

TINJAUAN SISTEMATIS: INTEGRASI *DISCOVERY LEARNING* DAN *VIRTUAL REALITY* UNTUK MENGEMBANGKAN BERPIKIR KRITIS DALAM PEMBELAJARAN IPA DI SEKOLAH DASAR

Sarry Sumiyaty¹, Ucu Rahayu², Ika Lestari³

^{1,2}Sekolah Pasca Sarjana Universitas Terbuka, ³Pascasarjana Fakultas Pendidikan Universitas Negeri Jakarta

sarry.sumiyaty@gmail.com, urahayu@ut.ac.id, ikalestari@unj.ac.id

ABSTRACT

The rapid development of digital technology has created new opportunities for science learning in primary schools, particularly in fostering students' critical thinking skills. However, science education at the elementary level is still often dominated by conventional methods that emphasize rote memorization, leaving students with limited opportunities to develop analytical and reflective abilities. This study aims to examine the potential of integrating the Discovery Learning (DL) model with Virtual Reality (VR) technology to enhance critical thinking skills in science learning. The methodology employed is a literature review involving a systematic analysis of articles, research reports, and academic publications related to DL, VR, and science education. The review focuses on identifying contributions, advantages, and limitations of applying VR within the context of primary education. Findings indicate that the integration of DL with VR has the potential to provide immersive, interactive, and contextual learning experiences, encouraging students to observe, ask questions, and evaluate information critically. While VR enables the tangible exploration of abstract scientific concepts, DL facilitates inquiry and independent discovery processes. Nevertheless, its implementation faces challenges such as limited infrastructure, the need for teacher training, and the relatively high cost of technological devices. Overall, this review highlights that the use of VR within a DL framework can serve as an innovative strategy to strengthen students' critical thinking skills. Recommendations are directed at teachers to begin exploring technological integration, policymakers to support the provision of facilities, and researchers to further investigate its effectiveness through empirical studies in primary school settings.

Keywords: *critical thinking, discovery learning, virtual reality*

ABSTRAK

Perkembangan pesat teknologi digital telah membuka peluang baru dalam pembelajaran sains di sekolah dasar, khususnya dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa. Namun demikian, pendidikan sains pada jenjang sekolah dasar masih kerap didominasi oleh metode konvensional yang berfokus

pada hafalan, sehingga siswa memiliki kesempatan yang terbatas untuk mengasah kemampuan analitis dan reflektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi penerapan model *Discovery Learning* (DL) yang dipadukan dengan teknologi *Virtual Reality* (VR) dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada pembelajaran sains. Metode yang digunakan adalah literature review dengan menganalisis secara sistematis artikel, laporan penelitian, serta publikasi akademik yang berkaitan dengan DL, VR, dan pendidikan sains. Tinjauan ini difokuskan pada identifikasi kontribusi, kelebihan, dan keterbatasan penerapan VR dalam konteks pendidikan dasar. Hasil kajian menunjukkan bahwa integrasi DL dengan VR berpotensi menghadirkan pengalaman belajar yang imersif, interaktif, dan kontekstual. Pendekatan ini mendorong siswa untuk mengamati, mengajukan pertanyaan, serta mengevaluasi informasi secara kritis. VR memungkinkan eksplorasi konkret terhadap konsep-konsep sains yang bersifat abstrak, sementara DL memfasilitasi proses inkuiri dan penemuan mandiri. Meski demikian, implementasinya masih menghadapi sejumlah tantangan, antara lain keterbatasan infrastruktur, kebutuhan pelatihan guru, serta biaya perangkat teknologi yang relatif tinggi. Secara keseluruhan, kajian ini menegaskan bahwa penggunaan VR dalam kerangka DL dapat menjadi strategi inovatif untuk memperkuat keterampilan berpikir kritis siswa. Rekomendasi diarahkan kepada guru agar mulai mengeksplorasi integrasi teknologi dalam pembelajaran, kepada pembuat kebijakan untuk mendukung penyediaan sarana, serta kepada peneliti untuk melakukan studi empiris lanjutan di sekolah dasar.

Kata Kunci: berfikir kritis, *discovery learning*, *virtual reality*

A. Pendahuluan

Pendidikan abad ke-21 menuntut lebih dari sekadar penguasaan materi pelajaran. Siswa dituntut untuk mampu berpikir kritis, berkreasi, serta berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran. Sayangnya, metode konvensional sering kali belum sepenuhnya menjawab kebutuhan tersebut. Kondisi ini mendorong lahirnya berbagai inovasi, salah satunya melalui pemanfaatan teknologi pembelajaran yang berkembang

pesat dalam satu dekade terakhir. Pergeseran paradigma dari pendekatan perilaku tradisional menuju kerangka konstruktivis yang berpusat peserta didik menekankan pentingnya menyesuaikan proses belajar dengan kebutuhan, karakteristik, dan preferensi siswa. Dalam konteks ini, berbagai alat seperti aplikasi berbasis web, perangkat lunak, hingga teknologi seluler telah digunakan untuk mendesain pengalaman belajar yang lebih efektif (Dabbagh et al., 2019).

Model *Discovery Learning* (DL) memegang peran penting dalam menumbuhkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa. Melalui pendekatan ini, peserta didik diajak untuk terlibat aktif dalam eksplorasi pengetahuan, membangun pemahaman melalui penyelidikan, serta berlatih memecahkan masalah secara mandiri. Sejumlah penelitian menegaskan bahwa penerapan DL dapat memperkuat kemampuan berpikir kritis, terutama dalam aspek analisis dan evaluasi yang dibutuhkan untuk pengambilan keputusan efektif (Manurung & Pappachan, 2025; Marjan et al., 2024). Penggunaan VR dalam pembelajaran, juga mampu menghadirkan lingkungan belajar yang imersif dan interaktif, di mana siswa tidak hanya menerima informasi, tetapi juga aktif mengeksplorasi dan membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung. Karakteristik tersebut selaras dengan prinsip DL yang menekankan keterlibatan siswa dalam proses penemuan konsep. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa integrasi VR dengan DL dapat meningkatkan keterlibatan siswa, memperkuat keterampilan berpikir kritis (Faresta et al., 2024), sekaligus

mendorong kreativitas melalui aktivitas eksperimen dan pemecahan masalah yang lebih inovatif (Erita et al., 2024).

Lebih jauh, VR juga terbukti mampu menjembatani kesenjangan antara konsep abstrak dengan pengalaman nyata. Materi yang sulit dipahami secara teoritis dapat divisualisasikan secara konkret, sehingga lebih mudah diakses oleh peserta didik (Radianti et al., 2020). Selain itu, penggunaan VR tidak hanya berpengaruh pada pemahaman konseptual, tetapi juga meningkatkan motivasi intrinsik siswa untuk belajar (Makransky et al., 2021; Parong & Mayer, 2018). Meski demikian, sejumlah pertanyaan masih muncul, misalnya terkait sejauh mana efektivitas VR dibandingkan dengan pendekatan pembelajaran lain, serta bagaimana motivasi siswa berperan dalam mendukung capaian belajar mereka.

Dengan latar belakang tersebut, kajian literatur ini menjadi penting untuk dilakukan. Kajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bukti-bukti empiris yang sudah ada, sekaligus menggali ruang penelitian yang masih terbuka (Webster & Watson, 2002). Rumusan masalah yang diangkat

mencakup: (1) potensi teknologi VR dalam meningkatkan berpikir kritis peserta didik, (2) kontribusi VR dalam membantu siswa memahami konsep abstrak, serta (3) arah penelitian selanjutnya yang dapat dikembangkan. Sejalan dengan itu, tujuan kajian pustaka ini adalah menganalisis penelitian terdahulu, merangkum temuan yang relevan, dan merumuskan rekomendasi yang dapat menjadi landasan dalam pengembangan pembelajaran berbasis VR di masa depan.

B. Metode Penelitian

Metode penelitian dalam penelitian ini adalah kajian pustaka. Langkah awal dilakukan dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber akademik yang kredibel, meliputi Google Scholar, Scopus, ERIC, dan DOAJ, untuk memastikan kualitas dan validitas referensi yang digunakan. Proses pencarian dilakukan dengan menggunakan kata kunci yang relevan, seperti DL, VR, critical thinking, dan science education. Dari hasil penelusuran awal, terkumpul sekitar 200 artikel yang memuat tema terkait. Artikel-artikel tersebut kemudian disaring kembali dengan mempertimbangkan

kriteria inklusi, yaitu rentang publikasi antara tahun 2014 hingga 2024, telah melalui proses peer-reviewed, dan relevan dengan topik yang dikaji.

Setelah penyaringan tahap pertama, jumlah artikel berkurang menjadi sekitar 90 artikel. Proses seleksi dilanjutkan dengan menelaah abstrak, metodologi, serta kesesuaian fokus penelitian terhadap rumusan masalah dalam kajian ini. Dari hasil seleksi tersebut, diperoleh 40 artikel yang lebih spesifik membahas tentang penerapan model DL maupun penggunaan VR dalam pembelajaran, khususnya dalam kaitannya dengan pengembangan keterampilan berpikir kritis dan pemahaman konsep abstrak. Selanjutnya, artikel-artikel tersebut dianalisis lebih mendalam, hingga akhirnya dipilih 20 artikel utama yang dinilai paling komprehensif dan relevan dengan tujuan penelitian.

Analisis dalam kajian pustaka ini dilakukan dengan pendekatan sintesis naratif, yaitu menggabungkan berbagai temuan penelitian ke dalam uraian deskriptif yang saling terhubung. Melalui teknik ini, peneliti dapat mengidentifikasi kesamaan, perbedaan, serta arah perkembangan penelitian terkait VR dalam

pembelajaran berbasis DL. Kajian ini tidak hanya memanfaatkan data sekunder berupa hasil penelitian terdahulu, tetapi juga menekankan pada keterkaitan temuan empiris untuk memberikan gambaran yang lebih utuh mengenai potensi teknologi VR dalam meningkatkan motivasi belajar dan pemahaman konsep abstrak. Dengan demikian, metode ini memungkinkan peneliti merumuskan rekomendasi yang lebih terarah bagi pengembangan riset dan praktik pendidikan di masa mendatang.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bagian ini menyajikan hasil kajian literatur yang telah dianalisis secara sistematis untuk menelaah potensi integrasi Discovery Learning (DL) dengan Virtual Reality (VR) dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar. Analisis dilakukan dengan mengelompokkan temuan penelitian sebelumnya ke dalam beberapa tema utama, meliputi efektivitas DL dalam menumbuhkan keterampilan berpikir kritis, kontribusi VR dalam menghadirkan pengalaman belajar yang imersif, serta tantangan implementasi keduanya di konteks sekolah dasar. Untuk mempermudah pemetaan, rangkuman temuan

penelitian disajikan dalam Tabel 1, yang menjadi dasar bagi diskusi komparatif dan penarikan implikasi pembelajaran pada bagian berikutnya.

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1, kajian literatur memperlihatkan kecenderungan yang konsisten bahwa model DL memiliki peran sentral dalam menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. Penelitian Fadila et al. (2021), Rakhmawati & Mawardi (2021), hingga Rahma & Masniladevi (2023) misalnya, menegaskan bahwa penerapan DL mendorong siswa lebih aktif bertanya, menganalisis data, serta menyimpulkan temuan secara mandiri (Fadila et al., 2021; Rahma & Masniladevi, 2023; Rakhmawati & Mawardi, 2021). Hal ini berbeda dengan pola pembelajaran konvensional yang cenderung menempatkan siswa sebagai penerima pasif informasi. Temuan tersebut menguatkan argumen bahwa DL mampu memberikan ruang lebih luas bagi pengembangan kemampuan analitis dan reflektif, yang merupakan inti dari keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran IPA. Selain itu, Tabel 1 juga memperlihatkan bahwa penggunaan VR dalam pembelajaran semakin banyak dipandang sebagai

sarana pelengkap yang mampu memperkuat efektivitas DL. Studi Alifteria *et al.* (2023) serta Erita *et al.* (2024) menunjukkan bahwa pengalaman belajar berbasis VR tidak hanya meningkatkan keterlibatan siswa, tetapi juga membantu mereka memahami konsep-konsep abstrak melalui visualisasi yang lebih nyata. Integrasi VR dalam kerangka DL memberi peluang bagi siswa untuk melakukan eksplorasi ilmiah secara lebih mendalam, misalnya melalui simulasi fenomena sains yang sulit dihadirkan dalam kelas nyata (Alifteria *et al.*, 2023; Erita *et al.*, 2024). Dengan demikian, kombinasi keduanya tidak hanya memperkuat pemahaman konseptual, tetapi juga menciptakan pengalaman belajar yang lebih imersif dan bermakna.

**Tabel 1 Ringkasan Literatur Terkait
Discovery Learning, Virtual
Reality, dan Berpikir Kritis
dalam Pembelajaran
IPA SD**

Penu lis & Tahu n	Foku s Penel itian	Meto de / Kont eks	Temua n Utama	Relevan si dengan Kajian
Fadila et al. (2021)	Peng aruh <i>Discovery Learning</i> terhad ap kema mpua n	Eksp erime n di SD	DL mening katkan kemam puan berpikir kritis melalui eksplor asi mandiri	Mengua tkan klaim bahwa DL efektif dalam menum buhkan berpikir

	berpik ir kritis siswa kelas V IPA			kritis di level SD
Rakh maw ati & Maw ardi (2021)	DL dalam menin gkatk an ketera mpila n berpik ir kritis siswa kelas V	Penel itian tindak an kelas	DL membu at siswa lebih aktif bertany a dan menyim pulkan	Bukti empiris DL menduk ung pembela jaran aktif dan reflektif
Rah ma & Masn ilade vi (2023)	DL pada pema hama n konse p pecah an	Quasi ekspe rimen	Peningk atan signifika n pema hama n konsept ual dan minat belajar	Relevan untuk menunju kkan peran DL pada konsep abstrak
Yunit asari et al. (2022)	DL berba ntuan virtual labora tory pada IPA	Quasi ekspe rimen saat pand emi	Mening katkan minat belajar dan hasil belajar IPA	Menunju kkan efektivit as integrasi DL dengan teknolog i digital
Marja n et al. (2024)	DL pada materi siste m ekskr esi	Quasi ekspe rimen	Siswa mengal ami peningk atan signifika n berpikir kritis	Bukti DL efektif di IPA dengan indikator HOTS
Alifter ia et al. (2023)	Analisis ketera mpila n berpik ir kritis siswa denga	Surve i & analisis ketera mpilan	VR menunj ukkan peningk atan keteram pilan kritis pada level	Menega skan potensi VR dalam menduk ung keteram pilan

	n media VR		meneng ah– tinggi	berpikir kritis	(2020)	erday aan berpik ir kritis	empiris	puan berpikir kritis melalui tahapan penemu an	media baru seperti VR
Erita et al. (2024)	VR untuk menin gkatk an ketera mpila n abad 21 di SD	<i>Syste matic literat ure revie w</i>	VR mening katkan kreativitas, kolaborasi, dan berpikir kritis	Relevan untuk mempos isikan VR sebagai teknolog i inovatif di pendidik an dasar					
Fares ta et al. (2024)	Poten si VR dalam penge mban gan ketera mpila n berpik ir	<i>Narra tive revie w</i> 5 tahun terak hir	VR efektif untuk melatih analisis, evaluasi , dan problem solving	Member i dasar konsept ual peran VR pada kemamp uan kognitif					
Makr ansk y et al. (2021)	VR dalam simul asi sains	Eksp erime n (HE)	VR mening katkan keterlib atan dan motivasi , meskipun un efek belajar tidak signifika n tanpa strategi tambah an	Meneka nkan perlunya kombina si VR dengan DL agar hasil belajar optimal					
Akra m et al. (2022)	Perse psi guru tentan g integr asi teknol ogi	<i>Syste matic revie w</i>	Hambat an utama: infrastru ktur, internet, pelatihat n guru	Menjela skan tantang an impleme ntasi VR-DL di SD					
Chus ni et al.	Poten si DL untuk pemb	Konfe rensi – studi	DL mening katkan kemam	Dasar integrasi DL dengan					

1. *Discovery Learning* dalam Pendidikan IPA

Dalam pembelajaran IPA terdapat berbagai model pembelajaran yang dapat digunakan, salah satunya adalah DL. Model ini menempatkan peserta didik sebagai pusat kegiatan belajar, di mana mereka didorong untuk menemukan sendiri pengetahuan baru melalui pengalaman yang diperoleh selama proses pembelajaran (Fadila et al., 2021). Sejalan dengan itu, DL merupakan model pembelajaran yang memberi kesempatan kepada siswa untuk lebih aktif dalam mengenali, mengeksplorasi, serta membangun pemahaman terhadap materi yang dipelajari melalui permasalahan atau situasi tertentu yang dihadirkan dalam kelas (Rakhmawati & Mawardi, 2021). Penerapan DL dalam pendidikan IPA menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, terutama dalam menumbuhkan pemahaman konseptual, keterampilan berpikir kritis, dan motivasi belajar siswa. Berbeda

dengan metode tradisional yang cenderung menempatkan siswa sebagai penerima pasif informasi, DL menekankan pada peran aktif siswa dalam mengeksplorasi, menemukan, dan membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung.

a. Prinsip dan Tahapan *Discovery Learning* dalam IPA

Lubis (2020) menjelaskan bahwa model pembelajaran DL memiliki enam tahapan utama. Tahap pertama adalah stimulus, di mana pendidik memberikan rangsangan berupa tayangan video, gambar, atau cerita yang relevan dengan materi sehingga peserta didik memperoleh pengalaman belajar melalui kegiatan membaca, mengamati, maupun menonton. Selanjutnya, peserta didik memasuki tahap identifikasi masalah, yaitu proses menemukan dan merumuskan permasalahan dengan cara mengajukan pertanyaan, mengamati, mencari informasi, serta menyusun rumusan masalah. Tahap berikutnya adalah pengumpulan data, di mana peserta didik diarahkan untuk mencari dan mengumpulkan informasi yang dibutuhkan guna menemukan solusi dari masalah yang telah dirumuskan. Setelah data terkumpul, proses dilanjutkan ke tahap

pengolahan data, yakni menganalisis serta mengolah informasi yang diperoleh agar menghasilkan temuan yang lebih bermakna. Tahap selanjutnya adalah verifikasi, di mana peserta didik memeriksa kembali kebenaran dan keabsahan data melalui berbagai aktivitas, sehingga hasil yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan. Terakhir, terdapat tahap generalisasi, yaitu peserta didik dibimbing untuk menarik kesimpulan dari proses pembelajaran dan mengaitkannya dengan pemahaman yang lebih luas serta aplikatif.

b. Kelebihan dan Keterbatasan *Discovery Learning*

Kelebihan DL dalam pembelajaran IPA cukup menonjol. Model ini terbukti mampu meningkatkan keterlibatan siswa karena mereka merasa memiliki kontrol atas proses belajar, sehingga lebih termotivasi untuk mendalami materi (Sari et al., 2024). Selain itu, DL juga efektif dalam mengembangkan pemikiran kritis. Ketika siswa diminta menganalisis, membandingkan, dan menyimpulkan data hasil eksplorasi, mereka secara tidak langsung dilatih keterampilan berpikir tingkat tinggi. Tidak kalah penting, pendekatan ini

turut berkontribusi pada peningkatan literasi ilmiah, karena siswa belajar menerapkan konsep-konsep IPA dalam situasi kontekstual, baik di laboratorium maupun kehidupan sehari-hari (Ilmiati, 2024). Namun demikian, DL juga memiliki keterbatasan. Sifatnya yang berbasis eksplorasi membuat proses pembelajaran lebih memakan waktu dibandingkan dengan metode konvensional (Sunaryo & Lukman, 2023). Selain itu, hasil belajar siswa dapat bervariasi, karena tidak semua peserta didik mampu menemukan konsep secara mandiri. Siswa yang terbiasa dengan instruksi langsung berpotensi mengalami kesulitan mengikuti alur pembelajaran berbasis DL (Sudirama et al., 2021). Oleh karena itu, guru perlu merancang strategi pendampingan yang seimbang agar model ini tetap inklusif dan efektif untuk berbagai gaya belajar.

2. Bukti Empiris Penerapan Discovery Learning

Berbagai penelitian telah memberikan bukti empiris mengenai efektivitas DL dalam pendidikan IPA. Misalnya, penelitian Rahma & Masniladevi (2023) menunjukkan bahwa penerapan DL dapat

meningkatkan pemahaman konseptual sekaligus menumbuhkan minat mereka terhadap sains (Rahma & Masniladevi, 2023). Hasil serupa juga ditunjukkan penelitian Sari *et al.* (2024), yang menemukan bahwa keterlibatan siswa dalam proses penemuan membuat mereka lebih aktif dalam berdiskusi, lebih percaya diri dalam menyampaikan argumen, serta menunjukkan peningkatan signifikan dalam hasil belajar (Sari et al., 2024). Secara keseluruhan, temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa DL bukan hanya memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna, tetapi juga relevan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21 yang menekankan pada keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan literasi ilmiah. Temuan dari Yunitasari *et al.* (2022) juga memperkuat efektivitas penerapan DL berbantuan virtual laboratory. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan model ini tidak hanya meningkatkan minat belajar siswa secara signifikan, tetapi juga berdampak nyata pada pencapaian hasil belajar (Yunitasari et al., 2022). Peserta didik yang terlibat dalam pembelajaran berbasis penemuan melalui laboratorium virtual menjadi lebih termotivasi dan aktif,

sehingga mampu mencapai hasil yang lebih baik dibandingkan kelas kontrol. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa integrasi DL dengan teknologi digital berperan penting dalam mendukung pembelajaran, khususnya pada masa pandemi yang menuntut adaptasi terhadap penggunaan media virtual.

3. Virtual Reality Dalam Pendidikan

Integrasi VR dalam pendidikan semakin mendapat perhatian karena kemampuannya menciptakan pengalaman belajar yang imersif dan interaktif. Teknologi ini terbukti mampu meningkatkan keterlibatan siswa, di mana pengalaman langsung yang ditawarkan VR mendorong partisipasi aktif serta memunculkan motivasi dan retensi pengetahuan yang lebih tinggi dibandingkan metode tradisional (Suhag, 2024). Tidak hanya pada aspek keterlibatan, VR juga berperan penting dalam membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak melalui pembelajaran berbasis pengalaman. Misalnya, dalam bidang STEM, penggunaan VR terbukti memperkuat penalaran spasial dan keterampilan pengambilan keputusan, sehingga memberikan dampak positif pada hasil kognitif siswa (Faresta et al., 2024;

Goi, 2024). Lebih jauh, penelitian menunjukkan bahwa siswa yang belajar dengan VR cenderung mengembangkan keterampilan berpikir kritis lebih baik daripada yang mengikuti pembelajaran konvensional, karena mereka dilatih untuk menganalisis, mengevaluasi, dan memecahkan masalah secara kolaboratif (Firdaus et al., 2022; Goi, 2024). Meski demikian, potensi besar ini tidak lepas dari tantangan, terutama terkait biaya implementasi yang tinggi serta kebutuhan pelatihan guru agar mampu mengelola teknologi dengan optimal. Oleh karena itu, keberhasilan adopsi VR dalam pendidikan sangat bergantung pada upaya mengatasi hambatan-hambatan tersebut, agar manfaatnya dapat dirasakan lebih luas dalam mendukung pembelajaran abad 21.

4. Integrasi Discovery Learning dan VR

Integrasi VR dengan model pembelajaran DL telah terbukti memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Setiap tahap dalam DL, mulai dari eksplorasi, pengujian hipotesis, hingga refleksi, dapat difasilitasi dengan baik melalui pemanfaatan VR. Lingkungan belajar

yang imersif ini memungkinkan siswa tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga terlibat secara langsung dalam proses penemuan, sehingga mendorong keterlibatan yang lebih dalam dan perkembangan kognitif yang lebih optimal.

Dalam konteks keterampilan berpikir kritis, VR menghadirkan pengalaman belajar yang interaktif dan merangsang cara berpikir kritis. Misalnya, pada tahap orientasi dan eksplorasi, siswa dapat mengeksplorasi fenomena atau objek abstrak secara nyata melalui simulasi digital yang mendekati pengalaman langsung. Proses ini membuat mereka lebih aktif dalam membangun pertanyaan dan menyusun hipotesis. Selanjutnya, pada tahap pengujian hipotesis, VR menyediakan ruang eksperimen virtual yang memungkinkan siswa menguji idenya dengan cara yang aman, terukur, dan interaktif. Akhirnya, saat refleksi, teknologi ini membantu siswa menganalisis temuan mereka secara real-time dan menarik kesimpulan dengan lebih kritis serta mendalam.

Temuan empiris mendukung peran penting integrasi ini. Beberapa studi, seperti yang dilakukan oleh Marjan et al. (2024) dan Amin et al.

(2024), menunjukkan bahwa siswa yang mengikuti pembelajaran berbasis DL dengan dukungan VR mengalami peningkatan signifikan dalam keterampilan berpikir kritis, sebagaimana ditunjukkan melalui hasil analisis pra dan pasca-tes (Amin et al., 2022; Marjan et al., 2024). Hal serupa juga ditegaskan oleh Chusni et al. (2020), yang menemukan bahwa tahapan-tahapan pembelajaran berbasis penemuan menjadi lebih efektif ketika didukung oleh media VR, karena siswa mampu mengevaluasi proses belajarnya secara lebih mendalam dan reflektif (Chusni et al., 2020). Hasil serupa ditunjukkan oleh Aliftheria et al. (2023), yang menemukan bahwa penggunaan media VR dalam pembelajaran mampu menggambarkan kemampuan berpikir kritis siswa pada level menengah, dengan sebagian kecil berada pada kategori tinggi (Aliftheria et al., 2023). Meskipun pengetahuan awal siswa tentang VR terbatas, mayoritas menunjukkan ketertarikan menggunakan media belajar. Temuan ini menegaskan bahwa VR berpotensi untuk mendukung pembelajaran kontekstual sekaligus mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis di masa depan.

Namun, meskipun potensi VR sangat menjanjikan, integrasinya dalam pembelajaran juga memiliki keterbatasan. Biaya perangkat yang relatif tinggi, keterbatasan infrastruktur, serta kebutuhan akan pelatihan guru menjadi tantangan utama yang dapat menghambat penerapan secara luas. Selain itu, jika tidak dikelola dengan baik, penggunaan VR juga berisiko menimbulkan distraksi bagi siswa, sehingga tujuan utama pembelajaran justru dapat terabaikan. Oleh karena itu, keberhasilan penerapan VR dalam DL sangat bergantung pada kesiapan sekolah, keterampilan pendidik, serta strategi yang digunakan untuk memastikan bahwa semua siswa dapat berpartisipasi secara efektif.

5. Research Gap dan Tantangan Implementasi

Penerapan teknologi dalam pendidikan, khususnya di sekolah dasar, menghadapi berbagai kesenjangan dan tantangan yang cukup kompleks. Meskipun teknologi memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, hambatan yang muncul tidak hanya bersifat teknis tetapi juga mencakup aspek pedagogis, finansial, dan adaptasi siswa. Tantangan ini perlu

dikaji secara mendalam agar integrasi teknologi, termasuk pemanfaatan media interaktif seperti VR atau sistem pembelajaran berbasis digital, benar-benar dapat memberikan manfaat optimal dalam konteks pendidikan dasar.

Salah satu kendala utama yang sering muncul adalah keterbatasan infrastruktur. Banyak sekolah dasar, terutama yang berada di daerah dengan sumber daya terbatas, tidak memiliki fasilitas yang memadai untuk mendukung penerapan teknologi pendidikan modern (Lim & Oakley, 2013). Keterbatasan ini mencakup akses terhadap jaringan internet yang stabil, ketersediaan perangkat keras, serta ruang kelas yang belum terintegrasi dengan teknologi. Kondisi ini berdampak langsung pada proses pembelajaran, khususnya pada mata pelajaran sains yang membutuhkan alat bantu konkret untuk memfasilitasi pemahaman konsep. Seperti yang disorot oleh Akram et al. (2022), kurangnya sarana pendukung dapat memperburuk kesulitan konseptual siswa dalam memahami fenomena ilmiah yang abstrak (Akram et al., 2022). Selain infrastruktur, faktor kompetensi guru juga menjadi hambatan yang signifikan. Banyak

pendidik belum sepenuhnya siap untuk memanfaatkan teknologi dalam pembelajaran, baik karena keterbatasan pelatihan maupun kurangnya pengalaman dalam menerapkan pendekatan inklusif berbasis teknologi (Kesti Anggreani et al., 2024). Hasil kajian “A Comprehensive Needs Analysis of Adaptive Learning” (2023) menegaskan bahwa kebutuhan akan pelatihan guru yang lebih terarah masih sangat besar, khususnya dalam menghadapi beragam gaya belajar siswa. Oleh karena itu, pengembangan profesional berkelanjutan menjadi krusial, agar guru tidak hanya mampu mengoperasikan teknologi, tetapi juga dapat merancang strategi pedagogis yang selaras dengan kebutuhan siswa dan perkembangan teknologi.

Tantangan berikutnya terletak pada aspek biaya perangkat. Investasi untuk memperoleh dan memelihara teknologi pendidikan seperti VR, tablet, atau perangkat interaktif lainnya masih relatif tinggi. Kondisi ini menjadi kendala serius bagi sekolah-sekolah di daerah dengan keterbatasan anggaran (Işık et al., 2025). Meskipun demikian, beberapa penelitian menunjukkan bahwa solusi

berbiaya rendah, misalnya penggunaan sistem penilaian berbasis Arduino, memiliki potensi untuk menjadi alternatif yang lebih inklusif (Işık et al., 2025). Namun, solusi ini masih memerlukan pengembangan lebih lanjut agar dapat mengatasi masalah skalabilitas serta keterbatasan teknis, sehingga benar-benar mampu mendukung proses pembelajaran di berbagai konteks.

Di sisi lain, variasi gaya belajar siswa juga menjadi tantangan yang tidak boleh diabaikan. Integrasi teknologi mungkin memberikan dampak positif bagi siswa yang cenderung memiliki preferensi visual atau kinestetik, namun bagi siswa yang lebih nyaman dengan metode pembelajaran konvensional, teknologi dapat menjadi hambatan jika tidak diadaptasikan dengan baik. Hal ini menegaskan perlunya pendekatan diferensiasi dalam penggunaan teknologi, agar pembelajaran tetap inklusif dan efektif untuk semua peserta didik. Meskipun terdapat berbagai hambatan, sejumlah studi menunjukkan bahwa integrasi teknologi memiliki potensi besar untuk meningkatkan hasil belajar jika diterapkan dengan tepat. Dengan strategi terarah seperti penyediaan

infrastruktur yang memadai, pelatihan guru yang berkesinambungan, serta pemilihan perangkat yang sesuai dengan kebutuhan siswa tantangan ini dapat diminimalisir. Pada akhirnya, upaya untuk menjembatani kesenjangan penelitian dan praktik di sekolah dasar menjadi langkah penting agar integrasi teknologi tidak hanya menjadi simbol modernisasi, melainkan benar-benar berfungsi sebagai sarana untuk memperkaya pengalaman belajar dan memfasilitasi pencapaian kompetensi abad ke-21.

D. Kesimpulan

Kajian pustaka ini menunjukkan bahwa integrasi model DL dengan teknologi VR memiliki potensi yang sangat besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah dasar, khususnya dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreativitas siswa. Dengan memadukan pengalaman belajar yang berbasis penemuan dengan visualisasi yang imersif, siswa tidak hanya memperoleh pemahaman konseptual yang lebih kuat, tetapi juga terdorong untuk mengeksplorasi, menganalisis, serta memecahkan masalah secara lebih mandiri dan kreatif. Namun demikian, potensi

besar ini perlu diiringi dengan kesadaran akan tantangan yang ada.

Hambatan berupa keterbatasan infrastruktur, biaya perangkat yang relatif tinggi, serta kebutuhan akan pelatihan guru merupakan faktor penting yang tidak boleh diabaikan. Selain itu, perbedaan gaya belajar siswa juga menuntut penyesuaian strategi agar teknologi ini benar-benar memberikan manfaat yang merata, bukan justru memperlebar kesenjangan antar siswa. Oleh karena itu, guru memiliki peran sentral dalam memfasilitasi pembelajaran yang inovatif dan bermakna dengan memanfaatkan VR secara proporsional, bukan sekadar sebagai *placebo* teknologi. Para pembuat kebijakan diharapkan dapat memberikan dukungan berupa regulasi, pendanaan, maupun penyediaan sarana prasarana agar penerapan ini dapat berlangsung secara berkelanjutan. Sementara itu, para peneliti masih memiliki ruang luas untuk mengeksplorasi efektivitas penerapan DL berbantuan VR di tingkat sekolah dasar, mengingat masih minimnya penelitian pada jenjang ini. Dengan kolaborasi antara guru, pembuat kebijakan, dan peneliti, integrasi DL dengan VR dapat benar-

benar menjadi sarana transformasi pendidikan yang tidak hanya memanfaatkan teknologi, tetapi juga membentuk generasi yang kritis, kreatif, dan siap menghadapi tantangan masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akram, H., Abdelrady, A. H., Al-Adwan, A. S., & Ramzan, M. (2022). Teachers' Perceptions of Technology Integration in Teaching-Learning Practices: A Systematic Review. *Frontiers in Psychology*, 13(June), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.920317>
- Alifleria, F. A., Prastowo, T., & Suprpto, N. (2023). Analysis of Students' Critical Thinking Skills on Virtual Reality Learning Media. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 4(1), 59–67. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v4i1.275>
- Amin, Widiaty, I., Yulia, C., & Abdullah, A. G. (2022). The Application of Virtual Reality (VR) in Vocational Education. *Proceedings of the 4th International Conference on Innovation in Engineering and Vocational Education (ICIEVE 2021)*, 651(January 2022). <https://doi.org/10.2991/assehr.k.220305.024>
- Chusni, M. M., Saputro, S., Suranto, & Rahardjo, S. B. (2020). The potential of discovery learning models to empower students' critical thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1464(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1464/1/012036>
- Dabbagh, N., Fake, H., & Zhang, Z. (2019). Student Perspectives of Technology use for Learning in Higher Education. *RIED-Revista Iberoamericana de Educacion a Distancia*, 22(1), 127–152. <https://doi.org/10.5944/ried.22.1.22102>
- Erita, Y., Miaz, Y., Jupriani, J., Hevria, S., & Fauzi, R. (2024). Using Virtual Reality to Enhance Twenty-First-Century Skills in Elementary School Students: A Systematic Literature Review. *Open Education Studies*, 6(1). <https://doi.org/10.1515/edu-2024-0030>
- Fadila, J., Makki, M., & Husniati, H. (2021). Pengaruh Model Discovery Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Matapelajaran Ipa Kelas V Tahun Pelajaran 2020/2021. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 7(4), 290–298. <https://doi.org/10.58258/jime.v7i4.2450>
- Faresta, R. A., Nicholas, T. Z. S. B., Chi, Y., Sinambela, I. A. N., & Mopolu, A. Z. (2024). Exploring the Potential of Virtual Reality (VR) in Developing Students' Thinking Skills: A Narrative Review of the Last Five Years. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 3(2), 217–239. <https://doi.org/10.36312/ijece.v3i2>

- .2407
Firdaus, M. K. Z. H., Komariah, M., & Che Hasan, M. K. (2022). The Use of Advanced Technology in Providing Chronic Care. *INTERNATIONAL JOURNAL OF CARE SCHOLARS*, 5(1), 1–2. <https://doi.org/10.31436/ijcs.v5i1.239>
- Goi, C. L. (2024). The impact of VR-based learning on student engagement and learning outcomes in higher education. *Teaching and Learning for a Sustainable Future: Innovative Strategies and Best Practices*, 207–223. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-9859-0.ch012>
- Ilmiati, A. (2024). Penerapan Model Discovery Learning Terhadap Literasi Sains Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Citra Pendidikan*, 4(2), 1768–1776. <https://doi.org/10.38048/jcp.v4i2.2989>
- Işık, M., Aydemir, E., Yalçınkaya, M. A., & Orman, F. (2025). Implementation of a Low-Cost, Real-Time Assessment System for Primary School Classrooms. *Balkan Journal of Electrical and Computer Engineering*, 12(4), 369–375. <https://doi.org/10.17694/bajece.1572475>
- Kesti Anggreani, Nur Ahsana Tafsira, Trisna Febriyani, & Elsha Syafitri. (2024). Implementasi Pendidikan Inklusi di Sekolah Dasar: Tantangan Dan Strategi Efektif. *Katalis Pendidikan : Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Matematika*, 1(2), 199–204. <https://doi.org/10.62383/katalis.v1i2.355>
- Lim, C. P., & Oakley, G. (2013). Information and Communication Technologies (ICT) in primary education opportunities and supporting conditions. *Creating Holistic Technology-Enhanced Learning Experiences: Tales from a Future School in Singapore*, 9789462090(1), 1–18. https://doi.org/10.1007/978-94-6209-086-6_1
- Makransky, G., Andreassen, N. K., Baceviciute, S., & Mayer, R. E. (2021). Immersive virtual reality increases liking but not learning with a science simulation and generative learning strategies promote learning in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 113(4), 719–735. <https://doi.org/10.1037/edu0000473>
- Manurung, A. S., & Pappachan, P. (2025). The role of discovery learning in efforts to develop students' critical thinking abilities. *Journal of Education and Learning*, 19(1), 46–53. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v19i1.21788>
- Marjan, E. P., Fatmawati, A., & Harisanti, B. M. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Sistem Ekskresi. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(2), 2575. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i2.13898>

- Parong, J., & Mayer, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 785–797.
<https://doi.org/10.1037/edu0000241>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers and Education*, 147(December 2019), 103778.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Rahma, A., & Masniladevi, M. (2023). Pengaruh Model Discovery Learning terhadap Pemahaman Konsep Perkalian dan Pembagian Pecahan Kelas V SD. *E-Jurnal Inovasi Pembelajaran Sekolah Dasar*, 10(2), 75.
<https://doi.org/10.24036/e-jipsd.v10i2.10406>
- Rakhmawati, R. A., & Mawardi, M. (2021). Model Pembelajaran Discovery Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas 5 SD. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 6(1), 139–144.
<https://doi.org/10.29303/jipp.v6i1.177>
- Sari, A., Khoiriyah, M., & Ikrom, F. D. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning pada Pembelajaran IPA Untuk Siswa Sekolah Dasar. *MESIR: Journal of Management Education Social Sciences*, 1(2), 445–452.
<https://doi.org/10.57235/mesir.v1i2.3021>
- Sudirama, P. P., Ngurah Japa, igst, & Yasmiartini yasa, L. P. (2021). Journal for Lesson and Learning Studies Pembelajaran Discovery Learning Meningkatkan Hasil Belajar IPA Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. *Journal for Lesson and Learning Studies*, 4(2), 165–173.
<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JLLS>
- Suhag, N. (2024). *The Impact of Virtual Reality on Student Engagement in Higher Education*.
- Sunaryo, S., & Lukman, L. (2023). Peningkatan Hasil Belajar IPA melalui Pendekatan Saintifik Model Discovery Learning di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 7(6), 4010–4017.
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v7i6.6505>
- Webster, J., & Watson, R. T. (2002). Analysing the past for prepare the future: writing a review. *MIS Quarterly*, 26(2), xiii–xxiii.
<https://www.jstor.org/stable/413231>
- Yunitasari, Y., Sudarwan Danim, & Muhammad Kristiawan. (2022). Pengaruh Penerapan Discovery Learning Berbantuan Virtual Laboratory terhadap Minat dan Hasil Belajar Siswa pada Masa Pandemi. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 12(4), 1117–1124.
<https://doi.org/10.37630/jpm.v12i4.763>