemampuan merancang strategi dan representasi; serta 4) menginterpretasikan hasil ke dalam konteks semula, yang mencerminkan kemampuan penalaran dan argumentasi.

c. Level Literasi Numerasi Berdasarkan AKM dan PISA

Asesmen Kompetensi Minimum (AKM) merupakan instrumen yang dikembangkan Kemendikbudristek untuk mengukur literasi membaca dan numerasi siswa Indonesia, dengan kerangka numerasi yang diadaptasi dari PISA *Mathematical Literacy* OECD dan menggunakan tiga dimensi utama yaitu konten, konteks, dan proses kognitif sebagai acuan perancangan soal (Asrijanty, 2022). Ketiga dimensi ini saling berinteraksi dalam setiap butir soal AKM maupun

PISA sehingga memberikan gambaran komprehensif tentang literasi numerasi siswa. Noa dkk. (2025) berpendapat bahwa pemahaman mendalam atas ketiganya penting dikuasai guru maupun peneliti agar pembelajaran dan instrumen penilaian yang dirancang benar-benar berkualitas.

1) Dimensi Konten

Dimensi konten dalam AKM dan PISA mengacu pada domain atau topik matematika yang menjadi objek penilaian. Dalam kerangka PISA 2022, konten matematika dibagi menjadi empat kategori, yaitu: (1) bilangan (*quantity*), yang mencakup kuantisasi atribut objek, hubungan, situasi, dan entitas, serta penanganan bilangan dan representasinya; (2) aljabar/perubahan dan hubungan (*change and relationships*), yang mencakup pola pertumbuhan dan perubahan, hubungan antar variabel, dan model aljabar; (3) geometri dan pengukuran (*space and shape*), yang mencakup sifat objek geometri dan hubungan antarnya dalam ruang dua atau tiga dimensi; serta (4) data dan ketidakpastian (*uncertainty and data*), yang mencakup variabilitas dalam proses, pengertian tentang ketidakpastian, dan cara data dikumpulkan serta disajikan (OECD, 2023). Sejalan dengan PISA, AKM menggunakan empat kategori konten yang serupa, yaitu bilangan, aljabar, geometri dan pengukuran, serta data dan ketidakpastian (Asrijanty, 2022). Dalam penelitian ini, materi SPLDV berada

dalam domain konten aljabar (*change and relationships* dalam PISA), yang berfokus pada hubungan antar variabel dan perubahan yang bersifat kuantitatif. Rachmawati (2024) melihat materi SPLDV punya potensi besar untuk dijadikan latihan literasi numerasi, sebab permasalahan dalam kehidupan sehari-hari hampir selalu terbungkus dalam teks kontekstual yang maknanya harus dipahami secara utuh sebelum bisa diterjemahkan ke dalam model matematika. Karakteristik semacam inilah yang membuat SPLDV dinilai cocok untuk mengasah kemampuan literasi numerasi siswa.

2) Dimensi Konteks

Dimensi konteks mengacu pada situasi atau latar belakang nyata di mana permasalahan matematis disajikan kepada siswa. OECD (2023) menetapkan empat kategori konteks dalam PISA 2022, yaitu: (1) konteks personal, yang berkaitan dengan kehidupan pribadi, keluarga, dan teman sebaya; (2) konteks pekerjaan, yang berkaitan dengan dunia kerja dan profesi; (3) konteks kemasyarakatan, yang berkaitan dengan komunitas lokal, nasional, dan global; serta (4) konteks ilmiah, yang berkaitan dengan fenomena alam dan proses ilmiah. Sejalan dengan PISA, AKM mengklasifikasikan konteks menjadi tiga kategori, yaitu personal, sosio-kultural, dan saintifik (Asrijanty, 2022). Pemilihan konteks yang tepat dan relevan merupakan faktor

penting dalam perancangan soal literasi numerasi yang berkualitas, karena konteks yang akrab dengan kehidupan siswa dapat meningkatkan keterlibatan kognitif dan motivasi dalam menyelesaikan permasalahan matematis.

Penggunaan konteks yang beragam dan relevan dengan kehidupan siswa merupakan syarat penting dalam pengembangan soal literasi numerasi yang berkualitas dan autentik (Rezky dkk., 2022). Rezky dkk. (2022) menyebut kemampuan literasi numerasi siswa SMP sangat dipengaruhi oleh kesesuaian konteks soal dengan latar belakang sosial budaya yang mereka kenal. Tarigan & Siregar (2024) juga menyatakan bahwa soal literasi numerasi yang menggunakan konteks kehidupan nyata mendorong siswa untuk tidak hanya menghitung secara mekanis, tetapi juga berpikir kritis tentang relevansi dan kewajaran solusi yang diperoleh. Dewi dkk. (2024) dalam penelitiannya terhadap siswa Kelas VIII SMP menemukan bahwa performa literasi numerasi siswa meningkat secara signifikan ketika soal-soal yang diberikan menggunakan konteks yang dekat dan relevan dengan pengalaman sehari-hari mereka. Berdasarkan temuan-temuan tersebut, soal literasi numerasi dalam penelitian ini dirancang menggunakan konteks personal dan sosio-kultural yang dekat dengan pengalaman siswa Kelas VIII SMP.

3) Dimensi Proses Kognitif

Dimensi proses kognitif mengacu pada tingkatan berpikir yang diperlukan siswa dalam menyelesaikan permasalahan matematis. Kerangka PISA 2022 mengidentifikasi tiga proses matematis utama yang menggambarkan hierarki proses kognitif dalam literasi numerasi. Pertama, proses merumuskan (*formulate*), yaitu proses mengidentifikasi aspek matematis dari situasi dunia nyata dan merumuskan model matematika yang sesuai, yang mencakup pemahaman tentang variabel, struktur masalah, dan penyusunan model matematis. Kedua, proses menerapkan (*employ*), yaitu proses menggunakan konsep, fakta, prosedur, dan penalaran matematis untuk memperoleh hasil matematis yang diperlukan dalam memecahkan masalah yang telah dirumuskan. Ketiga, proses menginterpretasikan (*interpret*), yaitu proses merefleksikan solusi matematis, hasilnya, dan kesimpulan yang ditarik, serta menginterpretasikannya kembali ke dalam konteks masalah nyata untuk menilai kewajaran dan relevansinya (OECD, 2023). Dalam konteks AKM Indonesia, proses kognitif dikategorikan secara paralel menjadi tiga tingkatan, yaitu pemahaman (*knowing*), penerapan (*applying*), dan penalaran (*reasoning*) (Asrijanty, 2022).

Cahyanovianty & Wahidin (2021) menemukan bahwa distribusi kemampuan siswa Kelas VIII pada ketiga proses kognitif tersebut bervariasi, dengan sebagian besar siswa mampu mencapai level pemahaman dan penerapan, namun masih kesulitan pada level penalaran. Hal serupa ditemukan oleh Noa dkk. (2025) melalui metode AKM, di mana hanya sebagian kecil siswa mampu menjawab soal penalaran dengan benar meski umumnya cakap pada level pemahaman dan penerapan. Kedua temuan ini mengindikasikan perlunya pembelajaran matematika yang secara eksplisit menargetkan pengembangan kemampuan penalaran sebagai kompetensi tingkat tinggi dalam literasi numerasi.

2. Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD)

E-LKPD muncul sebagai inovasi media pembelajaran yang tidak sekadar mengadaptasi LKPD cetak ke bentuk digital, melainkan juga menawarkan fitur interaktif, multimedia, dan umpan balik otomatis yang tidak tersedia pada media konvensional (Suryaningsih & Nurlita, 2021). Berikut dipaparkan karakteristik, kelebihan, serta komponen penyusun E-LKPD yang menjadi acuan perancangan produk dalam penelitian ini.

a. Karakteristik E-LKPD

Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) merupakan pengembangan inovatif dari Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) konvensional berbasis cetak yang diadaptasi ke dalam format digital

interaktif. Berdasarkan definisi yang dikemukakan Suryaningsih & Nurlita (2021) E-LKPD dapat dipahami sebagai lembar kerja digital yang difungsikan sebagai bahan ajar. Pengguna bisa mengaksesnya melalui aneka perangkat elektronik seperti komputer, laptop, tablet maupun *smartphone*. Menurut Tarigan & Siregar (2024) E-LKPD tidak bisa disamakan dengan LKPD konvensional yang hanya diubah ke dalam format digital. E-LKPD merupakan sarana pembelajaran yang secara pedagogis memiliki kekayaan jauh lebih besar yaitu E-LKPD mengoptimalkan kapabilitas teknologi digital untuk mewujudkan pengalaman belajar yang bersifat interaktif, fleksibel, dan responsif terhadap kebutuhan siswa.

E-LKPD memiliki sejumlah karakteristik khas yang membedakannya dari media pembelajaran digital pada umumnya. Tarigan & Siregar (2024) merincikan lima karakteristik utama E-LKPD yang baik, yaitu: (1) *digital accessibility*, dapat diakses kapan saja melalui tautan atau platform digital; (2) *interactivity*, memuat elemen interaktif seperti soal otomatis, *drag and drop*, atau isian yang dapat diverifikasi; (3) *multimodality*, mampu menyajikan informasi dalam berbagai bentuk seperti teks, gambar, animasi, video, dan audio; (4) *immediate feedback*, memberikan umpan balik langsung untuk mendukung pembelajaran mandiri; serta (5) *contextual richness*, menyajikan konteks pembelajaran yang lebih kaya melalui hyperlink, referensi multimedia, dan skenario interaktif.

E-LKPD yang dikembangkan dalam penelitian ini secara khusus menekankan modalitas visual, mempertimbangkan karakteristik siswa Kelas VIII sebagai Generasi Z yang cenderung lebih peka terhadap media visual, melalui konten komik interaktif berupa panel-panel gambar berurutan. Modalitas kinestetik turut diakomodasi lewat aktivitas eksplorasi, pertanyaan interaktif, dan latihan soal yang menuntut partisipasi aktif siswa. Perpaduan kedua modalitas ini diperkuat oleh *dual coding theory*, yang menjelaskan bahwa pemrosesan informasi secara verbal dan visual secara bersamaan menghasilkan jejak memori yang lebih tahan lama dan pemahaman yang lebih mendalam (Paivio, 1990, 2007). Sejalan dengan temuan Kustantina dkk. (2022) bahwa komik matematika berbasis representasi visual efektif meningkatkan literasi numerasi dan motivasi belajar siswa bergaya visual. Dengan demikian, meski dominan visual, elemen kinestetik pada E-LKPD ini tetap memastikan siswa terlibat aktif dalam proses konstruksi pengetahuan, bukan sekadar konsumen konten yang pasif.

b. Kelebihan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik

Peralihan dari LKPD konvensional berbasis cetak ke E-LKPD membawa sejumlah keunggulan mendasar yang berdampak signifikan terhadap kualitas dan efektivitas pembelajaran. Suryaningsih & Nurlita (2021) secara komprehensif mengidentifikasi bahwa keunggulan utama E-LKPD dibandingkan LKPD konvensional

terletak pada dimensi interaktivitas, aksesibilitas, kemenarikan tampilan, dan kemampuannya untuk mengintegrasikan berbagai sumber belajar dalam satu platform yang terintegrasi. Lebih dari sekadar menggantikan kertas dengan layar, E-LKPD membuka peluang pedagogis baru yang tidak mungkin dicapai oleh LKPD cetak.

Kelebihan pertama E-LKPD adalah interaktivitas langsung dan umpan balik otomatis. Berbeda dengan LKPD konvensional yang bersifat pasif dan membutuhkan koreksi manual oleh guru, E-LKPD mampu memberikan umpan balik langsung terhadap jawaban siswa. Rahmaniati & Bulkani (2025) membuktikan bahwa fitur umpan balik otomatis dalam E-LKPD berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kompetensi siswa dengan peningkatan skor dari 56,8 menjadi 78,9, karena siswa dapat segera mengetahui kesalahan dan melakukan perbaikan secara mandiri tanpa harus menunggu guru. Hal ini sesuai dengan prinsip *formative assessment* yang memerlukan umpan balik cepat dan berkelanjutan.

Kelebihan kedua adalah kemampuan menyajikan konten multimodal. LKPD konvensional hanya mampu menyajikan teks dan gambar statis, sementara E-LKPD dapat mengintegrasikan teks, gambar dinamis, animasi, audio, video, dan elemen interaktif dalam satu tampilan yang terpadu. Salsabila dkk. (2025) dalam studi literatur sistematisnya menemukan bahwa media pembelajaran digital yang

memanfaatkan kemampuan multimodal secara konsisten terbukti lebih efektif dalam meningkatkan literasi matematis siswa dibandingkan media berbasis satu modalitas, karena sesuai dengan prinsip *dual coding theory* yang menyatakan bahwa informasi yang diproses melalui dua saluran kognitif sekaligus (verbal dan visual) akan meninggalkan jejak memori yang lebih kuat (Paivio, 1990, 2007)

Kelebihan ketiga adalah aksesibilitas dan fleksibilitas waktu dan tempat. E-LKPD dapat diakses kapan saja dan di mana saja melalui tautan digital selama terdapat koneksi internet, sehingga siswa dapat melanjutkan aktivitas belajar di luar jam pelajaran sekolah. Tarigan & Siregar (2024) menyatakan bahwa aksesibilitas E-LKPD yang tinggi merupakan salah satu faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan motivasi dan kemandirian belajar siswa, karena siswa merasa memiliki kontrol yang lebih besar terhadap proses pembelajaran mereka. Dalam konteks SMP Negeri 01 Mejayan yang telah memiliki infrastruktur digital memadai berupa *Interactive Flat Panel*, perpustakaan digital, dan koneksi Wi-Fi yang baik, aksesibilitas E-LKPD ini dapat dimanfaatkan secara optimal.

Kelebihan keempat adalah kemampuan pembaruan konten yang efisien. Berbeda dengan LKPD konvensional yang memerlukan biaya cetak ulang setiap kali terjadi perubahan kurikulum atau materi, konten E-LKPD dapat diperbarui secara digital dengan mudah dan tanpa biaya tambahan yang signifikan. Hal ini sejalan dengan

Suryaningsih & Nurlita (2021) yang menyebut perkembangan teknologi sebagai salah satu pendorong utama kebutuhan E-LKPD inovatif, termasuk kemampuannya beradaptasi cepat terhadap perubahan kebijakan kurikulum yang dinamis, seperti perubahan pada Kurikulum Merdeka yang terus berkembang.

Kelebihan kelima adalah potensi pengintegrasian konteks kehidupan nyata yang lebih kaya. Melalui *hyperlink*, video kontekstual, dan skenario interaktif E-LKPD mampu menghadirkan konteks kehidupan nyata yang jauh lebih autentik dan relevan dibandingkan LKPD konvensional, sehingga mendukung pengembangan literasi numerasi siswa secara lebih efektif (Rachmawati, 2024).

c. Komponen E-LKPD

E-LKPD yang berkualitas tidak hanya unggul dalam aspek tampilan digital tetapi harus memenuhi standar pedagogis yang komprehensif dalam setiap komponennya. Merujuk pada kajian Suryaningsih & Nurlita (2021) dan temuan empiris dari berbagai penelitian terdahulu, terdapat tujuh komponen esensial yang harus dimiliki oleh E-LKPD yang baik. Komponen-komponen ini saling terkait dan membentuk satu kesatuan yang koheren dalam mendukung tujuan pembelajaran secara optimal.

Pertama, identitas dan halaman sampul digital yang menarik dan informatif. Komponen ini mencakup judul E-LKPD, identitas mata pelajaran, jenjang Kelas, nama pengembang, dan tampilan visual yang menarik perhatian siswa. Kustantina dkk. (2022) menekankan bahwa kesan pertama yang positif dari tampilan halaman sampul digital berperan penting dalam membangun motivasi awal siswa untuk menggunakan E-LKPD.

Kedua, petunjuk penggunaan yang jelas dan lengkap. E-LKPD harus memuat panduan teknis penggunaan yang mudah dipahami oleh siswa, mencakup cara navigasi antar halaman, cara mengisi aktivitas, cara memeriksa jawaban, dan cara mengakses fitur-fitur interaktif. Tarigan & Siregar (2024) mendapati bahwa minimnya petunjuk penggunaan yang jelas menjadi salah satu faktor yang menurunkan kepraktisan E-LKPD dalam pembelajaran di kelas.

Ketiga, kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran yang eksplisit. Setiap E-LKPD harus memuat pernyataan yang jelas tentang kompetensi dasar yang ingin dicapai, indikator pencapaian kompetensi, dan tujuan pembelajaran yang spesifik, terukur, dan relevan. Rahmaniati & Bulkani (2025) menegaskan bahwa kejelasan tujuan pembelajaran merupakan prasyarat penting bagi keterlibatan kognitif siswa yang bermakna, karena siswa yang memahami tujuan belajarnya cenderung lebih terarah dan termotivasi.

Keempat, peta konsep atau peta materi yang membantu siswa memahami keterkaitan antarkonsep dengan menyajikan hubungan antarkonsep secara visual sehingga siswa memperoleh gambaran holistik tentang struktur materi sebelum masuk ke eksplorasi lebih mendalam. Siregar dkk. (2025) menyatakan bahwa penyajian peta konsep di awal pembelajaran sejalan dengan prinsip *mindful learning* dalam pendekatan *deep learning*.

Kelima, konten inti yang terstruktur secara pedagogis, dalam penelitian ini diwujudkan melalui narasi komik interaktif bertema detektif yang mengintegrasikan materi SPLDV, disajikan secara bertahap dan progresif mengikuti prinsip *scaffolding* dari zona perkembangan proksimal agar siswa dapat membangun pemahaman dari yang sederhana menuju kompleks. Salsabila dkk. (2025) mendapati bahwa E-LKPD dengan konten terstruktur dan narasi koheren lebih efektif meningkatkan literasi matematis dibandingkan E-LKPD dengan konten yang disajikan secara fragmental.

Keenam, aktivitas eksplorasi berbasis *deep learning*. Komponen ini mencakup serangkaian aktivitas yang dirancang untuk mendorong pemahaman mendalam melalui dimensi *mindful*, *meaningful*, dan *joyful learning*. Rosiyati dkk. (2025) mencatat bahwa implementasi *deep learning* yang efektif dalam E-LKPD menuntut aktivitas yang konkret dan terstruktur, bukan sekadar pemberian materi secara informatif.

Ketujuh, instrumen penilaian berorientasi literasi numerasi dilengkapi soal latihan berjenjang sesuai level AKM serta komponen refleksi diri yang mendorong siswa mengevaluasi pemahaman dan proses belajarnya. Noa dkk. (2025) menyatakan bahwa refleksi merupakan elemen krusial yang membedakan *surface learning* dari *deep learning* karena mendorong siswa memantau dan mengatur proses belajarnya secara metakognitif.

3. Komik Interaktif

Komik interaktif menjadi alternatif media visual naratif yang semakin banyak digunakan untuk mengubah persepsi siswa bahwa matematika itu sulit dan monoton (Kustantina dkk., 2022). Penelitian ini menggunakan komik interaktif bertema detektif pada topik SPLDV untuk mendorong keterlibatan siswa, dan selanjutnya akan mengulas integrasi konten materi, keunggulan komik interaktif, serta elemen desain yang menjadi pedoman pengembangan produk.

a. Konten Materi

Komik interaktif dalam pembelajaran matematika merupakan media visual naratif yang mengintegrasikan materi akademis ke dalam alur cerita bergambar interaktif. Syafmen dkk. (2025) mendefinisikannya sebagai media yang menyajikan konsep matematis melalui panel gambar bernarasi dengan karakter yang menghadapi permasalahan menuntut pemahaman dan penerapan konsep matematika secara langsung. Berbeda dari komik konvensional yang

sekadar hiburan, komik edukatif secara sengaja merancang alur narasi yang mengintegrasikan konten pembelajaran sebagai bagian organik dari cerita, sehingga siswa mempelajari matematika melalui proses mengikuti dan memecahkan masalah yang dihadapi karakter di dalamnya.

Dalam penelitian ini, konten materi yang diintegrasikan ke dalam komik interaktif adalah SPLDV untuk Kelas VIII SMP dengan pemilihan yang didasarkan pada karakter kontekstual SPLDV yang sesuai untuk format komik naratif. Rachmawati (2024) menegaskan bahwa setiap permasalahan SPLDV pada dasarnya merupakan situasi kehidupan nyata yang mengandung dua kondisi harus dipenuhi secara simultan, sehingga mudah divisualisasikan melalui dialog dan situasi antar karakter dalam komik. Dalam komik interaktif bertema detektif ini, tokoh-tokoh detektif menghadapi kasus investigasi yang penyelesaiannya menuntut pemodelan dan penyelesaian SPLDV sehingga konteks matematis dan narasi cerita melebur menjadi satu kesatuan.

Konten SPLDV dalam komik interaktif disajikan secara bertahap melalui empat tahap yaitu pengenalan variabel dan pemodelan matematis dalam cerita, penerapan metode penyelesaian oleh karakter detektif, interpretasi hasil ke dalam konteks cerita, serta evaluasi kewajaran solusi. Tarigan & Siregar (2024) menyatakan bahwa penyajian materi numerasi dengan format naratif bertahap seperti ini

lebih efektif dibandingkan penyajian algoritmik karena mendorong siswa aktif mengonstruksi pemahaman dari alur cerita yang diikuti.

b. Kelebihan Komik Interaktif Dalam Pembelajaran Matematika

Komik interaktif menawarkan sejumlah keunggulan yang unik dan signifikan dalam pembelajaran matematika, terutama dibandingkan dengan media pembelajaran konvensional. Keunggulan-keunggulan ini berakar pada prinsip-prinsip psikologi kognitif dan didaktik yang kuat, sehingga bukan sekadar keunggulan estetis semata. Kustantina dkk. (2022) dalam penelitiannya yang membuktikan efektivitas komik matematika interaktif menyimpulkan bahwa keunggulan utama komik terletak pada kemampuannya untuk menurunkan kecemasan matematis (*mathematical anxiety*) dan meningkatkan keterlibatan afektif siswa secara signifikan, dua faktor yang selama ini menjadi hambatan utama dalam pembelajaran matematika.

Keunggulan pertama yang paling mendasar adalah integrasi sistem verbal dan visual yang sinergis. Komik secara inheren menggabungkan teks (dialog, narasi, keterangan) dengan gambar (panel, ekspresi karakter, ilustrasi situasi) dalam satu medium yang terpadu. Dari perspektif kognitif, integrasi ini secara langsung mengaktifkan kedua saluran pemrosesan informasi dalam otak manusia secara simultan, yaitu saluran verbal dan saluran nonverbal imajinal (Paivio, 1990, 2007). Ketika kedua saluran ini bekerja

bersama, informasi yang diproses meninggalkan jejak memori yang lebih kuat dan tahan lama, sehingga pemahaman konsep matematika yang disajikan melalui komik cenderung lebih baik dan lebih bertahan daripada yang disajikan hanya melalui teks atau hanya melalui gambar. Salsabila dkk. (2025) mengkonfirmasi hal ini dalam studi literatur sistematisnya yang menyimpulkan bahwa media pembelajaran yang memanfaatkan *dual coding* yaitu pendekatan pembelajaran yang menyajikan informasi secara bersamaan melalui saluran verbal dan saluran visual, sehingga otak akan memproses atau menyimpan informasi lebih kuat dan secara konsisten akan menunjukkan efektivitas lebih tinggi dalam meningkatkan literasi matematis siswa.

Keunggulan kedua adalah kemampuan menghadirkan konteks kehidupan nyata yang autentik. Narasi komik secara natural menempatkan konsep matematis dalam situasi kehidupan nyata yang konkret, sehingga membantu siswa memahami relevansi dan kegunaan matematika di luar Kelas. Hal ini sejalan dengan temuan Maghfiroh dkk. (2021) bahwa pendekatan kontekstual yang menghubungkan matematika dengan situasi nyata terbukti efektif dalam meningkatkan literasi numerasi siswa, karena mendorong siswa untuk menghubungkan pengetahuan matematis dengan pengalaman dunia nyata mereka. Dalam komik bertema detektif yang dikembangkan dalam penelitian ini, setiap kasus yang harus

dipecahkan oleh tokoh detektif merupakan representasi situasi SPLDV yang autentik dan dekat dengan pengalaman siswa.

Keunggulan ketiga adalah efek keterlibatan emosional dan identifikasi dengan karakter. Melalui karakter-karakter yang digambarkan dalam komik, siswa membangun keterikatan emosional yang mendorong motivasi intrinsik untuk mengikuti cerita dan memecahkan masalah bersama tokoh komik. Syafmen dkk. (2025) dalam pengembangan komik matematika berbasis *Problem Based Learning* (PBL) untuk materi SPLDV menemukan bahwa siswa yang menggunakan komik menunjukkan antusiasme dan keterlibatan yang jauh lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol, dengan nilai N-Gain sebesar 0,7 yang termasuk kategori tinggi.

Keunggulan keempat adalah komik interaktif unggul dalam menyederhanakan konsep abstrak melalui visualisasi. Konsep-konsep aljabar yang bersifat abstrak, seperti variabel dan sistem persamaan, dapat divisualisasikan secara konkret melalui situasi dalam panel komik, sehingga membantu siswa yang berada pada tahap perkembangan kognitif operasional konkret menuju formal untuk membangun pemahaman konseptual yang kuat (Mujtahid dkk., 2025).

c. Elemen Desain Komik Edukatif

Tingkat keberhasilan komik interaktif dalam pembelajaran matematika sangat ditentukan oleh kualitas rancangan desainnya. Apabila komik tersebut tidak didesain secara baik justru berpotensi

menjadi gangguan visual yang dapat mengalihkan fokus siswa dari materi matematika yang seharusnya dipelajari. Berdasarkan telaah terhadap berbagai penelitian sebelumnya, ada sejumlah elemen desain yang bersifat esensial guna menciptakan komik edukatif yang mampu bekerja secara efektif.

Pertama, narasi yang koheren dan kontekstual. Alur cerita komik harus dirancang dengan koheren dan memiliki relevansi kontekstual yang jelas dengan materi yang diajarkan. Syafmen dkk. (2025) menyatakan bahwa narasi yang kuat dan menarik merupakan elemen terpenting dalam komik matematika, karena narasi yang menarik mendorong siswa untuk secara sukarela mengikuti alur cerita dan secara tidak sadar mengkonstruksi pemahaman matematis melalui proses mengikuti dan memecahkan masalah dalam cerita. Dalam penelitian ini, narasi bertema detektif dipilih karena secara alami mendorong berpikir logis dan sistematis yang selaras dengan karakter matematis materi SPLDV.

Kedua, desain karakter yang relatable dan ekspresif. Karakter dalam komik harus dirancang dengan visual yang menarik dan ekspresi wajah yang ekspresif sehingga mampu membangun keterikatan emosional dengan pembaca. Kustantina dkk. (2022) menemukan bahwa faktor utama yang menyebabkan efektivitas komik matematika interaktif adalah desain karakter yang mampu membuat siswa merasa terlibat langsung dalam cerita. Karakter yang

terlalu generik atau tidak ekspresif cenderung gagal membangun keterlibatan emosional yang diperlukan untuk mempertahankan motivasi belajar siswa sepanjang sesi pembelajaran.

Ketiga, keseimbangan antara elemen naratif dan matematis. Desain komik edukatif harus menjaga keseimbangan yang tepat antara konten naratif (cerita, dialog, aksi karakter) dan konten matematis (rumus, tabel, grafik, soal). Kelebihan elemen naratif dapat mengaburkan konten matematis, sementara terlalu banyak elemen matematis dapat mengurangi daya tarik komik dan mengubahnya kembali menjadi buku teks biasa. Syafmen dkk. (2025) dalam pengembangan komik matematika berbasis PBL (*Problem Based Learning*) untuk materi SPLDV menemukan bahwa keberhasilan komik edukatif sangat ditentukan oleh kemampuannya mengintegrasikan konten matematis secara mulus ke dalam alur narasi, sehingga siswa tidak merasa sedang belajar matematika secara formal melainkan memecahkan masalah dalam konteks cerita yang mengalir secara alami.

Keempat, perlu diperhatikan penggunaan warna, tipografi, dan tata letak yang ramah bagi pengguna. Dengan memilih warna secara cermat, elemen-elemen dalam komik seperti dialog, narasi, persoalan matematika, dan panduan interaktif dapat dibedakan dengan mudah. Syafmen dkk. (2025) dalam proses pengembangan komik matematika berbasis PBL untuk materi SPLDV menggunakan model ADDIE

menegaskan bahwa aspek desain media meliputi pemilihan warna, keterbacaan tipografi, dan kerapian tata letak panel merupakan komponen validasi media yang dinilai secara eksplisit oleh ahli media dan berkontribusi langsung terhadap kepraktisan serta daya tarik komik bagi siswa.

Kelima, elemen interaktif yang terintegrasi secara natural. Elemen interaktif seperti pertanyaan eksplorasi, kotak isian jawaban, dan tombol umpan balik, harus diintegrasikan ke dalam alur cerita secara natural sehingga terasa sebagai bagian dari cerita bukan sebagai gangguan terhadap alur. Rahmaniati & Bulkani (2025) menemukan bahwa E-LKPD yang mengintegrasikan elemen interaktif secara natural ke dalam narasi pembelajaran memberikan pengalaman belajar yang lebih positif dibandingkan yang menyajikannya sebagai elemen terpisah.

4. Pendekatan *Deep Learning*

Pendekatan *deep learning* pada hakikatnya mengedepankan pemahaman yang mendalam dan bermakna, bukan sekadar hafalan (Mujtahid dkk., 2025). Sebagai salah satu pilar Kurikulum Merdeka, pendekatan ini diorientasikan untuk membangun pembelajaran yang reflektif dan kontekstual. Dimensi *mindful*, *meaningful*, dan *joyful learning* yang tersusun secara sinergis mendorong kesadaran, kebermaknaan, dan kegembiraan belajar. Penelitian ini mengintegrasikan ketiga dimensi tersebut ke dalam E-LKPD berbasis komik interaktif guna

menghadirkan pengalaman belajar matematika yang lebih bermakna. Berikut peneliti memaparkan masing-masing dimensi serta implementasinya pada pembelajaran matematika sebagai acuan dalam pengembangan produk.

a. *Mindful Learning, Meaningful Learning, Joyful Learning*

Pendekatan *deep learning* dalam konteks Kurikulum Merdeka di Indonesia merupakan pendekatan pembelajaran yang diadaptasi dari konsep pembelajaran mendalam (*pedagogy*) yang menekankan pada pemahaman konsep secara mendalam, kemampuan berpikir kritis dan reflektif, serta keterkaitan antarkonsep dengan konteks kehidupan nyata (Mujtahid dkk., 2025). Siregar dkk. (2025) mendefinisikan *deep learning* dalam pembelajaran matematika sebagai pendekatan yang berfokus pada keterlibatan penuh siswa dalam membangun pemahaman yang bermakna, bertahan lama, dan dapat ditransfer ke situasi baru, yang diwujudkan melalui tiga dimensi pembelajaran, yaitu *mindful*, *meaningful*, dan *joyful*. Rosiyati dkk. (2025) menegaskan bahwa ketiga dimensi ini bukan merupakan tiga pendekatan yang berdiri sendiri, melainkan tiga aspek yang saling melengkapi dan bekerja secara sinergis dalam membentuk pengalaman belajar yang holistik dan mendalam.

Mindful Learning (Pembelajaran Penuh Kesadaran) merupakan dimensi pertama yang mengacu pada kondisi di mana siswa berada dalam keadaan sadar penuh, fokus, dan reflektif selama proses

pembelajaran berlangsung. Siregar dkk. (2025) mendefinisikan *mindful learning* sebagai kondisi pembelajaran di mana siswa secara aktif memantau proses berpikir mereka sendiri, menyadari koneksi antara pengetahuan baru dengan yang sudah ada, dan secara metakognitif mengevaluasi strategi belajar yang digunakan. Dalam konteks pembelajaran matematika melalui E-LKPD berbasis komik interaktif, *mindful learning* diwujudkan melalui: (1) peta konsep di awal E-LKPD yang mendorong siswa untuk secara sadar membangun kerangka pengetahuan sebelum memulai eksplorasi; (2) pertanyaan refleksi di setiap bagian yang mendorong siswa untuk mengevaluasi pemahaman mereka; (3) aktivitas "apa yang sudah dipahami" dan "apa yang masih membingungkan" yang membangun kesadaran metakognitif. Mujtahid dkk. (2025) menyatakan bahwa *mindful learning* sangat relevan untuk penguatan literasi numerasi karena kemampuan membaca teks kontekstual secara cermat dan reflektif merupakan fondasi literasi numerasi yang harus dibangun secara sadar.

Meaningful Learning (Pembelajaran Bermakna) merupakan dimensi kedua yang mengacu pada kondisi di mana materi yang dipelajari dihadirkan dalam konteks yang relevan, bermakna, dan terhubung dengan pengalaman serta kehidupan nyata siswa. Rosiyati dkk. (2025) mendefinisikan *meaningful learning* sebagai proses di mana siswa menghubungkan pengetahuan baru dengan struktur

pengetahuan yang sudah ada (*prior knowledge*) secara bermakna, sehingga pengetahuan baru tersebut dapat diintegrasikan secara koheren ke dalam skema kognitif yang ada. Dalam E-LKPD berbasis komik interaktif, *meaningful learning* diwujudkan melalui: (1) penggunaan konteks cerita detektif yang autentik dan dekat dengan pengalaman siswa; (2) soal-soal literasi numerasi berbasis situasi kehidupan nyata seperti jual beli, pengukuran, dan usaha kerajinan; (3) pertanyaan "mengapa" dan "bagaimana hubungannya dengan kehidupan sehari-hari" yang mendorong siswa untuk menemukan makna dari konsep yang dipelajari. Tarigan & Siregar (2024) membuktikan bahwa pembelajaran berbasis masalah kontekstual yang bermakna secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan literasi numerasi dibandingkan pembelajaran berbasis prosedur yang terisolasi.

Joyful Learning (Pembelajaran yang Menyenangkan) merupakan dimensi ketiga yang mengacu pada kondisi di mana proses pembelajaran didesain untuk menimbulkan pengalaman afektif yang positif, menyenangkan, dan membangkitkan antusiasme siswa. Siregar dkk. (2025) menegaskan bahwa *joyful learning* bukan berarti pembelajaran yang hanya berfokus pada kesenangan tanpa substansi akademis, melainkan kondisi di mana tantangan kognitif yang bermakna disajikan dalam bungkus yang menarik dan menyenangkan sehingga membangun *intrinsic motivation* pada diri siswa. Dalam E-

LKPD berbasis komik interaktif, *joyful learning* diwujudkan melalui: (1) narasi komik bertema detektif yang menarik dan penuh tegangan naratif; (2) desain visual yang colorful dan ekspresif; (3) umpan balik interaktif yang memberikan apresiasi terhadap usaha siswa; dan (4) alur penyelidikan kasus yang membangun rasa pencapaian ketika siswa berhasil memecahkan kasus. Kustantina dkk. (2022) membuktikan bahwa komik matematika interaktif yang dirancang dengan prinsip *joyful learning* secara signifikan meningkatkan motivasi belajar siswa, yang merupakan prasyarat afektif penting bagi perkembangan literasi numerasi.

b. Implementasi dalam Pembelajaran Matematika

Implementasi pendekatan *deep learning* dalam pembelajaran matematika memerlukan perancangan yang sistematis dan komprehensif, mulai dari perumusan tujuan pembelajaran hingga perancangan aktivitas dan penilaian. Siregar dkk. (2025) dalam penelitiannya tentang desain pembelajaran matematika melalui *Pedagogy* menyimpulkan bahwa implementasi yang efektif memerlukan tiga elemen kunci: (1) tujuan pembelajaran yang berfokus pada pemahaman konseptual mendalam bukan sekadar penguasaan prosedur; (2) aktivitas pembelajaran yang menantang secara kognitif namun tersaji dalam konteks yang bermakna dan menyenangkan; dan (3) asesmen yang mengukur kemampuan berpikir

kritis dan penerapan konsep dalam situasi baru, bukan sekadar kemampuan reproduksi prosedur.

Dalam konteks penelitian ini, implementasi dioperasionalkan secara konkret melalui struktur aktivitas dalam E-LKPD sebagai berikut:

1) Tahap orientasi *mindful*

Siswa diajak membaca peta konsep SPLDV dan menjawab pertanyaan "apa yang sudah kamu ketahui tentang sistem persamaan?" sebagai aktivasi pengetahuan awal.

2) Tahap eksplorasi *meaningful*

Siswa mengikuti narasi komik detektif dan secara aktif membantu tokoh detektif memecahkan kasus menggunakan konsep SPLDV dalam konteks yang autentik.

a) Tahap penguatan *joyful*

Siswa menyelesaikan soal-soal latihan berorientasi literasi numerasi yang disajikan dalam konteks yang menarik dan mendapatkan umpan balik langsung.

3) Tahap refleksi dan konsolidasi

Siswa mengisi komponen refleksi diri dan rangkuman yang mendorong konsolidasi pengetahuan dan transfer ke situasi baru.

Mujtahid dkk. (2025) menegaskan bahwa implementasi yang terstruktur seperti ini terbukti lebih efektif dalam membangun

pemahaman konseptual yang mendalam dan bertahan lama dibandingkan pembelajaran konvensional.

Rahmaniati & Bulkani (2025) memberikan bukti empiris yang kuat bahwa E-LKPD yang mengintegrasikan prinsip *deep learning* (*mindful, meaningful, joyful learning*) menghasilkan peningkatan kompetensi siswa yang signifikan secara statistik, dengan rata-rata skor meningkat dari 56,8 menjadi 78,9 ($t(31)=9,21$; $p<0,001$; $d=1,63$) dan lebih dari 75% siswa melaporkan pengalaman belajar yang positif. Temuan ini mengkonfirmasi bahwa integrasi tiga dimensi dalam desain E-LKPD merupakan pendekatan yang tidak hanya secara teoritis kuat tetapi juga terbukti efektif secara empiris dalam meningkatkan capaian pembelajaran siswa. Rosiyati dkk. (2025) menambahkan bahwa implementasi yang efektif pada pembelajaran matematika juga berkontribusi terhadap peningkatan sikap positif siswa terhadap matematika, yang merupakan aspek afektif penting yang sering terabaikan dalam pengembangan media pembelajaran konvensional.

5. Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV)

Materi SPLDV merupakan salah satu pokok bahasan matematika SMP yang termuat dalam Kurikulum Merdeka. Dalam penelitian ini, materi tersebut dipilih karena karakternya yang kontekstual dinilai sangat mendukung pengembangan literasi numerasi meskipun di sisi lain kerap dianggap sulit oleh siswa (Gati & Wijaya, 2022). Beragam metode

penyelesaian yang tersedia seperti metode eliminasi, substitusi, campuran, dan grafik memberikan peluang untuk merancang aktivitas belajar yang lebih dinamis. Oleh karena itu, SPLDV dianggap ideal untuk disajikan melalui media komik interaktif. Berikut akan dibahas mengenai karakteristik konsep SPLDV, muatan literasi numerasi di dalamnya, serta kesulitan siswa berdasarkan level AKM dan PISA.

a. Karakteristik Konsep SPLDV

Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV) merupakan salah satu topik fundamental dalam aljabar yang dipelajari pada jenjang Kelas VIII SMP dan termasuk dalam domain konten aljabar (*change and relationships*) dalam kerangka PISA 2022 (OECD, 2023). Secara konseptual, SPLDV adalah kumpulan dua atau lebih persamaan linear yang memuat dua variabel yang nilainya tidak diketahui dan harus ditentukan secara simultan. Gati & Wijaya (2022) mendeskripsikan bahwa karakteristik utama SPLDV terletak pada sifat *simultaneous*-nya, yaitu bahwa kedua persamaan harus dipenuhi secara bersamaan oleh satu pasang nilai variabel yang sama dan inilah yang membedakannya dari persamaan linear satu variabel yang lebih sederhana.

Secara definitif, SPLDV adalah sistem yang terdiri atas dua persamaan linear dengan dua variabel yang tidak diketahui di mana penyelesaiannya adalah nilai dua variabel tersebut yang memenuhi kedua persamaan secara simultan. Karakteristik pertama dari materi

ini adalah sifatnya yang multimetode, artinya penyelesaian SPLDV dapat dilakukan melalui berbagai metode yang berbeda-beda yaitu metode substitusi, eliminasi, campuran (gabungan substitusi-eliminasi), dan grafik. Rahmasari & Setyaningsih (2023) menyatakan bahwa penguasaan keempat metode ini secara bersamaan merupakan indikasi kompetensi matematis yang tinggi, karena siswa yang memahami keempat metode memiliki fleksibilitas kognitif yang lebih besar dalam menghadapi berbagai variasi soal SPLDV.

Karakteristik kedua adalah sifat SPLDV yang sangat kontekstual dan dekat dengan kehidupan nyata. Hampir setiap situasi yang melibatkan dua kuantitas yang tidak diketahui dan dua kondisi yang harus dipenuhi secara bersamaan dapat dimodelkan sebagai SPLDV. Misalnya menentukan harga satuan dua jenis barang dari informasi total harga pembelian, menghitung kecepatan dua kendaraan dari informasi waktu perjalanan, atau menentukan usia dua orang dari hubungan usia yang diberikan.

Karakteristik ketiga adalah sifat SPLDV sebagai materi jembatan antara konsep aljabar dasar (persamaan linear satu variabel) dan konsep matematika yang lebih kompleks (sistem persamaan dengan lebih dari dua variabel, pemrograman linear). Rachmawati (2024) menegaskan bahwa materi SPLDV memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai latihan literasi numerasi karena permasalahannya selalu melibatkan teks kontekstual yang sebelum

dimodelkan ke dalam bentuk matematika harus dipahami maknanya secara utuh.

Keberagaman metode ini memberikan peluang bagi siswa untuk mengembangkan fleksibilitas berpikir matematis dan memilih strategi penyelesaian yang paling efisien sesuai dengan karakteristik masalah yang dihadapi. Syafmen dkk. (2025) berpendapat bahwa kekayaan representasi semacam ini menjadikan SPLDV topik yang sangat potensial untuk mengasah kemampuan representasi matematis, salah satu indikator literasi numerasi dalam kerangka OECD.

b. Potensi Literasi Numerasi dalam Materi SPLDV

Materi SPLDV memiliki potensi yang luar biasa sebagai konteks pengembangan literasi numerasi, karena secara alami mengandung semua dimensi yang diperlukan oleh kemampuan literasi numerasi yang komprehensif. Rachmawati (2024) secara tegas menyatakan bahwa SPLDV menjadi salah satu materi yang memiliki potensi terbesar untuk dikembangkan sebagai latihan literasi numerasi karena setiap permasalahan SPLDV yang autentik selalu berawal dari teks kontekstual yang harus dipahami dan diinterpretasikan sebelum dimodelkan ke dalam bentuk matematis. Karakteristik inilah yang menjadikan SPLDV sebagai jembatan alami antara literasi numerasi.

Potensi literasi numerasi dalam SPLDV dapat diidentifikasi pada setiap tahap penyelesaiannya. Pada tahap pembacaan soal, siswa memerlukan kemampuan literasi untuk memahami teks kontekstual,

mengidentifikasi informasi yang relevan, dan mengenali hubungan kuantitatif yang tersembunyi dalam narasi. Pada tahap pemodelan matematis, siswa memerlukan kemampuan matematisasi untuk menerjemahkan situasi nyata ke dalam sistem persamaan formal. Pada tahap penyelesaian, siswa memerlukan kemampuan numerasi untuk mengoperasikan prosedur aljabar secara akurat. Pada tahap interpretasi, siswa memerlukan kemampuan literasi numerasi integratif untuk mengembalikan solusi matematis ke dalam konteks asalnya dan mengevaluasi kewajarannya. Karakteristik semacam inilah yang membuat tidak banyak materi lain di jenjang SMP mampu secara alami memuat seluruh tahapan proses literasi numerasi dalam satu rangkaian penyelesaian yang koheren, sebagaimana yang dimiliki SPLDV.

Kustantina dkk. (2022), Syafmen dkk. (2025), serta Gati & Wijaya (2022) secara terpisah telah mengkonfirmasi bahwa soal-soal berbasis SPLDV yang dirancang dengan baik mampu mengukur berbagai indikator literasi numerasi OECD secara terintegrasi dalam satu soal. Hal ini membuat SPLDV menjadi pilihan yang sangat strategis sebagai konten dalam pengembangan instrumen literasi numerasi dan media pembelajaran yang bertujuan meningkatkan literasi numerasi siswa. Tarigan & Siregar (2024) menambahkan bahwa penggunaan materi SPLDV sebagai basis pengembangan E-LKPD literasi numerasi memiliki *construct validity* yang tinggi,

karena konten materi secara inheren mendukung pengembangan kompetensi literasi numerasi yang ditargetkan.

c. Kesulitan Siswa dalam Menyelesaikan SPLDV pada Level AKM dan PISA

Meskipun memiliki potensi besar sebagai konteks literasi numerasi, realitas lapangan menunjukkan bahwa materi SPLDV justru menjadi salah satu topik yang paling sering menjadi sumber kesulitan bagi siswa Kelas VIII. Kesulitan-kesulitan ini telah terdokumentasi dengan baik dalam beberapa penelitian terdahulu yang relevan, dan analisis terhadap pola kesulitan tersebut memberikan panduan yang berharga untuk pengembangan media pembelajaran yang tepat sasaran.

Gati & Wijaya (2022) dalam penelitiannya tentang analisis kesalahan siswa SMP dalam menyelesaikan soal numerasi SPLDV menggunakan pendekatan Newman menemukan bahwa kesalahan terbesar siswa terjadi pada dua tahap yang mencerminkan kemampuan literasi numerasi tingkat tinggi. Pertama, kesalahan transformasi masalah (*transformation error*), yaitu kesulitan dalam menerjemahkan situasi kontekstual ke dalam model matematika yang tepat. Kedua, kesalahan keterampilan proses (*process skill error*), yaitu kesalahan dalam menerapkan prosedur matematis yang benar meskipun model matematika sudah tersusun dengan tepat. Temuan ini mengindikasikan bahwa kelemahan siswa tidak hanya terletak pada

aspek prosedural, tetapi lebih fundamental pada kemampuan matematisasi, yaitu kemampuan yang berada pada level proses merumuskan dalam kerangka PISA 2022.

Rahmasari & Setyaningsih (2023) dalam penelitian tentang kemampuan literasi matematika siswa dalam memecahkan soal cerita SPLDV mengkonfirmasi dan memperkuat temuan Gati & Wijaya (2022) dengan menyimpulkan bahwa kelemahan utama siswa terletak pada kemampuan membaca dan menginterpretasikan konteks soal, yang merupakan fondasi paling awal dari literasi numerasi. Secara spesifik, siswa dengan kemampuan literasi numerasi rendah cenderung langsung mencari pola bilangan dalam soal tanpa memahami makna kontekstualnya, sehingga seringkali menggunakan persamaan yang salah karena salah memahami relasi antar variabel dalam cerita. Kesulitan ini secara langsung berkaitan dengan level AKM pemahaman (*knowing*) yang merupakan level paling dasar sekalipun.

Cahyanovianty & Wahidin (2021) dalam penelitiannya tentang kemampuan numerasi peserta didik Kelas VIII menemukan bahwa meskipun sebagian besar siswa mampu menyelesaikan soal SPLDV pada level pemahaman prosedural, hanya sebagian kecil yang mampu menjawab soal-soal yang menuntut penalaran dan interpretasi, yaitu level tertinggi dalam hierarki AKM. Dewi dkk. (2024) dalam profilnya terhadap kemampuan literasi numerasi siswa Kelas VIII

SMP di Palembang menemukan temuan serupa, yaitu bahwa kesenjangan antara kemampuan prosedural dan kemampuan kontekstual siswa masih sangat besar, dengan siswa secara konsisten menunjukkan performa yang jauh lebih baik pada soal algoritmik dibandingkan soal kontekstual berbasis literasi numerasi.

Pola kesulitan yang terdokumentasi ini memiliki implikasi langsung terhadap perancangan E-LKPD dalam penelitian ini diantaranya:

- 1) E-LKPD harus secara eksplisit melatih kemampuan membaca dan interpretasi teks kontekstual melalui narasi komik yang kaya dan bermakna.
- 2) Aktivitas matematisasi harus mendapat porsi yang cukup dan disajikan secara bertahap dengan *scaffolding* yang memadai. Scaffolding dalam hal ini berarti E-LKPD menyajikan aktivitas matematisasi secara berjenjang, dimulai dari contoh yang sudah terisi sebagian (semi-terstruktur), kemudian beralih ke soal terbimbing dengan petunjuk langkah demi langkah, dan akhirnya menuju soal mandiri tanpa bantuan. Dengan cara ini, siswa yang semula kesulitan mengubah cerita menjadi model matematika mendapat dukungan yang cukup di awal, kemudian secara bertahap mandiri seiring peningkatan kemampuannya.
- 3) Soal latihan harus mencakup seluruh level AKM secara proporsional, dengan penekanan khusus pada soal-soal level

penalaran yang selama ini paling sering menjadi kelemahan siswa. Aisyah dkk. (2026) dalam studi literatur sistematisnya menyimpulkan bahwa media pembelajaran yang dirancang dengan terlebih dahulu mengidentifikasi kesulitan belajar siswa secara spesifik terbukti lebih efektif dalam mengatasi hambatan belajar matematika dibandingkan media yang dikembangkan tanpa mempertimbangkan pola kesulitan siswa secara empiris.

B. Kajian Penelitian Yang Relevan

Dalam penelitian ini, terdapat sejumlah penelitian terdahulu yang memiliki relevansi langsung dengan aspek produk, metodologi, maupun topik yang diteliti yaitu E-LKPD, komik matematika interaktif, pendekatan *deep learning*, materi SPLDV, dan literasi numerasi. Berikut ini disajikan kajian terhadap enam penelitian terdahulu yang paling relevan.

1. Kustantina dkk. (2022) dalam penelitian berjudul “Efektivitas Komik Matematika untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Numerasi dan Motivasi Belajar Siswa pada Materi Pythagoras” membuktikan bahwa komik matematika interaktif efektif meningkatkan literasi numerasi dan motivasi belajar siswa Kelas VIII dengan desain komik bergaya percakapan yang berhasil membuat siswa terlibat aktif, melalui metode eksperimen (*quasi-experiment*) dengan desain *pretest-posttest control group*. Penelitian tersebut memperkuat dasar pemilihan format komik interaktif sebagai media dalam E-LKPD yang dikembangkan, mengingat subjek penelitian (Kelas VIII) dan variabel yang diukur (literasi numerasi)

sama dengan penelitian ini. Namun penelitian tersebut tidak mengemas komik dalam format E-LKPD dan tidak mengintegrasikan pendekatan *deep learning*. Meskipun menjadi bukti empiris yang kuat atas efektivitas komik, celah integrasi E-LKPD dan *deep learning* masih terbuka lebar untuk diteliti lebih lanjut.

2. Tarigan & Siregar (2024) mengembangkan LKPD elektronik dengan model pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan literasi numerasi siswa MTsN 1 Medan, dan membuktikan bahwa E-LKPD tersebut berhasil meningkatkan literasi numerasi siswa serta memperoleh nilai validitas dan kepraktisan yang tinggi, melalui metode R&D dengan model ADDIE yang mencakup uji validitas ahli serta uji kepraktisan guru dan siswa. Penelitian ini sangat relevan dari sisi format produk (E-LKPD) dan variabel tujuan (literasi numerasi), sehingga menjadi acuan prosedur pengembangan dalam penelitian ini. Namun penelitian tersebut tidak menggunakan media komik interaktif dan tidak mengintegrasikan pendekatan *deep learning* dalam desain produknya, sehingga celah utama yang perlu dijawab adalah integrasi komik interaktif dan *deep learning* ke dalam E-LKPD untuk literasi numerasi.
3. Syafmen dkk. (2025) mengembangkan media komik matematika berbasis *problem based learning* (PBL) untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada materi SPLDV dan menemukan bahwa produk tersebut sangat valid (skor materi 81 dan media 82), sangat praktis, serta efektif dengan N-Gain sebesar 0,7, melalui metode R&D

model ADDIE dengan uji validasi ahli, uji lapangan terbatas, dan uji lapangan luas. Penelitian ini sangat relevan karena menggunakan materi SPLDV yang sama dan format komik, sehingga membuktikan kelayakan komik SPLDV secara empiris. Akan tetapi produk tersebut tidak dikemas dalam format E-LKPD digital dan tidak mengintegrasikan *deep learning*, serta variabel yang diukur adalah pemecahan masalah bukan literasi numerasi. Meskipun memperkuat potensi komik SPLDV, integrasi *deep learning* dan literasi numerasi masih menjadi celah yang belum terjawab.

4. Rahmaniati & Bulkani (2025) dalam penelitian berjudul “*Development of STEM-Based E-LKPD Using Deep Learning Principles to Improve Elementary School Students’ Science Competence*” membuktikan bahwa E-LKPD berbasis prinsip *deep learning* (*mindful, meaningful, joyful learning*) mampu meningkatkan kompetensi sains siswa SD secara signifikan, dari rata-rata 56,8 menjadi 78,9 ($t(31)=9,21$; $p<0,001$), melalui metode R&D model ADDIE dengan desain *pre test* dan *post test*, uji validasi, uji terbatas, dan uji lapangan. Penelitian ini sangat relevan sebagai bukti empiris efektivitas integrasi E-LKPD dan pendekatan *deep learning* sehingga menjadi rujukan utama dalam mendesain prinsip *mindful, meaningful, dan joyful learning* pada penelitian ini. Namun penelitian tersebut berfokus pada mata pelajaran sains untuk jenjang SD bukan matematika SMP dan tidak menggunakan media komik interaktif, sehingga meskipun kerangka *deep learning* dalam E-LKPD terbukti

efektif, diperlukan adaptasi lebih lanjut untuk konteks matematika SMP dengan media komik.

5. Gati & Wijaya (2022) dalam penelitian berjudul “Analisis Kesalahan Peserta Didik SMP dalam Menyelesaikan Soal Numerasi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV) dengan Pendekatan Newman” menemukan bahwa kesalahan terbesar siswa SMP dalam menyelesaikan soal numerasi SPLDV terjadi pada tahap transformasi masalah dan keterampilan proses, yang mencerminkan kelemahan literasi numerasi, melalui metode deskriptif kualitatif dengan analisis kesalahan Newman. Penelitian ini memberikan justifikasi kuat tentang perlunya media pembelajaran yang secara khusus dirancang untuk meningkatkan literasi numerasi pada materi SPLDV. Meskipun demikian penelitian tersebut hanya menganalisis kesalahan tanpa memberikan solusi berupa pengembangan media pembelajaran yang konkret, sehingga meskipun menjadi salah satu fondasi empiris utama urgensi penelitian ini, solusi media tetap perlu dikembangkan secara spesifik.
6. Rahmasari & Setyaningsih (2023) dalam penelitian tentang kemampuan literasi matematika siswa dalam memecahkan soal cerita berdasarkan langkah Polya pada materi SPLDV ditinjau dari gaya kognitif, menemukan bahwa kelemahan utama literasi matematika siswa dalam soal SPLDV terletak pada kemampuan membaca dan menginterpretasikan konteks soal, terutama bagi siswa bergaya kognitif *field-dependent*, melalui penelitian deskriptif kualitatif dengan analisis literasi berdasarkan langkah Polya.

Penelitian ini relevan sebagai dasar identifikasi kelemahan spesifik literasi numerasi SPLDV yang menjadi target peningkatan melalui E-LKPD yang dikembangkan dalam penelitian ini. Namun penelitian tersebut tidak mengembangkan media atau intervensi pembelajaran dan berfokus pada diagnosis, bukan solusi, sehingga meskipun diagnosis kelemahan ini menjadi arah desain soal dan aktivitas dalam E-LKPD, penelitian lanjutan berupa pengembangan media tetap dibutuhkan.

Berdasarkan kajian terhadap enam penelitian terdahulu di atas, terlihat bahwa setiap penelitian memberikan kontribusi penting namun masing-masing juga memiliki keterbatasan yang tidak dapat dijawab oleh penelitian itu sendiri. Kustantina dkk. (2022) membuktikan efektivitas komik interaktif untuk literasi numerasi namun tidak dalam format E-LKPD dan tanpa pendekatan *deep learning*. Tarigan & Siregar (2024) membuktikan efektivitas E-LKPD untuk literasi numerasi namun tanpa komik dan tanpa pendekatan *deep learning*. Syafmen dkk. (2025) membuktikan kelayakan komik SPLDV namun bukan untuk literasi numerasi dan bukan E-LKPD. Rahmaniati & Bulkani (2025) membuktikan efektivitas E-LKPD berbasis *deep learning* namun untuk sains SD bukan matematika SMP. Gati & Wijaya (2022) dan Rahmasari & Setyaningsih (2023) mendiagnosis kelemahan literasi numerasi SPLDV namun tidak mengembangkan solusi media yang konkret. Celah yang teridentifikasi dari keenam penelitian ini menegaskan perlunya penelitian yang secara integratif mengembangkan E-LKPD matematika berbasis komik interaktif

dengan pendekatan *deep learning* untuk meningkatkan literasi numerasi siswa Kelas VIII pada materi SPLDV yang menjadi fokus utama penelitian ini.

C. Kerangka Berpikir

Berawal dari data PISA 2022 yang memperlihatkan skor numerasi siswa Indonesia hanya mencapai 366, jauh tertinggal dari rata-rata OECD sebesar 472 (OECD, 2023). Temuan ini mengindikasikan rendahnya kemampuan literasi numerasi siswa Indonesia secara umum dan kondisi serupa ditemukan di SMP Negeri 01 Mejayan. Meskipun nilai ulangan harian siswa di sekolah tersebut mengalami peningkatan setelah penerapan *deep learning*, kemampuan mereka dalam menghadapi soal kontekstual yang mengukur literasi numerasi ternyata masih rendah (Cahyanovianty & Wahidin, 2021). Hasil analisis lapangan lebih lanjut mengungkapkan bahwa media pembelajaran yang digunakan selama ini belum dirancang secara khusus untuk mengintegrasikan aspek literasi numerasi, sehingga meski berbagai platform digital telah dimanfaatkan, efektivitasnya dalam meningkatkan literasi numerasi tetap terbatas.

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, penelitian ini mengajukan solusi berupa Pengembangan E-LKPD Matematika Berbasis Komik Interaktif Berpendekatan *Deep Learning* Pada Materi SPLDV Untuk Meningkatkan Literasi Numerasi Siswa SMP Kelas VIII. Pemilihan solusi ini tidak dilakukan secara sembarangan, melainkan didasarkan pada fondasi teoritis yang kuat yaitu prinsip *dual coding theory* dari Paivio (1990, 2007) yang menjustifikasi penggunaan komik sebagai medium penyajian konten matematika. Secara

singkat, teori ini menjelaskan bahwa manusia memiliki dua jalur pemrosesan informasi yang bekerja secara terpisah namun saling melengkapi, yaitu jalur verbal untuk memproses kata-kata dan jalur visual untuk memproses gambar. Ketika keduanya diaktifkan sekaligus seperti yang terjadi saat membaca komik yang memadukan teks dan ilustrasi, pemahaman menjadi lebih dalam dan informasi lebih mudah diingat jangka panjang.

Landasan kedua adalah prinsip *deep learning* (*mindful, meaningful, joyful learning*) yang menjadi landasan pendekatan pedagogis dalam E-LKPD ini. Secara empiris, penelitian terdahulu dari Kustantina dkk. (2022), Tarigan & Siregar (2024), Syafmen dkk. (2025), serta Rahmaniati & Bulkani (2025) secara bersama-sama memberikan landasan yang kokoh bagi masing-masing komponen solusi yang diajukan. Yang menjadi kebaruan utama dalam penelitian ini adalah integrasi ketiga komponen yaitu E-LKPD, komik interaktif, dan *deep learning* dalam satu produk yang belum pernah diteliti sebelumnya.

Produk yang dikembangkan selanjutnya akan dievaluasi melalui dua tahap utama sesuai dengan tahap *Develop* pada model 4D. Pertama, produk akan menjalani uji validasi oleh ahli materi dan ahli media untuk memastikan kelayakan konten matematika dan kelayakan desain media secara terpisah namun saling melengkapi. Setelah dilakukan revisi berdasarkan masukan para validator, produk kemudian akan diujicobakan secara terbatas kepada guru dan siswa melalui angket respon untuk mengetahui tingkat kepraktisannya dalam kondisi pembelajaran yang nyata. Dengan demikian, keluaran yang diharapkan

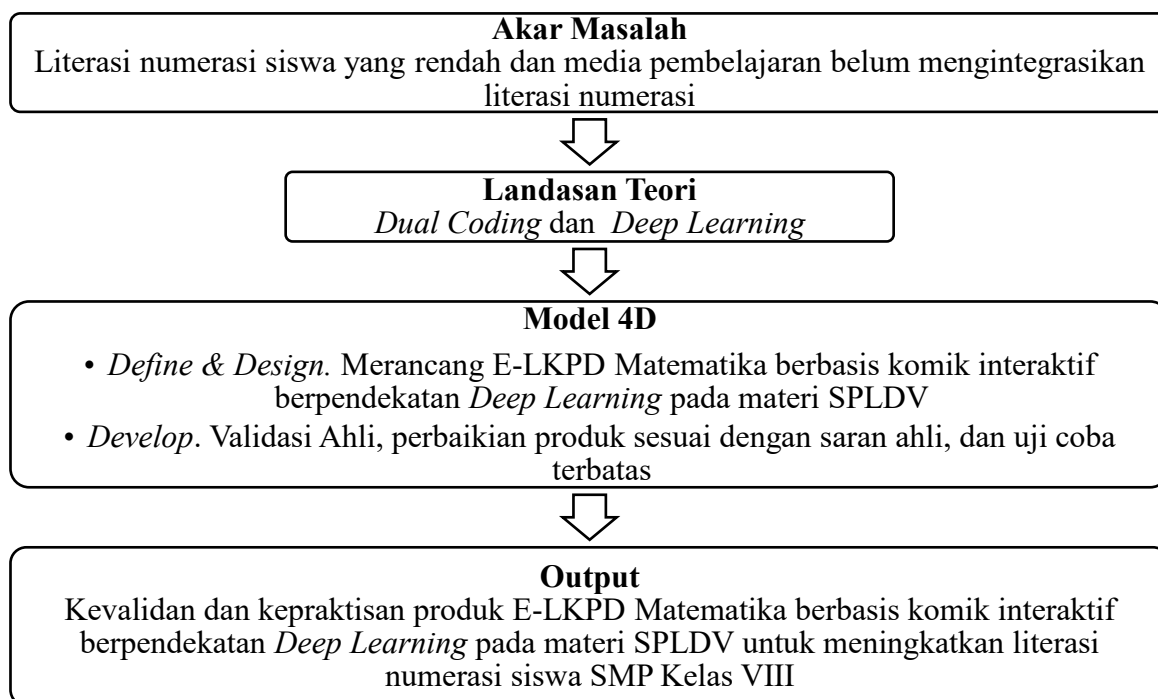
dari pengembangan produk ini adalah E-LKPD yang dinyatakan valid oleh ahli dan praktis menurut respon guru serta siswa, sebagai prasyarat bagi produk pembelajaran yang berpotensi mendukung peningkatan literasi numerasi siswa. Pengujian keefektifan secara terukur terhadap peningkatan tersebut berada di luar cakupan penelitian ini dan disarankan untuk dikaji pada penelitian lanjutan.

Hubungan antara produk yang dikembangkan dengan literasi numerasi secara konseptual dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Dimensi *mindful learning* membantu siswa membaca teks kontekstual dengan teliti dan penuh pemahaman, sehingga melatih kemampuan komunikasi dan matematisasi sebagai dasar literasi numerasi
2. Dimensi *meaningful learning* melalui cerita komik detektif membuat materi SPLDV lebih dekat dengan kehidupan sehari-hari sehingga siswa dapat melatih kemampuan memahami, menafsirkan, dan menalar matematika
3. Dimensi *joyful learning* melalui fitur interaktif membantu mengurangi rasa takut atau cemas terhadap matematika serta menjaga keterlibatan siswa saat menyelesaikan masalah SPLDV yang cukup kompleks.

Ketiga dimensi tersebut saling mendukung dalam mengembangkan enam kemampuan matematis PISA yang digunakan sebagai indikator literasi numerasi dalam penelitian ini, sehingga E-LKPD yang dikembangkan diharapkan mampu membantu siswa meningkatkan literasi numerasi secara lebih optimal.

Secara ringkas, alur logika kerangka berpikir penelitian ini bermula dari rendahnya literasi numerasi akibat media pembelajaran yang belum terintegrasi secara optimal, sehingga mendorong pengembangan E-LKPD berbasis komik interaktif dengan pendekatan *deep learning* sebagai solusi yang mengakomodasi kebutuhan visual-kinestetik siswa, menyajikan SPLDV dalam konteks yang bermakna, sekaligus mendorong pemahaman mendalam melalui aktivitas berpikir sadar dan reflektif yaitu proses yang mengajak siswa memantau pemahamannya sendiri, menyadari koneksi antara konsep baru dan pengetahuan sebelumnya, serta mengevaluasi proses berpikirnya selama belajar. Pada akhirnya, seluruh rangkaian proses ini diharapkan menghasilkan E-LKPD yang valid dan praktis, sebagai produk yang berpotensi mendukung peningkatan literasi numerasi siswa.



Gambar 2.1. Kerangka berpikir

D. Hipotesis

Berdasarkan kajian teori, penelitian yang relevan, dan kerangka berpikir yang telah diuraikan, penelitian ini mengajukan hipotesis kerja yang sejalan dengan cakupan model 4D pada tahap *Develop* yaitu kevalidan dan kepraktisan produk. Hipotesis kerja ini bersifat deskriptif dan dikonfirmasi melalui kriteria kategori penilaian, bukan melalui uji statistik karena penelitian ini tidak merancang pengujian efektivitas melalui *pre test post test*. Hipotesis kerja yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. E-LKPD Matematika berbasis komik interaktif berpendekatan *deep learning* pada materi SPLDV dinyatakan valid oleh ahli materi dan ahli media, dengan perolehan skor minimal pada kategori valid.
2. E-LKPD Matematika berbasis komik interaktif berpendekatan *deep learning* pada materi SPLDV dinyatakan praktis berdasarkan respons guru dan respons siswa, dengan perolehan skor minimal pada kategori praktis.

Kedua hipotesis kerja tersebut akan dikonfirmasi secara deskriptif berdasarkan hasil penilaian lembar validasi ahli serta angket respons guru dan siswa mengikuti kriteria kategori kevalidan dan kepraktisan. Karena penelitian ini tidak mencakup pengujian efektivitas melalui *pre test-post test*, hipotesis kerja ini tidak dirumuskan dalam bentuk hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_1) sebagaimana lazim pada penelitian korelasional atau eksperimental melainkan sebagai target kualitas produk yang ingin dicapai melalui tahap *develop*.