



Dunia Anak di Era Digital dan Tantangan Pembelajaran Visual di Sekolah Dasar

*Ambros Leonangung Edu¹, Elisabeth Irma Novianti Davidi²

^{1,2}Universitas Katolik Indonesia Santo Paulus Ruteng

E-Mail: ambros.leonangung@gmail.com¹; irmadavidiparta@gmail.com²

Abstract

The development of digital technology has transformed how elementary school children interact with information through the dominance of images, videos, and interactive media, while instructional practices remain largely text-based and verbal. The mismatch between children's neurocognitive characteristics and text-based instructional design creates a pedagogical gap that may hinder memory retention, attention, and learning motivation. This study aims to analyze the urgency of visual-based learning and the impact of textual design incompatibility on student learning outcomes in the digital era. The study employs a systematic literature review approach by synthesizing findings from neuroscience, cognitive psychology, and multimedia learning theory relevant to elementary education. The results indicate that the visual system has a strong neurobiological foundation, supports faster information processing, enhances long-term retention, and strengthens the formation of conceptual mental models when integrated with verbal narration. The findings also reveal that digitalization without instructional design grounded in cognitive principles risks generating excessive cognitive load and the screen inferiority effect. The study concludes that adaptive visual integration based on multimedia principles and cognitive load management constitutes a fundamental strategy for improving the quality of elementary education. The novelty of this research lies in its integrative neuro-pedagogical approach, which systematically connects neuroscience findings, learning theories, and instructional design practices to reconstruct the paradigm of twenty-first-century learning.

Keywords: Visualization; Neurocognitive; Multimedia; Digitalization.

Abstrak

Perkembangan teknologi digital telah mengubah cara anak sekolah dasar berinteraksi dengan informasi melalui dominasi gambar, video, dan media interaktif, sementara praktik pembelajaran masih cenderung tekstual dan verbal. Ketidaksesuaian antara karakteristik neurokognitif anak dan desain pembelajaran berbasis teks memunculkan kesenjangan pedagogis yang berpotensi menghambat retensi memori, perhatian, dan motivasi belajar. Penelitian ini bertujuan menganalisis urgensi pembelajaran berbasis visual serta dampak ketidaksesuaian desain tekstual terhadap hasil belajar siswa di era digital. Kajian dilakukan melalui pendekatan systematic literature review dengan mensintesis temuan neurosains, psikologi kognitif, dan teori multimedia learning yang relevan dengan pendidikan dasar. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem visual memiliki dasar neurobiologis yang kuat, mendukung pemrosesan informasi yang lebih cepat, meningkatkan retensi jangka panjang, serta memperkuat pembentukan model mental konseptual ketika terintegrasi dengan narasi

verbal. Temuan juga mengungkap bahwa digitalisasi tanpa desain instruksional berbasis prinsip kognitif berisiko menimbulkan beban kognitif berlebihan dan fenomena screen inferiority effect. Kesimpulan penelitian menegaskan bahwa integrasi visual adaptif berbasis prinsip multimedia dan pengelolaan beban kognitif merupakan strategi fundamental untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sekolah dasar. Kebaruan kajian ini terletak pada pendekatan neuro-pedagogis integratif yang menghubungkan temuan neurosains, teori pembelajaran, dan praktik desain instruksional secara sistematis untuk merekonstruksi paradigma pembelajaran abad ke-21.

Kata-kata Kunci: Visualisasi; Neurokognitif; Multimedia; Digitalisasi.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah membentuk lanskap baru dalam pengalaman belajar anak usia sekolah dasar, terutama melalui dominasi komunikasi visual dalam kehidupan sehari-hari. Anak-anak abad ke-21 tumbuh dalam lingkungan yang dipenuhi gambar, video, animasi, dan media interaktif yang membentuk cara mereka memproses informasi dan memahami dunia di sekitarnya. Namun, praktik pembelajaran di banyak sekolah dasar masih didominasi pendekatan tekstual-verbal yang menekankan penggunaan buku teks dan metode ceramah tradisional. Ketidaksesuaian antara lingkungan visual anak dan struktur pembelajaran berbasis teks menunjukkan adanya kesenjangan epistemologis dalam desain pendidikan dasar kontemporer. Kesenjangan ini menimbulkan pertanyaan mengenai efektivitas pendekatan pembelajaran yang masih berorientasi pada simbol linguistik dibandingkan dengan representasi visual yang lebih sesuai dengan karakteristik perkembangan kognitif anak. Oleh karena itu, penting untuk mengkaji secara mendalam bagaimana pendekatan pembelajaran berbasis visual dapat meningkatkan efektivitas proses belajar di sekolah dasar.¹

Dari perspektif neurobiologi, sistem visual merupakan kanal sensorik dominan dalam proses pengolahan informasi manusia. Penelitian yang dilakukan oleh Medina menunjukkan bahwa sekitar sepertiga hingga setengah korteks serebral manusia terlibat dalam pemrosesan visual secara langsung maupun tidak langsung, sehingga visualisasi menjadi komponen penting dalam pembentukan pengetahuan.² Temuan ini diperkuat oleh penelitian Kosslyn, Thompson, Ganis yang menunjukkan bahwa representasi visual diproses lebih cepat dibandingkan simbol linguistik yang memerlukan proses dekoding bertahap.³

¹ Richard E. Mayer, *Multimedia Learning* (Cambridge: Cambridge University Press, 2020).

² John Medina, *Brain Rules: 12 Principles for Surviving and Thriving at Work, Home, and School* (Victoria: Scribe Publications Pty Limited, 2011).

³ Stephen M. Kosslyn, William L. Thompson, dan Giorgio Ganis, *The Case for Mental Imagery* (New York: Oxford University Press, 2006).

Fenomena picture superiority effect menjelaskan bahwa informasi berbasis gambar memiliki kemungkinan retensi yang lebih tinggi dibandingkan informasi berbasis teks semata. Menurut Allan Paivio melalui teori dual coding, informasi visual dan verbal diproses melalui dua sistem representasi yang berbeda tetapi saling melengkapi, sehingga kombinasi keduanya meningkatkan stabilitas memori jangka panjang.⁴ Dengan demikian, pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan visual dan verbal memiliki dasar biologis dan psikologis yang kuat dalam meningkatkan kualitas pembelajaran.

Richard E. Mayer mengembangkan Cognitive Theory of Multimedia Learning yang menegaskan bahwa pembelajaran menjadi lebih efektif ketika informasi disajikan melalui saluran visual dan verbal secara terintegrasi.⁵ Teori ini menekankan pentingnya pengelolaan kapasitas memori kerja serta integrasi teks, gambar, dan narasi secara sistematis untuk meningkatkan pemahaman konseptual. Prinsip multimedia dan contiguity dalam teori tersebut menunjukkan bahwa penyajian informasi yang terintegrasi mampu meningkatkan kualitas pemahaman dibandingkan penyajian teks semata. Temuan ini diperkuat oleh meta-analisis yang dilakukan oleh Schneider dan Preckel terhadap lebih dari 800 penelitian yang menunjukkan bahwa strategi pembelajaran berbasis visual dan multimedia memiliki dampak positif yang signifikan terhadap capaian akademik siswa.⁶ Penelitian tersebut menegaskan bahwa penggunaan media visual tidak hanya meningkatkan pemahaman tetapi juga memperkuat retensi informasi jangka panjang. Oleh sebab itu, integrasi multimedia dalam pembelajaran menjadi kebutuhan pedagogis yang tidak dapat diabaikan dalam pendidikan modern.

Dari perspektif perkembangan kognitif anak, pendekatan visual juga memiliki relevansi yang kuat dengan karakteristik tahap perkembangan intelektual siswa sekolah dasar. Woolfolk menjelaskan bahwa anak usia sekolah dasar berada pada tahap operasional konkret, yaitu tahap perkembangan kognitif di mana pemahaman konsep lebih efektif diperoleh melalui representasi konkret, manipulatif, dan visual dibandingkan abstraksi simbolik.⁷ Selain itu, penelitian Bear, Connors, dan Paradiso menunjukkan bahwa jalur visual yang sensitif terhadap gerakan berkembang pesat pada usia sekolah dasar dan

⁴ Allan Paivio, *Mental Representations: A Dual Coding Approach* (New York: Oxford University Press, 1990).

⁵ Mayer, *Multimedia Learning*.

⁶ Michael Schneider dan Franzis Preckel, "Variables Associated with Achievement in Higher Education: A systematic Review of Meta-Analyses," *Psychological Bulletin* 143, no. 6 (2017): 565–600, <https://psycnet.apa.org/record/2017-12895-001>.

⁷ Anita Woolfolk, *Educational Psychology*, Edisi 14. (Harlow: Pearson Education Limited, 2021).

berperan penting dalam mekanisme atensi.⁸ Perkembangan sistem deteksi gerakan ini memungkinkan anak merespons stimulus visual dinamis secara lebih efektif dibandingkan stimulus statis berbasis teks. Oleh karena itu, penggunaan animasi dan simulasi interaktif dalam pembelajaran bukan sekadar unsur estetis, melainkan stimulus kognitif yang selaras dengan mekanisme biologis pembentukan perhatian dan memori.

Meskipun berbagai penelitian menegaskan dominasi sistem visual dalam pembelajaran, praktik pendidikan dasar masih menunjukkan kecenderungan penggunaan pendekatan tekstual yang kuat. Banyak ruang kelas masih mengandalkan metode ceramah dan buku teks padat tulisan sebagai sumber utama pembelajaran. Menurut Sweller, Ayres, dan Kalyuga melalui Cognitive Load Theory, penyajian informasi yang tidak sesuai dengan kapasitas kognitif siswa dapat meningkatkan beban kognitif ekstrinsik dan menghambat pemahaman konseptual.⁹ Ketika siswa dipaksa memproses simbol linguistik tanpa dukungan visual yang memadai, kapasitas memori kerja menjadi cepat jenuh sehingga proses belajar menjadi kurang efektif. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan rendahnya retensi jangka panjang serta menurunnya motivasi belajar siswa. Dengan demikian, dominasi pendekatan berbasis teks perlu dievaluasi kembali dalam konteks kebutuhan belajar siswa masa kini.

Di sisi lain, digitalisasi pendidikan yang diharapkan menjadi solusi inovatif sering kali hanya mereproduksi paradigma pembelajaran lama dalam medium baru. Penelitian yang dilakukan oleh Delgado et al. dan rekan-rekannya menunjukkan adanya fenomena screen inferiority effect, yaitu kecenderungan pemahaman bacaan yang lebih rendah pada teks digital dibandingkan teks cetak ketika desain visual tidak dioptimalkan.¹⁰ Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Singer dan Alexander yang menunjukkan bahwa lingkungan digital dapat meningkatkan distraksi kognitif dan kelelahan visual yang berdampak pada menurunnya pemahaman bacaan.¹¹ Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi digital tanpa rekonstruksi desain instruksional berbasis prinsip kognitif tidak serta merta meningkatkan kualitas pembelajaran. Digitalisasi yang tidak disertai pendekatan pedagogis yang tepat justru dapat memperlebar kesenjangan antara potensi teknologi dan kebutuhan

⁸ Mark Bear, Barry Connors, dan Michael A. Paradiso, *Neuroscience: Exploring the Brain, Enhanced Edition*, Edisi 4. (Burlington: Jones and Bartlett Learning, 2016).

⁹ John Sweller, Paul Ayres, dan Slava Kalyuga, *Cognitive Load Theory*, Edisi 1. (New York: Springer, 2011).

¹⁰ Pablo Delgado et al., "Don't Throw Away Your Printed Books: A Meta-Analysis on the Effects of Reading Media on Reading Comprehension," *Educational Research Review* 25, no. 11 (2018): 23–38, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X18300101?via%3Dihub>.

¹¹ Lauren M. Singer dan Patricia A. Alexander, "Reading on Paper and Digitally: What the Past Decades of Empirical Research Reveal," *Review of Educational Research* 87, no. 6 (2017): 155–172, <https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/0034654317722961>.

neurokognitif siswa. Oleh karena itu, integrasi teknologi harus diiringi dengan desain pembelajaran yang berorientasi pada prinsip multimedia dan pengelolaan beban kognitif.

Penelitian mutakhir menunjukkan bahwa strategi pembelajaran visual dan interaktif memiliki dampak signifikan terhadap peningkatan hasil belajar, khususnya pada mata pelajaran konseptual seperti sains dan matematika. Visualisasi proses dinamis melalui animasi terbukti membantu siswa membangun model mental yang lebih akurat terhadap konsep abstrak.¹² Selain itu, Shabiralyani et al. menjelaskan bahwa pedagogi visual memiliki dimensi inklusif karena mampu menjembatani hambatan bahasa dan meningkatkan aksesibilitas bagi siswa dengan kemampuan literasi terbatas.¹³ Penelitian Papanastasiou et al. juga menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan pemahaman konseptual siswa.¹⁴ Namun, efektivitas teknologi tersebut sangat bergantung pada keselarasan antara desain instruksional dan prinsip kognitif yang mendasarinya. Oleh sebab itu, diperlukan kajian sistematis mengenai implementasi pembelajaran visual yang berbasis bukti ilmiah.

Meskipun penelitian sebelumnya telah mengkaji efektivitas media visual dan multimedia dalam pembelajaran, masih terdapat kesenjangan dalam penerapan pendekatan neuro-pedagogis secara sistematis pada pendidikan dasar. Sebagian besar penelitian berfokus pada penggunaan teknologi atau media tertentu tanpa mengintegrasikan temuan neurosains, psikologi kognitif, dan teori pembelajaran secara komprehensif. Selain itu, kajian mengenai dampak ketidaksesuaian antara desain pembelajaran berbasis teks dan arsitektur kognitif anak masih terbatas dalam konteks pendidikan dasar. Kesenjangan penelitian ini menunjukkan perlunya pendekatan interdisipliner yang mengintegrasikan perspektif neurobiologi, psikologi perkembangan, dan teknologi pendidikan dalam desain pembelajaran. Dengan demikian, penelitian ini memiliki posisi strategis dalam mengisi kekosongan kajian mengenai pembelajaran visual berbasis pendekatan neuro-pedagogis. Kajian tersebut diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dan praktis bagi pengembangan paradigma pembelajaran abad ke-21.

¹² Mayer, *Multimedia Learning*.

¹³ Ghulam Shabiralyani et al., "Impact of Visual Aids in Enhancing the Learning Process Case Research: District Dera Ghazi Khan," *Journal of Education and Practice* 6, no. 9 (2015): 226–233, <https://eric.ed.gov/?id=EJ1079541>.

¹⁴ George Papanastasiou et al., "Virtual and Augmented Reality Effects on K-12, Higher and Tertiary Education Students' Twenty-First Century Ckils," *Virtual Reality* 23, no. 12 (2018): 425–436, <https://www.semanticscholar.org/paper/Virtual-and-augmented-reality-effects-on-K-12%2C-and-Papanastasiou-Drigas/936ba15adfb484e0a77afefa39bfdba07c0d6e53>.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, dapat disimpulkan bahwa tantangan utama pendidikan dasar bukan terletak pada keterbatasan teknologi, melainkan pada belum optimalnya integrasi pendekatan pembelajaran yang selaras dengan mekanisme kognitif dan biologis siswa. Kesenjangan antara dominasi sistem visual dalam perkembangan kognitif anak dan praktik pedagogis yang masih tekstual-dominan berpotensi menghambat optimalisasi retensi memori, perhatian, dan motivasi belajar siswa. Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan untuk menjawab beberapa pertanyaan mendasar, yaitu: bagaimana urgensi penerapan pembelajaran berbasis visual dalam pendidikan dasar; bagaimana dampak ketidaksesuaian antara desain pembelajaran berbasis teks dan karakteristik kognitif anak terhadap hasil belajar; serta bagaimana strategi implementasi pembelajaran visual yang adaptif, dinamis, dan berbasis bukti ilmiah. Rumusan masalah tersebut diharapkan dapat memberikan arah yang jelas bagi pengembangan model pembelajaran yang lebih efektif dan relevan dengan kebutuhan siswa. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan paradigma neuro-pedagogi serta rekonstruksi desain pembelajaran di sekolah dasar pada era digital. Dengan demikian, kajian ini memiliki relevansi akademik dan praktis dalam meningkatkan kualitas pendidikan dasar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kajian pustaka dengan desain systematic literature review untuk menganalisis secara komprehensif hubungan antara karakteristik neurokognitif anak usia sekolah dasar dan urgensi pembelajaran berbasis visual di era digital. Pendekatan kajian pustaka dipilih karena memungkinkan peneliti melakukan sintesis kritis terhadap berbagai temuan teoretis dan empiris yang relevan tanpa melakukan pengumpulan data lapangan secara langsung. Menurut Creswell, penelitian berbasis tinjauan literatur sistematis bertujuan mengintegrasikan hasil penelitian sebelumnya secara terstruktur guna menghasilkan pemahaman konseptual yang komprehensif dan berbasis bukti ilmiah.¹⁵ Kajian ini memfokuskan analisis pada tema dunia anak, pembelajaran visual, beban kognitif, dan digitalisasi pendidikan melalui sintesis penelitian mutakhir dan teori fundamental. Proses penelusuran sumber dilakukan terhadap artikel jurnal internasional bereputasi, buku akademik, serta studi meta-analisis yang diterbitkan dalam rentang waktu 2014-2024, dengan penambahan beberapa teori klasik seperti Dual Coding Theory dan Cone of Experience sebagai landasan konseptual. Basis data yang digunakan mencakup jurnal

¹⁵ John W. Creswell, *Penelitian Kualitatif & Desain Riset* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2015).

pendidikan dan psikologi kognitif bereputasi seperti Review of Educational Research, Computers & Education, dan publikasi utama dalam bidang neurosains pendidikan, dengan kriteria inklusi meliputi penelitian mengenai pembelajaran visual pada pendidikan dasar, kajian tentang beban kognitif dan retensi memori, serta studi tinjauan sistematis yang memiliki validitas metodologis tinggi.¹⁶

Prosedur analisis penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis yang meliputi identifikasi, evaluasi, dan sintesis literatur. Tahap pertama adalah identifikasi dan klasifikasi sumber berdasarkan tema utama, yaitu neurobiologi pemrosesan visual, teori pembelajaran multimedia dan beban kognitif, fenomena screen inferiority effect, serta strategi integrasi visual adaptif dalam pembelajaran. Tahap kedua berupa komparasi temuan penelitian untuk mengidentifikasi pola konsistensi maupun kontradiksi antarstudi, sehingga menghasilkan pemetaan konseptual yang koheren mengenai efektivitas pembelajaran berbasis visual. Tahap ketiga merupakan interpretasi teoretis yang mengaitkan hasil sintesis dengan konteks pendidikan dasar pada era digital melalui pendekatan deskriptif-analitik. Metode systematic literature review memungkinkan proses seleksi dan evaluasi literatur dilakukan secara transparan dan replikatif, sebagaimana dijelaskan oleh Moher et al., bahwa tinjauan sistematis bertujuan mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menginterpretasi seluruh bukti penelitian yang relevan terhadap pertanyaan penelitian tertentu.¹⁷ Validitas kajian dijaga melalui triangulasi sumber dengan membandingkan temuan meta-analisis, studi eksperimental, dan teori klasik maupun kontemporer dalam bidang psikologi kognitif dan teknologi pendidikan, sehingga penelitian ini diharapkan menghasilkan pemetaan teoretis yang komprehensif mengenai urgensi pembelajaran berbasis visual serta rekomendasi implementatif yang sesuai dengan kebutuhan neurokognitif siswa sekolah dasar.¹⁸

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

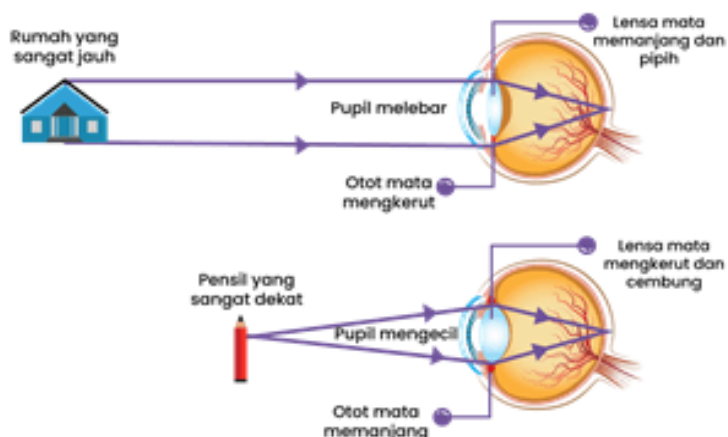
Hasil penelitian melalui systematic literature review menunjukkan bahwa sistem visual memiliki peran dominan dalam proses pembelajaran anak usia sekolah dasar, baik dari perspektif neurobiologi maupun psikologi kognitif. Temuan literatur menegaskan

¹⁶ Barbara Kitchenham, *Procedures for Performing Systematic Reviews* (Keele: Technical Report, 2004).

¹⁷ David Moher et al., "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses: the PRISMA Statement," *PLoS Medicine* 6, no. 7 (2009), <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19621072/>.

¹⁸ Wiyanda Vera Nurfajriani et al., "Triangulasi Data dalam Analisis Data Kualitatif," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan* 10, no. 17 (2024): 826–833, <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/7892>.

bahwa otak manusia mengalokasikan proporsi besar aktivitas neural untuk memproses informasi visual, sehingga rangsangan berupa gambar, warna, dan gerakan lebih mudah dipahami dibandingkan simbol linguistik abstrak. Perspektif neurokognitif menjelaskan bahwa informasi visual diproses secara paralel dan cepat, sehingga meningkatkan efisiensi pemahaman serta retensi memori jangka panjang. Temuan ini juga menunjukkan bahwa anak-anak lebih mudah mengingat informasi berbentuk visual dibandingkan informasi tekstual karena visual bersifat konkret dan menarik secara perseptual. Dengan demikian, pembelajaran berbasis visual memiliki relevansi tinggi dalam mendukung proses kognitif anak pada tahap perkembangan operasional konkret.



Hasil kajian juga menunjukkan bahwa visualisasi merupakan bentuk pembelajaran paling awal dan alami dalam perkembangan manusia. Proses persepsi visual dimulai dari penerimaan rangsangan cahaya oleh retina yang kemudian diteruskan ke korteks visual untuk diinterpretasikan menjadi makna tertentu. Proses tersebut bersifat konstruktif karena otak tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga membentuk hipotesis berdasarkan pengalaman sebelumnya. Selain itu, penelitian neuroanatomi menunjukkan adanya dua jalur utama dalam pemrosesan visual, yaitu jalur dorsal yang berkaitan dengan persepsi ruang dan gerakan serta jalur ventral yang berfungsi dalam identifikasi objek. Perkembangan kedua jalur tersebut pada masa kanak-kanak memperkuat kemampuan kognitif dan perseptual yang mendukung proses belajar.

Selanjutnya, hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis visual memiliki kontribusi signifikan terhadap peningkatan retensi memori dan pemahaman konseptual. Model memori kerja menjelaskan bahwa manusia memiliki subsistem visual-spasial yang berfungsi menyimpan dan memanipulasi informasi visual secara lebih efisien dibandingkan informasi verbal. Selain itu, teori dual coding menegaskan bahwa kombinasi informasi visual dan verbal menghasilkan representasi mental yang lebih kuat karena diproses melalui dua sistem kognitif yang berbeda. Temuan ini menunjukkan bahwa

pembelajaran yang mengintegrasikan visual dan narasi secara simultan dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran secara signifikan. Dengan demikian, pembelajaran berbasis visual tidak hanya meningkatkan pemahaman, tetapi juga memperkuat proses penyimpanan informasi dalam memori jangka panjang.

Hasil kajian juga mengungkap adanya kesenjangan antara kebutuhan neurokognitif siswa dan praktik pedagogis di sekolah dasar. Banyak sistem pembelajaran masih didominasi pendekatan tekstual yang berpotensi meningkatkan beban kognitif dan menurunkan motivasi belajar. Digitalisasi pendidikan yang seharusnya mendukung integrasi visual justru sering mereproduksi model pembelajaran berbasis teks dalam format digital statis. Fenomena ini dikenal sebagai *screen inferiority effect*, yaitu kecenderungan pemahaman membaca pada media digital lebih rendah dibandingkan media cetak ketika desain visual tidak dioptimalkan. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi tanpa rekonstruksi desain instruksional berbasis prinsip kognitif tidak mampu meningkatkan kualitas pembelajaran secara optimal.

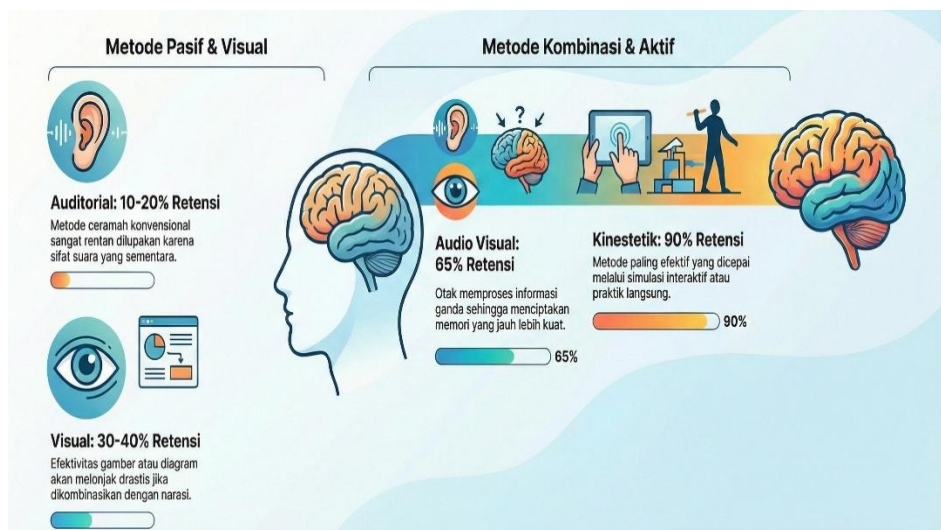
Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi visual adaptif melalui teknologi multimedia, animasi, simulasi interaktif, serta realitas virtual dan realitas tertambah memiliki potensi besar dalam meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa. Teknologi tersebut memungkinkan visualisasi konsep abstrak secara konkret dan interaktif sehingga membantu siswa membangun model mental yang lebih akurat. Namun, efektivitas teknologi tersebut sangat bergantung pada kesesuaian desain instruksional dengan prinsip psikologi kognitif dan teori pembelajaran multimedia. Tanpa desain yang tepat, visualisasi justru dapat meningkatkan beban kognitif ekstrinsik dan menurunkan efektivitas pembelajaran. Oleh karena itu, integrasi visual harus didasarkan pada prinsip ilmiah dan bukan sekadar pertimbangan estetika.

Pembahasan

Temuan penelitian ini menegaskan bahwa dominasi sistem visual dalam pembelajaran memiliki dasar neurobiologis yang kuat dan relevan dengan perkembangan kognitif anak usia sekolah dasar. Penelitian yang dikemukakan oleh Medina menunjukkan bahwa otak manusia memiliki kecenderungan memprioritaskan rangsangan visual karena sebagian besar korteks serebral terlibat dalam pemrosesan visual.¹⁹ Perspektif ini didukung oleh kajian Kosslyn, Thompson, dan Ganis yang menjelaskan bahwa pemrosesan visual berlangsung lebih cepat dibandingkan pemrosesan linguistik karena tidak memerlukan

¹⁹ Medina, *Brain Rules: 12 Principles for Surviving and Thriving at Work, Home, and School*.

dekoding simbolik yang kompleks.²⁰ Dengan demikian, dominasi visual dalam pembelajaran bukan sekadar preferensi pedagogis, melainkan konsekuensi biologis dari arsitektur otak manusia. Namun, meskipun bukti empiris mengenai keunggulan sistem visual telah banyak tersedia, implementasinya dalam kurikulum pendidikan dasar masih belum optimal.



Dari perspektif teori pembelajaran, temuan penelitian ini sejalan dengan Mayer yang menekankan bahwa pembelajaran efektif terjadi ketika informasi disajikan melalui kanal visual dan verbal secara terintegrasi.²¹ Prinsip multimedia, segmentasi, dan kontiguitas menunjukkan bahwa penyajian materi melalui kombinasi teks dan gambar dapat meningkatkan pemahaman konseptual serta transfer pengetahuan. Teori ini juga menegaskan bahwa memori kerja memiliki kapasitas terbatas sehingga desain pembelajaran harus menghindari beban kognitif berlebihan. Dalam konteks pendidikan dasar, penerapan prinsip multimedia sangat penting karena anak berada pada tahap perkembangan kognitif yang lebih mudah memahami representasi konkret dibandingkan abstraksi simbolik. Namun, praktik pembelajaran di banyak sekolah masih menempatkan teks sebagai medium utama pembelajaran tanpa integrasi visual yang memadai.

Temuan dari penelitian Paivio juga menjelaskan bahwa informasi visual dan verbal diproses melalui dua sistem representasi yang relatif independen namun saling memperkuat.²² Ketika informasi disajikan dalam bentuk visual dan verbal secara bersamaan, kemungkinan retensi memori meningkat karena terbentuk dua jalur penyimpanan informasi. Selain itu, Sweller menjelaskan bahwa pembelajaran akan lebih efektif jika beban kognitif

²⁰ Kosslyn, William L. Thompson, dan Giorgio Ganis, *The Case for Mental Imagery*.

²¹ Mayer, *Multimedia Learning*.

²² Paivio, *Mental Representations: A Dual Coding Approach*.

ekstrinsik diminimalkan melalui desain instruksional yang tepat.²³ Integrasi visual yang dirancang secara sistematis dapat membantu mengurangi beban pemrosesan informasi sehingga meningkatkan efisiensi belajar. Namun, literatur menunjukkan bahwa banyak praktik pembelajaran digital justru meningkatkan beban kognitif karena penyajian informasi yang tidak terstruktur.

Kesenjangan antara teori dan praktik pembelajaran terlihat jelas dalam fenomena screen inferiority effect. Meta-analisis yang dilakukan oleh Delgado et al. menunjukkan bahwa pemahaman membaca pada media digital cenderung lebih rendah dibandingkan media cetak, terutama ketika teks digital tidak dilengkapi dukungan visual yang terstruktur.²⁴ Temuan ini menunjukkan bahwa digitalisasi pendidikan tidak secara otomatis meningkatkan kualitas pembelajaran jika tidak disertai desain instruksional berbasis prinsip kognitif. Penelitian Singer dan Alexander juga menunjukkan bahwa lingkungan digital yang sarat distraksi dapat menurunkan konsentrasi dan retensi memori siswa.²⁵ Oleh karena itu, permasalahan utama bukan terletak pada teknologi digital itu sendiri, melainkan pada kegagalan menerapkan prinsip desain pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik kognitif siswa.

Selain berdampak pada aspek kognitif, kesenjangan antara kebutuhan neurokognitif dan praktik pedagogis juga memengaruhi motivasi belajar siswa. Penelitian Varpanen et al., menunjukkan bahwa penggunaan visualisasi dan simulasi interaktif dapat meningkatkan keterlibatan emosional dan perhatian siswa secara signifikan.²⁶ Visual memiliki kemampuan membangkitkan respons afektif yang berperan penting dalam proses pembentukan memori jangka panjang.²⁷ Sebaliknya, pembelajaran berbasis teks yang monoton cenderung menimbulkan kejenuhan dan menurunkan motivasi intrinsik siswa. Dengan demikian, integrasi visual tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu kognitif, tetapi juga sebagai mekanisme regulasi emosi dalam pembelajaran.

Penelitian ini mengidentifikasi adanya kekosongan teoritis dalam implementasi pembelajaran berbasis visual di pendidikan dasar, khususnya karena belum tersedia kerangka integratif yang menghubungkan prinsip neurosains, teori pembelajaran

²³ Sweller, Paul Ayres, dan Slava Kalyuga, *Cognitive Load Theory*.

²⁴ Delgado et al., "Don't Throw Away Your Printed Books: A Meta-Analysis on the Effects of Reading Media on Reading Comprehension."

²⁵ Singer dan Patricia A. Alexander, "Reading on Paper and Digitally: What the Past Decades of Empirical Research Reveal."

²⁶ Jan Varpanen et al., "Teacher Agency and Futures Thinking," *Education Sciences* 12, no. 3 (2022): 177–193, <https://www.mdpi.com/2227-7102/12/3/177>.

²⁷ Medina, *Brain Rules: 12 Principles for Surviving and Thriving at Work, Home, and School*.

multimedia, dan praktik pedagogis secara sistematis. Akibatnya, penerapan pembelajaran visual di sekolah dasar cenderung sporadis, tidak terstruktur, dan belum optimal dalam mendukung konstruksi pengetahuan siswa. Keterbatasan kompetensi guru dalam merancang pembelajaran visual, yang disebabkan oleh minimnya pelatihan pedagogi visual dalam pengembangan profesional, semakin memperlebar kesenjangan antara teori dan praktik. Kondisi ini menegaskan perlunya reformulasi kurikulum serta penguatan pelatihan pedagogis yang berfokus pada integrasi visual sebagai strategi utama pembelajaran. Dengan demikian, pembelajaran berbasis visual perlu diposisikan secara strategis untuk menjawab tantangan perkembangan kognitif siswa di era digital.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa strategi integrasi visual adaptif menjadi solusi efektif untuk menjembatani kesenjangan tersebut melalui pemanfaatan teknologi seperti animasi, simulasi interaktif, realitas virtual, dan realitas tertambah. Penggunaan infografis, visualisasi data, dan video mikro terbukti membantu mengurangi beban kognitif serta meningkatkan representasi mental dan keterlibatan belajar siswa, selama tetap mengikuti prinsip desain multimedia yang tepat. Implikasi utamanya adalah perlunya rekonstruksi paradigma pembelajaran yang selaras dengan arsitektur neurokognitif siswa, dengan menempatkan visual sebagai komponen esensial, bukan sekadar elemen dekoratif. Sinergi antara teknologi pendidikan, teori kognitif, dan praktik pedagogis berbasis bukti ilmiah menjadi kunci dalam meningkatkan pemahaman konseptual, retensi memori, dan motivasi belajar. Secara keseluruhan, integrasi visual adaptif merupakan strategi fundamental untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah dasar secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Perkembangan teknologi digital telah mengubah karakteristik belajar anak usia sekolah dasar menjadi semakin visual, sehingga pendekatan pembelajaran berbasis teks yang masih dominan menimbulkan kesenjangan antara kebutuhan neurokognitif siswa dan praktik pedagogis di sekolah. Hasil kajian menunjukkan bahwa sistem visual memiliki dasar neurobiologis yang kuat dalam pemrosesan informasi, karena rangsangan visual diproses lebih cepat, meningkatkan retensi memori jangka panjang, serta membantu pembentukan model mental konseptual yang lebih akurat. Integrasi visual dan verbal secara simultan terbukti mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran karena selaras dengan mekanisme kerja memori dan perkembangan kognitif anak pada tahap operasional konkret. Sebaliknya, dominasi pendekatan tekstual tanpa dukungan visual yang memadai berpotensi

meningkatkan beban kognitif, menurunkan motivasi belajar, serta menghambat pemahaman konseptual siswa. Digitalisasi pendidikan yang tidak disertai desain instruksional berbasis prinsip kognitif juga menunjukkan keterbatasan efektivitas, terutama melalui fenomena screen inferiority effect yang menurunkan kualitas pemahaman. Temuan ini menegaskan bahwa penerapan pembelajaran berbasis visual merupakan kebutuhan mendasar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah dasar pada era digital.

Analisis penelitian juga menunjukkan bahwa kesenjangan antara karakteristik neurokognitif anak dan praktik pembelajaran dapat diatasi melalui strategi integrasi visual adaptif yang dirancang berdasarkan prinsip multimedia dan pengelolaan beban kognitif. Penggunaan teknologi seperti animasi, simulasi interaktif, visualisasi data, serta media pembelajaran digital interaktif mampu meningkatkan keterlibatan, perhatian, dan motivasi belajar siswa apabila dirancang secara sistematis dan berbasis bukti ilmiah. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual, tetapi juga memperkuat proses retensi informasi serta mendukung pembelajaran yang lebih inklusif dan bermakna. Hasil penelitian sekaligus menegaskan pentingnya pengembangan pendekatan neuro-pedagogis yang mengintegrasikan temuan neurosains, teori pembelajaran, dan praktik desain instruksional dalam pendidikan dasar. Rekonstruksi paradigma pembelajaran yang menempatkan visual sebagai komponen utama dalam proses konstruksi pengetahuan menjadi langkah strategis dalam menjawab tantangan pendidikan abad ke-21. Kesimpulannya, integrasi pembelajaran berbasis visual yang adaptif dan berorientasi pada prinsip kognitif merupakan strategi fundamental untuk meningkatkan efektivitas, kualitas, dan relevansi pendidikan dasar di era digital.

REFERENSI

- Bear, Mark, Barry Connors, dan Michael A. Paradiso. *Neuroscience: Exploring the Brain, Enhanced Edition*. Edisi 4. Burlington: Jones and Bartlett Learning, 2016.
- Creswell, John W. *Penelitian Kualitatif & Desain Riset*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2015.
- Delgado, Pablo, Cristina Vargas, Rakefet Ackerman, dan Ladislao Salmerón. "Don't Throw Away Your Printed Books: A Meta-Analysis on the Effects of Reading Media on Reading Comprehension." *Educational Research Review* 25, no. 11 (2018): 23–38. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X18300101?via%3Dihub>.
- Ibáñez, María-Blanca, dan Carlos Delgado-Kloos. "Augmented Reality for STEM Learning: A Systematic Review." *Computers and Education* 123 (2018): 109–123. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131518301027>.
- Kitchenham, Barbara. *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Keele: Technical

- Report, 2004.
- Kosslyn, Stephen M., William L. Thompson, dan Giorgio Ganis. *The Case for Mental Imagery*. New York: Oxford University Press, 2006.
- Mayer, Richard E. *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press, 2020.
- Medina, John. *Brain Rules: 12 Principles for Surviving and Thriving at Work, Home, and School*. Victoria: Scribe Publications Pty Limited, 2011.
- Moher, David, Alessandro Liberati, Jennifer Tetzlaff, dan Douglas G. Altman. "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses: the PRISMA Statement." *PLoS Medicine* 6, no. 7 (2009). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19621072/>.
- Nurfajriani, Wiyanda Vera, Muhammad Wahyu Ilhami, Arivan Mahendra, Muhammad Win Afgani, dan Rusdy Abdullah Sirodj. "Triangulasi Data dalam Analisis Data Kualitatif." *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan* 10, no. 17 (2024): 826–833. <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/7892>.
- Paivio, Allan. *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. New York: Oxford University Press, 1990.
- Papanastasiou, George, Athanasios Drigas, Charalabos Skianis, Miltiadis Lytras, dan Effrosyni Papanastasiou. "Virtual and Augmented Reality Effects on K-12, Higher and Tertiary Education Students' Twenty-First Century Ckills." *Virtual Reality* 23, no. 12 (2018): 425–436. <https://www.semanticscholar.org/paper/Virtual-and-augmented-reality-effects-on-K-12%2C-and-Papanastasiou-Drigas/936ba15adfb484e0a77afefa39bfdba07c0d6e53>.
- Schneider, Michael, dan Franzis Preckel. "Variables Associated with Achievement in Higher Education: A systematic Review of Meta-Analyses." *Psychological Bulletin* 143, no. 6 (2017): 565–600. <https://psycnet.apa.org/record/2017-12895-001>.
- Shabiralyani, Ghulam, Khuram Shahzad Hasan, Naqvi Hamad, dan Iqbal Nadeem. "Impact of Visual Aids in Enhancing the Learning Process Case Research: District Dera Ghazi Khan." *Journal of Education and Practice* 6, no. 9 (2015): 226–233. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1079541>.
- Singer, Lauren M., dan Patricia A. Alexander. "Reading on Paper and Digitally: What the Past Decades of Empirical Research Reveal." *Review of Educational Research* 87, no. 6 (2017): 155–172. <https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/0034654317722961>.
- Sweller, John, Paul Ayres, dan Slava Kalyuga. *Cognitive Load Theory*. Edisi 1. New York: Springer, 2011.
- Varpanen, Jan, Antti Laherto, Jaakko Hilppö, dan Tuulikki Ukkonen-Mikkola. "Teacher Agency and Futures Thinking." *Education Sciences* 12, no. 3 (2022): 177–193. <https://www.mdpi.com/2227-7102/12/3/177>.
- Woolfolk, Anita. *Educational Psychology*. Edisi 14. Harlow: Pearson Education Limited, 2021.