Technology, Health, and Agriculture Nexus: Conference Series
https://journal.ummat.ac.id/index.php/tcs
Vol. 1, No. 2, Juli 2025, Hal. 99-105

The Effect of Using Modern Learning Media on Students' Short-Term Memory Ability

Mita Aswatun[1], Intan Dwi Hastuti[2]
[1,2]Pendididkan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Mataram, Mataram, Indonesia
mithaaswatun@gmail.com[1*], intandwihastuti88@ummat.ac.id[2]

Keywords:
mathematics e-module,
learning media,
short-term memory,
mathematics learning,
elementary school

ABSTRACT

Abstract: *This study aims to analyze the effect of using modern learning media in the form of mathematics e-modules on the short-term memory abilities of fifth-grade elementary school students. This study uses a quantitative approach with a quasi-experimental design of the one-group pretest–posttest type. The research subjects consisted of 12 students selected through purposive sampling based on variations in short-term memory abilities. Data collection was conducted through pretest and posttest, each consisting of 15 questions to measure changes in students' short-term memory abilities before and after the implementation of the mathematics e-module. The data were analyzed using prerequisite tests, paired samples t-test hypothesis tests, and N-Gain analysis. The results of the study indicate that the implementation of e-modules in mathematics has a positive impact on improving students' short-term memory abilities, as shown by N-gain scores ranging from 0.50 to 0.91 with an average value of 0.67 (moderate category) and N-gain percentages ranging from 49.93% to 90.87% with an average of 67.14%. In addition, the results of the paired samples t-test showed a significance value of 0.000 (< 0.05), indicating a significant difference between the pretest and posttest scores. Thus, it can be concluded that the mathematics e-module is effective in improving students' short-term memory abilities and has the potential to become an alternative modern learning medium that supports more meaningful mathematics learning and is in line with the demands of education in the digital era.*

Kata Kunci:

e-modul matematika,
media pembelajaran,
memori jangka pendek,
pembelajaran matematika,
sekolah dasar

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan media pembelajaran modern berupa e-modul matematika terhadap kemampuan memori jangka pendek siswa kelas V sekolah dasar. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuasi-eksperimen tipe one-group pretest–posttest. Subjek penelitian terdiri atas 12 siswa yang dipilih melalui teknik purposive sampling berdasarkan variasi kemampuan memori jangka pendek. Pengumpulan data dilakukan melalui tes awal (pretest) dan tes akhir (posttest), masing-masing terdiri atas 15 butir soal yang digunakan untuk mengukur perubahan kemampuan memori jangka pendek siswa sebelum dan sesudah penerapan e-modul matematika. Data dianalisis menggunakan uji prasyarat, uji hipotesis paired samples t-test, serta analisis N-Gain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan e-modul matematika memberikan dampak positif terhadap peningkatan kemampuan memori jangka pendek siswa, yang ditunjukkan oleh nilai N-Gain berkisar antara 0,50 hingga 0,91 dengan nilai rata-rata sebesar 0,67 (kategori sedang), serta persentase N-Gain antara 49,93% hingga 90,87% dengan rata-rata sebesar 67,14%. Selain itu, hasil uji paired samples t-test menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 (< 0,05), yang mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan antara skor pretest dan posttest. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa e-modul matematika efektif dalam meningkatkan kemampuan memori jangka pendek siswa dan berpotensi menjadi alternatif media pembelajaran modern yang mendukung pembelajaran matematika yang lebih bermakna serta selaras dengan tuntutan pendidikan di era digital.

Article History:

Received : 24-06-2025
Accepted : 30-07-2025

This is an open access article under the CC–BY-SA license

A. LATAR BELAKANG

Pendidikan era modern menuntut peserta didik mengembangkan kemampuan kognitif secara optimal agar mampu beradaptasi pada pembelajaran yang semakin kompleks dan terintegrasi dengan perkembangan teknologi (Petrychenko, Petrichenko, Burmaka, & Vynohradova, 2023). Pengembangan kemampuan kognitif menjadi aspek fundamental karena berpengaruh terhadap keberhasilan belajar (Peng & Kievit, 2020). Proses pembelajaran yang efektif ditentukan oleh kemampuan siswa dalam mengolah dan mempertahankan informasi selama kegiatan belajar (Marougkas, Troussas, Krouska, & Sgouropoulou, 2023). Ketidaksiapan aspek kognitif dapat menghambat pemahaman materi dan berdampak pada rendahnya hasil belajar siswa. Oleh karena itu, sekolah perlu memberikan perhatian terhadap strategi pembelajaran disekolah yang selaras dengan kemajuan teknologi informasi.

Kemajuan teknologi informasi memberikan peluang bagi pendidik untuk mengembangkan media pembelajaran modern yang lebih inovatif dan adaptif terhadap kebutuhan belajar peserta didik (Ignatius Septo Pramesworo, Darmawanta Sembiring, Mohamad Sarip, Enos Lolang, & Irwan Fathurrochman, 2023). Media pembelajaran modern merupakan sumber daya pendidikan yang dirancang dengan memanfaatkan perangkat elektronik untuk merangsang berbagai indera, memperdalam pemahaman materi, serta mendukung proses kognitif siswa dalam lingkungan pembelajaran (Arsyad & Syakhrani, 2024). Pemanfaatan media pembelajaran modern juga memungkinkan terjadinya pembelajaran yang lebih interaktif, fleksibel, dan berpusat pada siswa. Salah satu bentuk media pembelajaran modern yang banyak digunakan adalah e-modul, video pembelajaran interaktif, serta aplikasi pembelajaran digital seperti Quizizz, Kahoot, dan berbagai permainan edukatif (Kurniati, 2025). Hadirnya media tersebut tidak hanya meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa, tetapi juga membantu siswa mengelola informasi pembelajaran secara lebih efektif sesuai dengan karakteristik dan kemampuan kognitifnya (Lu, Xie, & Liu, 2022).

Salah satu kemampuan kognitif yang memiliki peranan penting dalam pembelajaran adalah short-term memory (Manginas, Nikolantonakis, & Papageorgioy, 2017). Kemampuan ini berkaitan dengan kapasitas siswa dalam menyimpan dan mengolah informasi dalam jangka waktu yang terbatas (Schlebusch & Fourie, 2022). Pada pembelajaran matematika, siswa dituntut untuk mengingat simbol, konsep, serta langkah-langkah penyelesaian soal secara cepat dan tepat (Szabo, Körtesi, Guncaga, Szabo, & Neag, 2020). Keterbatasan kemampuan tersebut dapat menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep matematika secara menyeluruh. Apabila short-term memory tidak berkembang secara optimal, proses penerimaan dan pengolahan informasi akan terhambat(Yuan, 2022). Kondisi ini berimplikasi pada rendahnya kemampuan pemecahan masalah serta pencapaian hasil belajar matematika siswa. Oleh karena itu, pendidikan pada era modern menekankan pentingnya penguatan kemampuan kognitif peserta didik agar mampu beradaptasi dengan tuntutan pembelajaran yang semakin kompleks (Fuchs, Benkova, Fishbein, & Fuchs, 2024).

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu terkait pengaruh penggunaan media belajar terhadap Kemampuan kongitif telah banyak diteliti (Afify, 2020; Anwar, 2025; Haryana et al., 2022; Niman et al., 2024; Safitri, 2022; Small et al., 2020; Sudarmaji et al., 2020; Windari et al., 2023; Xu et al., 2025; Yu et al., 2021). Afify (2020) menjelaskan bahwa pemanfaatan ponsel pintar dirancang dan diimplementasikan secara terstruktur melalui penggunaan media pembelajaran berbasis permainan dan model penguatan mampu meningkatkan keterlibatan belajar serta retensi pengetahuan peserta didik. Sebaliknya, penggunaan ponsel pintar yang tidak terkelola dengan baik berpotensi menimbulkan kelebihan beban kognitif, gangguan perhatian, serta penurunan capaian akademik siswa.

Safitri (2022) menunjukan bahwa media berbasis lagu dan gambar dalam pembelajaran IPA mampu meningkatkan short-term memory siswa SD melalui peningkatan skor pre-test dan post-test ($p = 0{,}041$), rata-rata skor peserta meningkat dari 9,50 menjadi10,50. Niman et al. (2024) menegaskan bahwa peningkatan hasil belajar pada kelas eksperimen mengindikasikan kemampuan siswa dalam mempertahankan dan mengingat materi pembelajaran dengan baik melalui pemanfaatan video pembelajaran berbasis audio-visual. Windari et al. (2023) menerangkan bahwa buku ajar digital berbasis Brain-based Learning yang diperkaya dengan video animasi serta aktivitas Maze Chase–Wordwalls terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar dan literasi sains siswa. Efektivitas tersebut tercermin dari pencapaian hasil belajar pada kelas skala kecil maupun skala besar yang berada pada kategori tinggi, dengan nilai N-gain sebesar 0,81.

Rosita et al. (2025) menyebutkan bahwa pemanfaatan media pembelajaran Augmented Reality pada materi sistem indera manusia menyebabkan terjadinya perbedaan yang signifikan secara statistik ditemukan antara skor posttest dan pretest ($p < 0.05$). Tarigan et al. (2023) menjelaskan bahwa siswa yang mengikuti

pembelajaran dengan memanfaatkan media modul digital interaktif mengalami peningkatan kemampuan mengingat dan retensi materi yang lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang tidak menggunakan media pembelajaran tersebut. Alhazmi (2024) menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis multimedia mampu meningkatkan penguasaan kosakata dan retensi materi secara signifikan dibandingkan dengan pembelajaran teks. Pembelajaran multimedia mendukung proses kognitif dan daya ingat siswa melalui pemanfaatan berbagai saluran indera secara bersamaan, sehingga informasi dapat diproses dan disimpan dengan lebih efektif.

Berdasarkan hasil beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemanfaatan media pembelajaran modern umumnya diarahkan pada peningkatan hasil belajar, motivasi, dan retensi materi secara umum melalui beragam media digital, seperti video pembelajaran, multimedia interaktif, augmented reality, serta modul digital. Penelitian tersebut masih belum banyak menyoroti secara mendalam peran kemampuan short-term memory sebagai komponen kognitif dasar yang mendukung keberhasilan pembelajaran ditingkat sekolah dasar. Selain itu, short-term memory belum sepenuhnya diposisikan sebagai variabel utama yang dianalisis secara kuantitatif melalui penerapan desain pretest–posttest dalam konteks pembelajaran matematika. Dengan demikian, penelitian ini menghadirkan unsur kebaruan dengan memfokuskan kajian pada pengaruh penggunaan media pembelajaran modern terhadap peningkatan kemampuan short-term memory siswa sekolah dasar.

B. METODE PENELITIAN

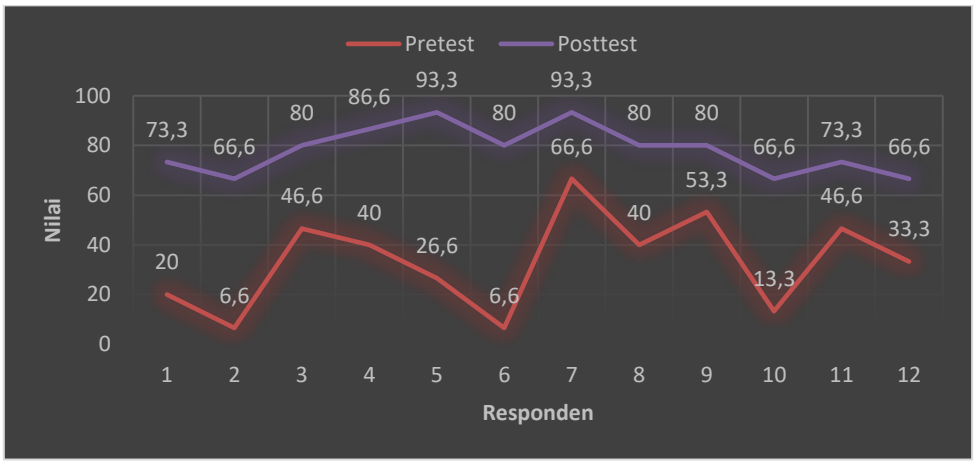
Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen semu (quasi-experimental) berupa one-group pretest–posttest. Eksperimen semu (quasi-experimental) dengan desain one-group pretest–posttest merupakan rancangan penelitian yang menggunakan satu kelompok penelitian yang sama, pengukuran awal dilakukan sebelum pemberian perlakuan dan pengukuran akhir dilaksanakan setelah perlakuan, tanpa melibatkan kelompok control (Kongkaew et al., 2019). Subjek penelitian adalah 12 orang peserta didik yang dipilih dari siswa kelas VA Sekolah Dasar negeri 15 Mataram yang ditentukan melalui teknik purposive sampling. Kriteria pemilihan sampel meliputi: (1) siswa memiliki variasi kemampuan short-term memory yang diklasifikasikan ke dalam kategori rendah, sedang, dan tinggi berdasarkan hasil pretest; (2) siswa mampu mengikuti pembelajaran menggunakan media pembelajaran modern yang diterapkan; dan (3) siswa berpartisipasi secara aktif dan konsisten selama proses penelitian.

Pengumpulan data diawali dengan pelaksanaan pretest 15 butir untuk mengetahui kemampuan short-term memory siswa sebelum perlakuan, dilanjutkan dengan penerapan pembelajaran matematika menggunakan media pembelajaran modern yaitu e-modul, dan diakhiri dengan posttest 15 butir untuk mengidentifikasi perubahan kemampuan short-term memory siswa. Data yang diperoleh dianalisis melalui uji prasyarat, uji hipotesis menggunakan paired sample t-test, serta analisis N-Gain guna mengukur tingkat peningkatan kemampuan short-term memory siswa setelah penggunaan media pembelajaran modern.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Hasil identifikasi perubahan kemampuan short-term memory siswa kelas VA sebelum dan setelah penerapan media pembelajaran modern menggunakan e-modul matematika dengan menggunakan pengukuran kemampuan awal dan akhir melalui pretest dan posttest disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik hasil pretest dan posttest penggunaan e-modul

Gambar 5 memperlihatkan grafik hasil pretest dan posttest penggunaan e-modul yang tampak adanya perbedaan signifikan kemampuan short-term memory pada seluruh responden. Nilai posttest lebih tinggi dibandingkan nilai pretest yang menunjukkan adanya peningkatan kemampuan short-term memory setelah diterapkannya e-modul pada matapelajaran matematika. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif untuk melihat kecenderungan peningkatan skor siswa. Hasil analisis deskriptif statistik deskriptif kemampuan short-term memory siswa sebelum dan sesudah perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Descriptive Statistics skor pretest dan posttest

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Ngain_score	12	,50	,91	,67	,12
	12	49,93	90,87	67,14	12,50
Valid N (listwise)	12				

Berdasarkan tabel 1 diperoleh nilai N-gain score menunjukkan rentang antara 0,50 hingga 0,91, dengan nilai rata-rata sebesar 0,67 dan standar deviasi 0,12. Rata-rata N-Gain tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan kemampuan short-term memory siswa setelah penerapan media pembelajaran modern berada pada kategori sedang. Sementara itu, nilai N-gain dalam bentuk persentase berkisar antara 49,93% hingga 90,87%, dengan rata-rata sebesar 67,14% dan standar deviasi 12,50. Variasi nilai tersebut menunjukkan adanya perbedaan tingkat peningkatan kemampuan antar siswa, namun secara umum hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran modern memberikan dampak positif dan efektif dalam meningkatkan kemampuan short-term memory siswa. Langkah selanjutnya melakukan uji normalitas pada data di atas disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Paired samples test pretest dan posttest

	Mean	Std. Deviation	t	df	Sig. (2-tailed)
Pretest - Posttest	-45,008	16,359	-9,531	11	,000

Berdasarkan tabel 2 diperoleh nilai rata-rata perbedaan antara skor pretest dan posttest sebesar –45,008 dengan standar deviasi 16,359. Nilai perbedaan yang bernilai negatif menunjukkan bahwa skor posttest lebih tinggi dibandingkan skor pretest, sehingga mengindikasikan adanya peningkatan kemampuan short-term memory siswa setelah penerapan media pembelajaran modern. Hasil pengujian statistik menunjukkan nilai t sebesar –9,531 dengan derajat kebebasan 11 serta nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,000, yang lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05. Selain itu, interval kepercayaan 95% berada pada rentang –55,403 hingga –34,614 dan tidak mencakup nilai nol, yang menegaskan bahwa perbedaan yang terjadi bersifat signifikan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan media pembelajaran modern e-modul matematika berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan kemampuan short-term memory siswa.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan media pembelajaran modern berupa e-modul matematika memberikan dampak positif terhadap peningkatan kemampuan short-term memory siswa. Hal ini konsisten dengan penelitian (Hasan, Mukhlis, & Harahap, 2025) yang mengembangkan media audio visual dalam meningkatkan daya ingat anak usia dini, media tersebut layak untuk memperkuat daya ingat dan pemahaman konsep dasar. Pada penelitian ini terdapat N-gain score antara 0,50 hingga 0,91, rata-rata sebesar 0,67 dan standar deviasi 0,12. Berada pada kategori sedang. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa e-modul matematika mampu membantu siswa dalam mengolah dan mempertahankan informasi pembelajaran secara lebih efektif. Hal ini sejalan dengan penelitian Yuliarti et al. (2024) yang meneliti tentang pengaruh e-modul Bahasa jawa untuk meningkatkan hasil belajar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan berupa e-modul Bahasa Jawa dengan total 33 halaman. E-modul tersebut memperoleh tingkat validitas yang tinggi, yakni sebesar 85% dari ahli desain, 85% dari ahli materi, dan 93% dari ahli bahasa. Selain itu, hasil uji lapangan yang didasarkan pada angket respon siswa kelas IV menunjukkan tingkat kelayakan sebesar 86,66%. Pengujian efektivitas e-modul Bahasa Jawa terhadap hasil belajar siswa kelas IV juga memberikan temuan yang positif, di mana nilai rata-rata pretest sebesar 67,19 mengalami peningkatan pada posttest menjadi 81,19 setelah siswa menggunakan e-modul dalam proses pembelajaran.

Nilai paired samples test diperoleh nilai t sebesar –9,531 dengan derajat kebebasan 11, (Sig. 2-tailed) sebesar 0,000 lebih kecil dari signifikansi 0,05. Hal ini menunjukan bahwa perbedaan signifikan terjadi maka e-modul matematika berpengaruh terhadap short-term memory. Hal ini sejalan dengan penelitian Jamilah et al. (2024) yang meneliti pengaruh media game edukatif melalui aplikasi wonderwall hasilnya diperoleh nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,000 yang lebih kecil dari 0,05, sehingga menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara variabel X dan variabel Y. Selanjutnya, nilai koefisien korelasi yang diperoleh sebesar 0,804, yang lebih besar dibandingkan nilai r tabel sebesar 0,361. Hasil tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara variabel X dan variabel Y berada pada kategori hubungan yang sangat kuat, sehingga dapat disimpulkan bahwa keterkaitan antara kedua variabel tersebut bersifat erat dan signifikan.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan temuan penelitian dan hasil pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penggunaan media pembelajaran modern berupa e-modul matematika memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan short-term memory siswa kelas VA. Hal ini tercermin dari adanya perbedaan yang nyata antara hasil pretest dan posttes Capaian posttest menunjukkan peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kemampuan awal siswa. Nilai N-gain yang berada pada kategori sedang mengindikasikan bahwa e-modul matematika berperan secara efektif dalam membantu siswa memproses, menyimpan, dan mempertahankan informasi pembelajaran dalam jangka pendek.

Selanjutnya, hasil pengujian paired samples t-test menunjukkan nilai signifikansi yang lebih kecil dari taraf kesalahan 0,05, sehingga dapat dipastikan bahwa peningkatan kemampuan short-term memory setelah penerapan e-modul bersifat signifikan secara statistik. Dengan demikian, e-modul matematika dapat dinyatakan sebagai salah satu alternatif media pembelajaran yang efektif dalam mengembangkan kemampuan kognitif dasar siswa, khususnya short-term memory, serta mendukung pelaksanaan pembelajaran matematika yang lebih bermakna dan selaras dengan tuntutan pembelajaran pada era modern.

REFERENSI

Afify, M. K. (2020). Effect Of Interactive Video Length Within E-Learning Environments On Cognitive Load, Cognitive Achievement And Retention Of Learning. Turkish Online Journal of Distance Education, 21(4), 68–89. Anadolu University. Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/doi/10.17718/tojde.803360

Alhazmi, K. (2024). The Effect of Multimedia on Vocabulary Learning and Retention. World Journal of English Language, 14(6), 390–399.

Anwar, M. (2025). The Dual Impact of Smartphone Usage on Short-Term Memory, Attention, and Academic Performance in Digital Learning Environments. Sinergi International Journal of Psychology, 2(3), 135–150. Retrieved from https://journal.sinergi.or.id/index.php/Psychology/article/view/503

Arsyad, M., & Syakhrani, A. W. (2024). The efficiency of using visual learning media in improving the understanding of science concepts in elementary school students. Indonesian Journal of Education (INJOE), 4(1), 775–787. Retrieved from https://felifa.net/index.php/INJOE/article/view/234/232

Fuchs, H., Benkova, E., Fishbein, A., & Fuchs, A. (2024). The Importance of Psychological and Cognitive Flexibility in Educational Processes to Prepare and Acquire the Skills Required in the Twenty-First Century BT - Corporate Practices: Policies, Methodologies, and Insights in Organizational Management. In S. Kot, B. Khalid, & A. ul Haque (Eds.), (pp. 91–114). Singapore: Springer Nature Singapore.

Haryana, M. R. A., Warsono, S., Achjari, D., & Nahartyo, E. (2022). Virtual reality learning media with innovative learning materials to enhance individual learning outcomes based on cognitive load theory. The International Journal of Management Education, 20(3), 100657. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1472811722000593

Hasan, F., Mukhlis, M., & Harahap, S. D. (2025). The Development of Audio-Visual Media on the Memory Retention of Early Childhood at RA Darussalam. Edutechnium Journal of Educational Technology, 3(1), 13–20.

Ignatius Septo Pramesworo, Darmawanta Sembiring, Mohamad Sarip, Enos Lolang, & Irwan Fathurrochman. (2023). Identification of New Approaches to Information Technology-Based Teaching for Successful Teaching of Millennial Generation Entering 21st Century Education. Jurnal Iqra' : Kajian Ilmu Pendidikan, 8(1), 350–370. Retrieved from https://journal.iaimnumetrolampung.ac.id/index.php/ji/article/view/2722

Jamilah, J., Ramadani, D., Darojat, A., Suherman, A., & Karimah, N. (2024). Wordwall Games Based Media To Improve Students' Learning Outcomes. 4th International Conference on Education and Technology (ICETECH 2023) (pp. 485–494). Atlantis Press. Retrieved from https://www.atlantis-press.com/doi/10.2991/978-94-6463-554-6_40

Kongkaew, C., Scholfield, C. N., Supapaan, T., Mann, C., Mongkhon, P., & Chanunun, S. (2019). Impact of research-based learning on student knowledge and assessment in pharmacoepidemiology: A one-group pretest-posttest experimental study. Thai Journal of Pharmaceutical Sciences, 43(4), 236–241.

Kurniati, M. (2025). Teacher MIN's Perception of IT-Based Learning Innovation for Improving Achievement. Journal of Modern Style on Educational Research, 1(1), 39–47. Retrieved from https://ejournal.ipubdigi.com/index.php/jomster/article/view/7/2

Lu, G., Xie, K., & Liu, Q. (2022). What influences student situational engagement in smart classrooms: Perception of the learning environment and students' motivation. British Journal of Educational Technology, 53(6), 1665–1687. Wiley Online Library. Retrieved from https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bjet.13204

Manginas, J., Nikolantonakis, C., & Papageorgioy, A. (2017). Cognitive Skills and Mathematical Performance, Memory (Short-Term, Long-Term, Working), Mental Performance and Their Relationship With the Mathematical Performance of Pre-School Students. European Journal of Education Studies, 3(12), 1–36. Retrieved from www.oapub.org/edu

Marougkas, A., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2023). Virtual Reality in Education: A Review of Learning Theories, Approaches and Methodologies for the Last Decade. Electronics, 12(13), 2832. MDPI. Retrieved from https://www.mdpi.com/2079-9292/12/13/2832

Niman, E. M., Eso Ntelok, Z. R., Arjono Wejang, H. E., et al. (2024). The Effect of Audio-Visual Learning Media on the Memory of Elementary School Students. International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis, 07(11), 5087–5091.

Peng, P., & Kievit, R. A. (2020). The Development of Academic Achievement and Cognitive Abilities: A Bidirectional Perspective. Child Development Perspectives, 14(1), 15–20. Wiley Online Library. Retrieved from https://srcd.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cdep.12352

Petrychenko, O., Petrichenko, I., Burmaka, I., & Vynohradova, A. (2023). Changes in modern university: challenges of today and development trends. Collection of scientific works of the State University of Infrastructure and Technologies series "Transport Systems and Technologies," (41), 74–83. Retrieved from https://tst.duit.in.ua/index.php/tst/article/view/367

Rosita, D., Dewanti, S. S., & Ibrahim, I. (2025). The Impact of Augmented Reality-based Learning Media on Primary Students' Retention of Human Sensory System Concepts. Journal of Integrated Elementary Education, 5(2), 407–420.

Safitri, M. N. (2022). The Impact of Song and Picture Media on the Memory Ability of Elementary School Students in Science Subjects. International Journal of Elementary Education, 6(3), 477–485.

Schlebusch, G., & Fourie, M. (2022). Information Processing Ability and its Implications for Teaching and Learning TT - Information Processing Ability and its Implications for Teaching and Learning. International e-Journal of Educational Studies, 6(12), 110–123. Tamer KUTLUCA WT - DergiPark. Retrieved from https://doi.org/10.31458/iejes.1130846

Small, G. W., Lee, J., Kaufman, A., Jalil, J., Siddarth, P., Gaddipati, H., Moody, T. D., et al. (2020). Brain health consequences of digital technology use. Dialogues in Clinical Neuroscience, 22(2), 179–187. Taylor & Francis. Retrieved from https://www.tandfonline.com/doi/full/10.31887/DCNS.2020.22.2/gsmall

Sudarmaji, I., Mulyana, A., & Karsiyah, K. (2020). APPLYING DIGITAL STORYTELLING TO IMPROVE INDONESIAN HIGH SCHOOL STUDENTS VISUAL MEMORY AND WRITING SKILL. English Review: Journal of English Education, 8(2), 91. Retrieved from https://journal.uniku.ac.id/index.php/ERJEE/article/view/2987

Szabo, Z. K., Körtesi, P., Guncaga, J., Szabo, D., & Neag, R. (2020). Examples of problem-solving strategies in mathematics education supporting the sustainability of 21st-century skills. Sustainability (Switzerland), 12(23), 1–28.

Tarigan, W. P. L., Sipahutar, H., & Harahap, F. (2023). The impact of an interactive digital learning module on students' academic performance and memory retention. Computers and Children, 2(2), 1–6. Retrieved from https://www.computersandchildren.com/article/the-impact-of-an-interactive-digital-learning-module-on-students-academic-performance-and-memory-13654

Windari, M. R., Prihatin, J., & Fikri, K. (2023). The Effectiveness of Digital Textbooks on Brain-based Learning assisted by Animated Videos and Maze Chase-Wordwall on Science Literacy Skills and Student Learning Outcomes. Biosfer: Jurnal Tadris Biologi, 14(1), 79–88. Retrieved from http://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/biosfer/article/view/16891

Xu, Y., Pan, E. Z., Levine, J., He, K., Thomas, T., & Warschauer, M. (2025). The effects of interactions with AI-enhanced media characters on learning computational thinking. Learning and Instruction, 98(1), 102149. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959475225000738

Yu, Z., Gao, M., & Wang, L. (2021). The Effect of Educational Games on Learning Outcomes, Student Motivation, Engagement and Satisfaction. Journal of Educational Computing Research, 59(3), 522–546. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA. Retrieved from https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0735633120969214

Yuan, X. (2022). Evidence of the Spacing Effect and Influences on Perceptions of Learning and Science Curricula. Cureus, 14(1), 1–10.

Yuliarti, I., Supriyatno, T., & Yaqin, M. Z. N. (2024). Development of a flipbook-based Javanese language teaching e-module to improve student learning outcomes. Research and Development in Education (RaDEn), 4(2), 1130–1151.