

Pendampingan Pembelajaran Matriks Berbantuan Papan Determinan dan Ludo Matematika di MAS Madani Alauddin Pao-Pao

Matrix Learning Assistance Using a Determinant Board and Mathematics Ludo at MAS Madani Alauddin Pao-Pao

Nurul Fajri Ninsih¹⁾, Sahratul Jannah²⁾, Sri Sulasteri³⁾, A. Sriyanti^{4*)}

^{1),2),3),4)}Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

nurulfajrininsih3@gmail.com¹⁾, sahratul09@gmail.com²⁾, srisulasteri@uin-alauddin.ac.id³⁾,
a.sriyanti@uin-alauddin.ac.id^{4*)}

Abstrak

Kegiatan pengabdian ini bertujuan memperkuat pemahaman peserta didik terhadap operasi perkalian matriks, determinan matriks, dan sifat-sifat determinan melalui pendampingan pembelajaran berbantuan papan determinan, lembar kerja peserta didik, discovery learning, dan ludo matematika. Kegiatan melibatkan 29 peserta didik kelas XI MIPA 4 MAS Madani Alauddin Pao-Pao pada tahun ajaran 2023/2024 dan dilaksanakan dalam empat pertemuan, masing-masing selama 80 menit. Evaluasi kegiatan menggunakan desain pra-eksperimental one-group pretest-posttest secara operasional. Tes awal terdiri atas lima soal dengan skor maksimum 100, sedangkan evaluasi akhir diberikan secara individual melalui rangkaian permainan ludo matematika. Data dianalisis secara deskriptif dengan menghitung nilai rata-rata, rentang nilai, peningkatan skor, dan persentase ketuntasan pada batas nilai 75. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata nilai meningkat dari 53,45 menjadi 85,34 atau naik 31,90 poin (59,68%). Jumlah peserta didik yang mencapai nilai minimal 75 meningkat dari 5 orang (17,24%) menjadi 27 orang (93,10%). Peningkatan ini terutama berkaitan dengan penguatan operasi bilangan bulat sebagai materi prasyarat, penggunaan media visual untuk memandu prosedur determinan, latihan kolaboratif melalui LKPD, dan evaluasi berbasis permainan yang mendorong keterlibatan peserta didik. Hasil perlu ditafsirkan secara terbatas karena bentuk tes awal dan evaluasi akhir tidak sepenuhnya identik serta kegiatan tidak menggunakan kelompok pembandingan. Pendampingan bertahap berbantuan media konkret dan permainan edukatif berpotensi menjadi alternatif praktis untuk memperkuat pemahaman matriks di madrasah aliyah.

Kata Kunci: pendampingan belajar, pemahaman konsep, matriks, ludo matematika, madrasah aliyah

Abstract

This community service activity aimed to strengthen students' understanding of matrix multiplication, matrix determinants, and determinant properties through learning assistance supported by a determinant board, student worksheets, discovery learning, and a mathematics ludo game. The activity involved 29 students of Grade XI MIPA 4 at MAS Madani Alauddin Pao-Pao during the 2023/2024 academic year and was conducted in four 80-minute meetings. The activity evaluation operationally adopted a one-group pretest-posttest pre-experimental design. The initial test consisted of five questions with a maximum score of 100, while the final evaluation was administered individually through a mathematics ludo game. Data were analyzed descriptively by calculating mean scores, score ranges, score gains, and mastery percentages using 75 as the mastery criterion. The mean score increased from 53.45 to 85.34, representing a gain of 31.90 points (59.68%). The number of students achieving a score of at least 75 increased from 5 students (17.24%) to 27 students (93.10%).

The improvement was associated with reinforcement of integer operations as prerequisite knowledge, visual media that guided determinant procedures, collaborative worksheet-based practice, and game-based evaluation that supported student engagement. These results should be interpreted cautiously because the initial and final assessments were not fully identical, and no comparison group was used. Stepwise assistance supported by concrete media and educational games may serve as a practical alternative for strengthening matrix understanding in Islamic senior secondary schools.

Keywords: *learning assistance, conceptual understanding, matrix, mathematics ludo, islamic senior secondary school*

Article History: *Diajukan: 02/06/2025; Ditinjau: 25/06/2026; Diterima: 31/07/2026*

How to Cite: Ninsih, N. F., Jannah, S., Sulasteri, S., & Sriyanti, A. (2026). Pendampingan Pembelajaran Matriks Berbantuan Papan Determinan dan Ludo Matematika di MAS Madani Alauddin Pao-Pao. *KHIDMAH: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2), 85-94. <https://doi.org/10.24252/khidmah.v6i2.57426>.

PENDAHULUAN

Pemahaman konsep merupakan fondasi penting dalam pembelajaran matematika karena memungkinkan peserta didik menjelaskan hubungan antaride, memilih prosedur yang tepat, dan menerapkan pengetahuan pada situasi yang berbeda. Pemahaman konseptual dan pengetahuan prosedural bukan dua capaian yang berdiri sendiri, melainkan berkembang secara timbal balik melalui pengalaman belajar yang memberi ruang untuk menjelaskan alasan di balik suatu prosedur sekaligus berlatih menggunakannya (Rittle-Johnson et al., 2015). Pada materi matriks, keterkaitan tersebut sangat penting karena peserta didik harus memahami posisi elemen, ordo, operasi bilangan, aturan perkalian, serta prosedur penentuan determinan secara simultan. Kesalahan pada salah satu unsur dapat menghasilkan jawaban akhir yang keliru meskipun sebagian langkah penyelesaian telah benar (Aygor & Ozdag, 2012).

Hasil identifikasi awal di kelas XI MIPA 4 MAS Madani Alauddin Pao-Pao memperlihatkan dua masalah utama. Pertama, peserta didik masih keliru mengoperasikan bilangan positif dan negatif. Kedua, peserta didik kesulitan mengingat tahapan perkalian matriks dan penentuan determinan, terutama ketika penyelesaian soal cukup panjang. Tes kemampuan awal terhadap 29 peserta didik menghasilkan rata-rata 53,45; hanya lima peserta didik yang mencapai nilai minimal 75. Kondisi ini menunjukkan perlunya pendampingan yang tidak langsung berfokus pada rumus matriks, tetapi dimulai dari penguatan materi prasyarat dan dilanjutkan dengan latihan bertahap.

Pendampingan belajar menyediakan ruang bagi peserta didik untuk memperoleh penjelasan tambahan, mencoba strategi penyelesaian, menerima umpan balik, dan memperbaiki kesalahan secara langsung. Efektivitas pendampingan tidak hanya bergantung pada penambahan waktu belajar, tetapi juga pada kualitas diagnosis, pertanyaan penuntun, umpan balik, dan kesempatan peserta didik menjelaskan kembali proses berpikirnya. Umpan balik yang efektif membantu peserta didik memahami posisi capaian saat ini, tujuan yang harus dicapai, dan langkah perbaikan berikutnya (Hattie & Timperley, 2007). Kajian mengenai tutoring juga menunjukkan bahwa interaksi yang adaptif dan responsif terhadap kesalahan berpotensi memberikan keuntungan belajar yang lebih kuat dibandingkan bantuan yang seragam (VanLehn, 2011). Temuan

pengabdian terdahulu memperlihatkan bahwa bimbingan belajar matematika dapat memperkuat keterlibatan dan capaian peserta didik ketika dikombinasikan dengan latihan kontekstual dan media pembelajaran yang sesuai (Hidayah et al., 2022; Sumarni et al., 2022; Winata et al., 2022).

Kegiatan ini memadukan tiga komponen yang saling melengkapi. Pertama, penguatan operasi bilangan bulat diberikan untuk mengatasi kelemahan prasyarat. Kedua, papan determinan dan LKPD digunakan untuk memvisualisasikan pola serta memandu tahapan penyelesaian. Penggunaan benda atau representasi konkret dapat membantu peserta didik menghubungkan simbol abstrak dengan struktur yang lebih mudah diamati, terutama apabila bantuan konkret secara bertahap diarahkan kembali pada representasi simbolik (Carbonneau et al., 2013; Fyfe et al., 2014). Penggunaan media visual dalam pembelajaran matematika juga relevan untuk memperkuat pemahaman simbolik peserta didik (Susanti, 2020). Ketiga, penemuan terbimbing dan permainan ludo matematika digunakan untuk memperluas kesempatan berlatih, berdiskusi, dan mengevaluasi pemahaman. Penemuan terbimbing lebih tepat daripada penemuan tanpa arahan karena peserta didik tetap memperoleh scaffolding, contoh, dan umpan balik selama membangun konsep (Alfieri et al., 2011; Muhammad & Dadang, 2023).

Berbeda dari kegiatan pendampingan yang hanya memberikan latihan tambahan, program ini mengintegrasikan diagnosis kemampuan awal, penguatan materi prasyarat, media konkret, penemuan terbimbing, kerja kelompok, dan permainan evaluatif dalam satu rangkaian. Pembelajaran kooperatif tipe turnamen telah dilaporkan mendukung pemahaman konsep ketika kompetisi diimbangi kerja sama dan tanggung jawab individual (Ulfa & Irwandani, 2019). Pembelajaran aktif dan kerja kelompok berpotensi meningkatkan capaian ketika peserta didik benar-benar memproses masalah, mengemukakan alasan, dan bertanggung jawab terhadap jawaban individual maupun kelompok (Prince, 2004; Freeman et al., 2014; Slavin, 2014). Pada saat yang sama, penggunaan permainan harus tetap ditempatkan sebagai sarana mencapai tujuan belajar, bukan sekadar aktivitas rekreatif. Meta-analisis menunjukkan bahwa game-based learning dan gamifikasi cenderung memberikan pengaruh positif, tetapi besarnya pengaruh bergantung pada rancangan tugas, dukungan instruksional, umpan balik, dan bentuk interaksi sosial (Byun & Joung, 2018; Sailer & Homner, 2020; Tokac et al., 2019). Atas dasar tersebut, kegiatan ini bertujuan memperkuat pemahaman peserta didik terhadap perkalian matriks, determinan matriks, dan sifat-sifat determinan melalui pendampingan pembelajaran berbantuan papan determinan, LKPD, discovery learning, dan ludo matematika.

METODE PENGABDIAN

Kegiatan pengabdian dilaksanakan di MAS Madani Alauddin Pao-Pao pada tahun ajaran 2023/2024 dengan melibatkan 29 peserta didik kelas XI MIPA 4. Program berlangsung selama empat pertemuan, masing-masing dua jam pelajaran atau 80 menit. Pelaksanaan melibatkan mahasiswa pendamping, guru matematika, dan dosen pembimbing dalam tahap koordinasi dan penyusunan perangkat.

Evaluasi kegiatan menggunakan desain pra-eksperimental one-group pretest-posttest secara operasional. Istilah tersebut digunakan karena capaian kelompok yang sama diamati sebelum dan sesudah pendampingan. Meskipun demikian, tes awal dan evaluasi akhir berbeda dalam format pelaksanaan sehingga perbandingan digunakan

sebagai evaluasi deskriptif program, bukan sebagai bukti kausal. Tes awal terdiri atas lima soal dengan bobot 20 poin per soal dan skor maksimum 100. Materi tes awal meliputi operasi bilangan bulat dan perkalian matriks sebagai kemampuan prasyarat. Evaluasi akhir mencakup materi yang telah didampingi, yaitu operasi bilangan bulat, perkalian matriks, determinan matriks, dan sifat-sifat determinan, yang dikerjakan secara individual dalam rangkaian permainan ludo matematika.

Tahap persiapan meliputi: (1) koordinasi dengan guru matematika mengenai materi yang telah dan akan dipelajari; (2) identifikasi kesulitan melalui observasi dan tes kemampuan awal; (3) penyusunan jadwal bersama guru dan dosen pembimbing; serta (4) penyusunan RPP, bahan ajar, slide PowerPoint, papan determinan, LKPD, soal evaluasi, dan ludo matematika. Tahap pelaksanaan dirancang sebagai berikut: pertemuan pertama berisi tes awal, penguatan operasi bilangan bulat, dan perkalian matriks ordo 3×3 ; pertemuan kedua membahas determinan matriks ordo 2×2 dan 3×3 menggunakan papan determinan dan LKPD kelompok; pertemuan ketiga menerapkan discovery learning untuk menemukan sifat-sifat determinan; dan pertemuan keempat melaksanakan evaluasi individual berbantuan ludo matematika.

Indikator keberhasilan program ditetapkan secara deskriptif, yaitu: (1) nilai rata-rata evaluasi akhir lebih tinggi daripada tes awal; (2) sekurang-kurangnya 80% peserta didik memperoleh nilai minimal 75; dan (3) kesalahan pada operasi bilangan bertanda dan prosedur matriks berkurang berdasarkan pemeriksaan jawaban. Data dianalisis dengan menghitung rata-rata, nilai minimum dan maksimum, selisih skor rata-rata, persentase peningkatan terhadap rata-rata awal, serta persentase peserta didik yang mencapai nilai minimal 75. Identitas peserta didik disamarkan dalam pengolahan data. Dokumentasi kegiatan digunakan untuk menunjukkan proses, bukan sebagai satu-satunya bukti keberhasilan.

HASIL DAN DISKUSI

Koordinasi awal dengan guru menunjukkan bahwa materi yang perlu dilanjutkan adalah perkalian matriks ordo 3×3 , determinan matriks ordo 2×2 dan 3×3 , serta sifat-sifat determinan. Tes awal memperlihatkan bahwa sebagian besar kesalahan terjadi pada operasi bilangan bulat ketika tanda positif dan negatif muncul dalam satu rangkaian perhitungan. Kesalahan tersebut kemudian memengaruhi jawaban pada perkalian matriks, walaupun beberapa peserta didik telah memahami urutan perkalian baris dan kolom.

Tabel 1. Ringkasan Capaian Tes Awal dan Evaluasi Akhir

Indikator	Tes awal	Evaluasi akhir
Jumlah peserta didik	29	29
Nilai rata-rata	53,45	85,34
Nilai minimum	40	70
Nilai maksimum	90	100
Peserta didik dengan nilai ≥ 75	5 orang	27 orang
Persentase ketuntasan	17,24%	93,10%

Tabel 1 menunjukkan kenaikan rata-rata sebesar 31,90 poin, dari 53,45 menjadi 85,34. Jika dibandingkan dengan rata-rata awal, peningkatan tersebut setara dengan 59,68%. Persentase peserta didik yang mencapai nilai minimal 75 meningkat 75,86 poin

persentase, dari 17,24% menjadi 93,10%. Dengan demikian, indikator keberhasilan program terpenuhi karena rata-rata evaluasi akhir meningkat dan lebih dari 80% peserta didik mencapai nilai minimal 75.



Gambar 1. Penguatan Materi dan Pendampingan Peserta Didik pada Pertemuan Pertama



Gambar 2. Penggunaan Papan Determinan untuk Memvisualisasikan Prosedur Perhitungan



Gambar 3. Peserta Didik Mengerjakan LKPD Secara Berkelompok

Kenaikan skor perlu dibaca sebagai hasil dari rangkaian intervensi, bukan semata-mata efek satu media. Mekanisme pertama adalah diagnosis dan penguatan operasi bilangan bulat. Tes awal menunjukkan bahwa sebagian kesalahan pada perkalian dan determinan matriks berakar pada ketidakakuratan mengoperasikan tanda positif dan

negatif. Hal ini memperlihatkan bahwa kesulitan pada materi lanjut dapat bersumber dari prasyarat yang belum stabil. Secara teoritis, pengetahuan konseptual dan prosedural berkembang secara dua arah: pemahaman konsep membantu pemilihan prosedur, sedangkan latihan prosedur yang disertai refleksi dapat memperjelas konsep (Rittle-Johnson et al., 2015). Karena itu, penguatan materi prasyarat sebelum memperkenalkan prosedur baru merupakan keputusan pedagogis yang relevan, bukan pengulangan yang terpisah dari tujuan pembelajaran matriks. Hasil kegiatan sejalan dengan pendampingan matematika sebelumnya yang menempatkan identifikasi kesalahan dan latihan terarah sebagai dasar perbaikan capaian (Hidayah et al., 2022; Sumarni et al., 2022).

Mekanisme kedua berkaitan dengan fungsi papan determinan sebagai representasi visual. Peserta didik sebelumnya cenderung mengingat langkah sebagai urutan mekanis yang panjang. Papan determinan mengubah prosedur tersebut menjadi pola posisi, arah operasi, dan hubungan antarelemen yang dapat diamati. Manfaat media konkret tidak otomatis muncul hanya karena media menarik; media efektif ketika perhatian peserta diarahkan pada struktur matematis yang direpresentasikan dan ketika guru membantu transisi dari benda konkret menuju simbol. Meta-analisis Carbonneau et al. (2013) menunjukkan bahwa manipulatif dapat mendukung pembelajaran matematika, sedangkan Fyfe et al. (2014) menekankan pentingnya concreteness fading agar peserta didik tidak berhenti pada ciri permukaan media. Dalam kegiatan ini, papan determinan berfungsi sebagai scaffolding awal, kemudian peserta didik tetap diminta menyelesaikan soal dalam notasi matriks. Dengan demikian, kontribusinya terletak pada jembatan dari pola visual menuju prosedur simbolik, bukan pada penggantian penalaran matematis dengan alat peraga.

Mekanisme ketiga adalah penemuan terbimbing melalui LKPD kelompok. Pada pertemuan ketiga, peserta didik tidak langsung menerima daftar sifat determinan, tetapi menguji beberapa contoh, membandingkan hasil, lalu menyusun kesimpulan. Pola ini mendukung konstruksi konsep karena peserta didik menghubungkan hasil perhitungan dengan generalisasi. Namun, istilah *discovery learning* dalam kegiatan ini harus dipahami sebagai penemuan yang dibimbing, sebab fasilitator menyediakan masalah, pertanyaan penuntun, LKPD, dan konfirmasi akhir. Meta-analisis Alfieri et al. (2011) menunjukkan bahwa penemuan yang disertai bantuan lebih produktif daripada penemuan tanpa arahan. Kajian bibliometrik Muhammad dan Dadang (2023) juga menempatkan *discovery learning* sebagai pendekatan yang menuntut aktivitas investigatif dan dukungan instruksional. Kerja kelompok memperkaya proses tersebut melalui pertukaran strategi dan koreksi teman sebaya, tetapi efektivitasnya memerlukan tujuan kelompok dan akuntabilitas individual (Slavin, 2014). Oleh sebab itu, presentasi kelompok dan pemberian soal individual tetap diperlukan agar keberhasilan tidak hanya ditopang oleh satu peserta didik yang lebih mampu.

Mekanisme keempat adalah ludo matematika sebagai evaluasi berbasis permainan. Elemen giliran, tingkatan soal, poin, dan kompetisi antarkelompok membuat latihan berulang terasa lebih menantang dan mengurangi kesan evaluasi sebagai aktivitas yang semata-mata menegangkan. Hasil ini konsisten dengan penelitian ludo matematika yang melaporkan dukungan terhadap kolaborasi peserta didik (Ulhusna et al., 2020) serta penerapan *game-based learning* untuk meningkatkan minat belajar (Khaerunnisa et al., 2022). Secara lebih luas, meta-analisis menunjukkan efek positif permainan terhadap capaian matematika dan pembelajaran, walaupun besar efeknya beragam (Byun & Joung,

2018; Karakoç et al., 2022; Tokac et al., 2019). Variasi tersebut menegaskan bahwa unsur permainan bukan jaminan keberhasilan. Dukungan instruksional dan scaffolding tetap diperlukan agar perhatian peserta tidak berpindah dari tujuan matematis ke sekadar memenangkan permainan (Cai et al., 2022). Temuan meta-analitik terbaru juga menunjukkan bahwa efektivitas permainan digital dipengaruhi desain permainan, mekanisme umpan balik, dan kesesuaian dengan tujuan STEM (Gui et al., 2023; Wang et al., 2022). Walaupun ludo pada kegiatan ini bersifat nondigital, prinsip tersebut tetap relevan: setiap kotak permainan harus mengaktifkan latihan yang selaras dengan indikator kompetensi.

Peningkatan capaian juga dapat dipahami dari intensitas keterlibatan peserta didik. Pembelajaran aktif memberi keuntungan ketika peserta didik tidak hanya mendengarkan penjelasan, tetapi mengerjakan soal, menguji strategi, mendiskusikan kesalahan, dan menerima umpan balik (Freeman et al., 2014; Prince, 2004). Dalam kegiatan ini, keterlibatan tersebut muncul melalui pengerjaan LKPD, presentasi kelompok, tanya jawab, serta soal individual dalam permainan. Meta-analisis gamifikasi menemukan pengaruh positif yang relatif kecil sampai sedang pada aspek kognitif, motivasional, dan perilaku, sekaligus mengingatkan bahwa hasil motivasional tidak selalu stabil pada semua konteks (Sailer & Homner, 2020). Tinjauan Hui dan Mahmud (2023) juga menunjukkan bahwa game-based learning matematika dapat memengaruhi ranah kognitif dan afektif, tetapi kualitas desain pembelajaran tetap menentukan. Karena kegiatan ini tidak menggunakan angket motivasi atau lembar observasi terstruktur, peningkatan antusiasme tidak boleh dinyatakan sebagai hasil terukur; bukti yang tersedia hanya berupa keterlibatan yang teramati selama pelaksanaan.

Walaupun rata-rata nilai meningkat, interpretasi hasil harus dibatasi. Program tidak menggunakan kelompok pembandingan, berlangsung hanya empat pertemuan, dan tes awal serta evaluasi akhir berbeda dalam format maupun cakupan materi. Kenaikan skor karena itu belum dapat diatribusikan secara kausal hanya kepada papan determinan atau ludo matematika. Selain itu, kegiatan belum mengukur retensi beberapa minggu setelah pendampingan, padahal peserta didik masih menunjukkan kecenderungan lupa terhadap tahapan yang panjang. Keterbatasan ini penting karena kajian game-based learning memperlihatkan heterogenitas efek dan ketergantungan pada desain, durasi, serta kualitas dukungan (Cai et al., 2022; Gui et al., 2023; Karakoç et al., 2022). Pengabdian lanjutan perlu menggunakan kisi-kisi pretest-posttest yang setara, rubrik observasi keterlibatan, angket respons yang tervalidasi, serta tes retensi. Dengan rancangan tersebut, kontribusi masing-masing komponen penguatan prasyarat, media visual, penemuan terbimbing, kerja kelompok, dan permainan dapat dibedakan secara lebih meyakinkan.

SIMPULAN

Pendampingan pembelajaran matriks yang memadukan penguatan operasi bilangan bulat, papan determinan, LKPD kelompok, discovery learning, dan ludo matematika menunjukkan perkembangan positif pada capaian peserta didik kelas XI MIPA 4 MAS Madani Alauddin Pao-Pao. Rata-rata nilai meningkat dari 53,45 menjadi 85,34 atau naik 31,90 poin (59,68%). Peserta didik yang mencapai nilai minimal 75 meningkat dari 5 orang (17,24%) menjadi 27 orang (93,10%). Perubahan tersebut terutama didukung oleh perbaikan kemampuan prasyarat, visualisasi prosedur determinan, latihan kolaboratif,

dan evaluasi berbasis permainan. Program dapat digunakan sebagai alternatif pendampingan praktis, tetapi hasilnya perlu ditafsirkan secara terbatas karena tidak menggunakan kelompok pembandingan dan instrumen awal-akhir yang sepenuhnya identik. Pelaksanaan berikutnya disarankan menggunakan tes yang setara, mengukur respons peserta didik, dan melakukan tes retensi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian menyampaikan terima kasih kepada pimpinan MAS Madani Alauddin Pao-Pao, guru matematika kelas XI MIPA, serta peserta didik kelas XI MIPA 4 yang telah mendukung dan berpartisipasi dalam pelaksanaan kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does Discovery-Based Instruction Enhance Learning? *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1-18. <https://doi.org/10.1037/a0021017>
- Aygor, N., & Ozdag, H. (2012). Misconceptions in Linear Algebra: The Case of Undergraduate Students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 2989-2994. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.602>
- Byun, J., & Joung, E. (2018). Digital Game-Based Learning for K-12 Mathematics Education: A Meta-Analysis. *School Science and Mathematics*, 118(3-4), 113-126. <https://doi.org/10.1111/ssm.12271>
- Cai, Z., Mao, P., Wang, D., He, J., Chen, X., & Fan, X. (2022). Effects of Scaffolding in Digital Game-Based Learning on Students' Achievement: A Three-Level Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, 34, 537-574. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09655-0>
- Carbonneau, K. J., Marley, S. C., & Selig, J. P. (2013). A Meta-Analysis of The Efficacy of Teaching Mathematics with Concrete Manipulatives. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 380-400. <https://doi.org/10.1037/a0031084>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, and Mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Fyfe, E. R., McNeil, N. M., Son, J. Y., & Goldstone, R. L. (2014). Concreteness Fading in Mathematics and Science Instruction: A Systematic Review. *Educational Psychology Review*, 26, 9-25. <https://doi.org/10.1007/s10648-014-9249-3>
- Gui, Y., Cai, Z., Yang, Y., Kong, L., Fan, X., & Tai, R. H. (2023). Effectiveness of Digital Educational Game and Game Design in STEM Learning: A Meta-Analytic Review. *International Journal of STEM Education*, 10, 36. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00424-9>
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Hidayah, S., Sumarwiyah, A., Abdurrohim, H., Hasanah, F. W., & Hasan, Z. (2022). Pendampingan Belajar Matematika Menggunakan Media Pembelajaran Berbasis Game Android. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 812-818. <https://doi.org/10.31004/cdj.v3i2.4759>

- Hui, H. B., & Mahmud, M. S. (2023). Influence of Game-Based Learning in Mathematics Education on The Students' Cognitive and Affective Domain: A Systematic Review. *Frontiers in Psychology*, 14, 1105806. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1105806>
- Karakoç, B., Eryılmaz, K., Turan Özpolat, E., & Yıldırım, I. (2022). The Effect of Game-Based Learning on Student Achievement: A Meta-Analysis Study. *Technology, Knowledge and Learning*, 27, 207–222. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09471-5>
- Khaerunnisa, K., Latri, L., Lestari, A., & Hasan, K. (2022). Penerapan Metode Games Based Learning untuk Meningkatkan Minat Belajar pada Siswa Kelas IV. *JIKAP PGSD: Jurnal Ilmiah Ilmu Kependidikan*, 6(3), 516–520.
- Muhammad, I., & Dadang, J. (2023). Model Discovery Learning pada Pembelajaran Matematika Sekolah Menengah Pertama: A Bibliometric Review. *Euler: Jurnal Ilmiah Matematika, Sains dan Teknologi*, 11(1), 74–88.
- Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Rittle-Johnson, B., Schneider, M., & Star, J. R. (2015). Not A One-Way Street: Bidirectional Relations Between Procedural and Conceptual Knowledge of Mathematics. *Educational Psychology Review*, 27(4), 587–597. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9302-x>
- Sailer, M., & Homner, L. (2020). The Gamification of Learning: A Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, 32, 77–112. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09498-w>
- Slavin, R. E. (2014). Cooperative Learning and Academic Achievement: Why Does Groupwork Work? *Anales de Psicología*, 30(3), 785–791. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.201201>
- Sumarni, C., Rasman, R., Rosidin, R., Adriadi, R., & Riwayati, S. (2022). Pendampingan Minat Belajar Matematika di Sekolah Dasar Negeri 09 Ipuh Mukomuko. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kuliah Kerja Nyata*, 2(3), 560–567. <https://doi.org/10.36085/jimakukerta.v2i3.3899>
- Susanti, Y. (2020). Pembelajaran Matematika dengan Menggunakan Media Berhitung di Sekolah Dasar dalam Meningkatkan Pemahaman Siswa. *EDISI: Jurnal Edukasi dan Sains*, 2(3), 435–448.
- Tokac, U., Novak, E., & Thompson, C. G. (2019). Effects of Game-Based Learning on Students' Mathematics Achievement: A Meta-Analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(3), 407–420. <https://doi.org/10.1111/jcal.12347>
- Ulfia, T., & Irwandani, I. (2019). Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Teams Games Tournament (TGT): Pengaruhnya Terhadap Pemahaman Konsep. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2(1), 140–149. <https://doi.org/10.24042/ijsme.v2i1.4220>
- Ulusna, M., Diana, S. P., & Zakirman. (2020). Permainan Ludo untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Siswa dalam Pembelajaran Matematika. *International Journal of Elementary Education*, 4(2), 130–137.
- VanLehn, K. (2011). The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197–221. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369>

- Wang, L.-H., Chen, B., Hwang, G.-J., Guan, J.-Q., & Wang, Y.-Q. (2022). Effects of Digital Game-Based STEM Education on Students' Learning Achievement: A Meta-Analysis. *International Journal of STEM Education*, 9, 26. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00344-0>
- Winata, R., Sugiharto, S., Pandiangan, P., Angraini, F., Anggit, T. D., Florensia, T., & Dana, A. R. (2022). Pendampingan Belajar Siswa Melalui Kegiatan Bimbingan Belajar di Panti Asuhan Imanuel. *Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(3), 978–986. <https://doi.org/10.20527/btjpm.v4i3.6063>