

Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Android pada Materi KPK dan FPB di Kelas IV Sekolah Dasar

Fito Hendri Oktavioano^{1*}, Mumun Nurmilawati², Poppy Rahmatika Primandiri³

Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: fitohov20002@gmail.com

Article History:

Submitted : 13-08-2025

Received : 13-08-2025

Revised : 26-12-2025

Accepted : 05-01-2026

Published : 31-03-2026

Abstract: *This study aimed to develop Android-based interactive learning media for teaching Least Common Multiple (LCM) and Greatest Common Factor (GCF) to fourth-grade students at SDN Gondang 1. The research employed design research of the development studies type using Tessmer's formative evaluation, which includes self evaluation, expert review, one-to-one, small group, and field test. Data were collected through questionnaires and tests to examine the media's validity, practicality, and effectiveness. The findings showed that the product achieved a validity score of 88% from the media expert and 86% from the material expert, indicating that it was highly valid. Its practicality reached 94%, while its effectiveness was reflected in students' mastery levels of 100% in the one-to-one stage, 86.6% in the small group stage, and 84.4% in the field test stage. Therefore, the developed media was considered valid, practical, and effective for supporting LCM and GCF learning.*

Keywords:

Android-based multimedia, interactive learning, mathematics, LCM, GCD

Abstrak: Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis Android pada materi Kelipatan Persekutuan Terkecil (KPK) dan Faktor Persekutuan Terbesar (FPB) untuk siswa kelas IV SDN Gondang 1. Penelitian menggunakan *design research* tipe *development studies* dengan pendekatan *formative evaluation* Tessmer yang meliputi *self evaluation, expert review, one-to-one, small group, dan field test*. Data dikumpulkan melalui angket dan tes untuk menilai validitas, kepraktisan, dan efektivitas media. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media memperoleh skor validitas 88% dari ahli media dan 86% dari ahli materi, sehingga termasuk kategori sangat valid. Tingkat kepraktisan mencapai 94%, sedangkan efektivitas ditunjukkan oleh ketuntasan belajar sebesar 100% pada tahap *one-to-one*, 86,6% pada *small group*, dan 84,4% pada *field test*. Dengan demikian, media yang dikembangkan dinyatakan valid, praktis, dan efektif untuk mendukung pembelajaran KPK dan FPB.

Kata Kunci :

Multimedia berbasis android, pembelajaran interaktif, matematika, LCM , GCD

PENDAHULUAN

Pendidikan dasar memiliki peran penting dalam membangun fondasi kemampuan berpikir, bernalar, dan memecahkan masalah pada peserta didik (Halim, 2022). Dalam konteks tersebut, matematika menjadi mata pelajaran yang strategis karena tidak hanya mengembangkan keterampilan berhitung, tetapi juga melatih cara berpikir logis, sistematis, dan cermat (Mutaqin et al., 2025). Namun, pembelajaran matematika di sekolah dasar masih kerap dipersepsikan sebagai pelajaran yang sulit, abstrak, dan kurang menyenangkan. Padahal, kualitas pembelajaran matematika sangat dipengaruhi oleh bagaimana guru menghadirkan pengalaman belajar yang konkret, menarik, dan sesuai dengan karakteristik perkembangan siswa (Mutaqin et al., 2025; Suryaningrat et al., 2025). Kajian mutakhir menunjukkan bahwa teknologi digital dan multimedia berpotensi meningkatkan kualitas pembelajaran, tetapi efektivitasnya sangat ditentukan oleh kesesuaian desain media dengan tujuan pembelajaran, kebutuhan siswa, dan konteks kelas (Abdulrahman et al., 2020; Hillmayr et al., 2020).

Kesulitan belajar matematika pada jenjang sekolah dasar umumnya muncul ketika konsep disajikan terlalu abstrak dan procedural (Sidiq et al., 2025). Pada fase ini, siswa masih membutuhkan bantuan representasi visual, urutan langkah yang jelas, serta pengalaman belajar yang membantu mereka memahami hubungan antarkonsep secara konkret. Kondisi ini sangat relevan pada materi Kelipatan Persekutuan Terkecil (KPK) dan Faktor Persekutuan Terbesar (FPB), karena kedua topik tersebut menuntut kemampuan mengenali pola bilangan, menentukan faktor dan kelipatan, serta menghubungkan beberapa prosedur secara runtut. Penelitian menunjukkan bahwa intervensi berbasis visualisasi memberikan dampak positif terhadap pembelajaran matematika lintas topik, sementara penggunaan manipulatif konkret dan virtual dapat membantu siswa menjembatani konsep abstrak menuju pemahaman yang lebih operasional (Schoenherr et al., 2024; Siller & Ahmad, 2024). Dengan demikian, pembelajaran KPK dan FPB memerlukan media yang tidak hanya informatif, tetapi juga mampu memperjelas konsep secara visual dan bertahap.

Salah satu alternatif yang relevan untuk menjawab kebutuhan tersebut adalah multimedia interaktif berbasis Android. Multimedia interaktif memiliki keunggulan karena dapat menggabungkan teks, gambar, audio, animasi, dan umpan balik langsung ke dalam satu pengalaman belajar. Dalam pembelajaran matematika sekolah dasar, kombinasi ini penting karena dapat membantu siswa menelusuri langkah berpikir, memahami relasi antarkonsep, dan memperoleh penguatan segera terhadap jawaban yang mereka hasilkan. Kajian sistematis menunjukkan bahwa keberhasilan multimedia tidak hanya terletak pada unsur teknologi, tetapi pada keterpaduan antara isi, desain penyajian, dan kebutuhan pengguna (Abdulrahman et al., 2020). Di samping itu, pemanfaatan perangkat mobile juga semakin relevan karena memberi kesempatan belajar yang lebih fleksibel, memungkinkan siswa mengakses materi berulang kali, dan memperluas ruang belajar di luar kelas formal (Dorris et al., 2024; Garzón et al., 2025).

Meskipun demikian, efektivitas media digital tidak hanya ditentukan oleh perangkat yang digunakan, tetapi juga oleh desain pembelajaran dan dukungan pedagogis yang menyertainya. Dalam pembelajaran matematika berbasis digital, peran guru tetap penting, terutama dalam memberikan *scaffolding*, arahan belajar, dan umpan balik yang membantu

siswa memahami letak kesalahan mereka. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media digital, termasuk permainan edukatif, dapat meningkatkan keterlibatan, minat, dan hasil belajar siswa, tetapi tetap memerlukan perancangan yang hati-hati agar unsur interaktif tidak mengaburkan tujuan akademik (Deng et al., 2020; Sun et al., 2021; Falah et al., 2024). Oleh karena itu, media berbasis Android untuk materi KPK dan FPB perlu dirancang dengan alur belajar yang jelas, contoh yang bertahap, latihan terstruktur, dan umpan balik yang mendukung pemahaman konsep.

Kebutuhan tersebut tampak nyata pada kondisi pembelajaran di SDN Gondang 1. Berdasarkan hasil observasi awal, pembelajaran matematika pada materi KPK dan FPB masih didominasi penggunaan buku LKS dan metode konvensional, sehingga siswa cenderung berhadapan dengan prosedur yang statis dan kurang variatif. Akibatnya, siswa masih mengalami kesulitan dalam menentukan faktor, kelipatan, dan hubungan antarbilangan secara lebih konkret. Di sisi lain, hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa 89% siswa lebih menyukai pembelajaran berbasis multimedia interaktif yang memadukan unsur visual dan audio. Temuan lokal ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menegaskan pentingnya visualisasi, manipulatif virtual, dan penggunaan perangkat mobile dalam membantu siswa sekolah dasar memahami konsep matematika yang abstrak secara lebih efektif (Dorris et al., 2024; Schoenherr et al., 2024; Siller & Ahmad, 2024). Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara kebutuhan belajar siswa dan media pembelajaran yang selama ini digunakan di kelas.

Berdasarkan uraian tersebut, pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis Android pada materi KPK dan FPB menjadi langkah yang relevan sekaligus mendesak. Pengembangan ini penting bukan semata-mata karena mengikuti arah digitalisasi pendidikan, tetapi karena didukung oleh bukti empiris bahwa multimedia interaktif, visualisasi, dan *mobile learning* dapat memperkuat pemahaman konsep, meningkatkan motivasi, dan memberikan pengalaman belajar yang lebih fleksibel bagi siswa sekolah dasar (Abdulrahman et al., 2020; Garzón et al., 2025; Sun et al., 2021). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis Android yang valid, praktis, dan efektif untuk mendukung pembelajaran materi KPK dan FPB pada siswa kelas IV SDN Gondang 1. Media yang dikembangkan diharapkan dapat membantu siswa memahami konsep secara lebih jelas, belajar lebih mandiri, dan memperoleh pengalaman belajar matematika yang lebih menarik serta bermakna.

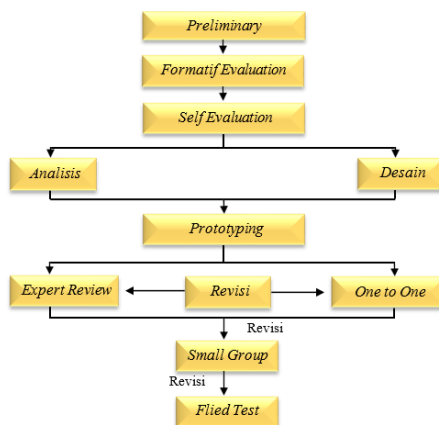
METODE

Penelitian ini menggunakan Design Research tipe development studies dengan pendekatan formative evaluation dari Tessmer. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan pengembangan media dilakukan secara bertahap hingga diperoleh produk yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Tahapan penelitian meliputi self evaluation, expert review, one-to-one, small group, dan field test.

Penelitian dilaksanakan di SDN Gondang 1 pada siswa kelas IV. Pada tahap awal, dilakukan preliminary evaluation melalui observasi, wawancara, dan angket untuk menganalisis kebutuhan, karakteristik siswa, serta kesesuaian materi dengan Kurikulum Merdeka. Berdasarkan hasil analisis tersebut, peneliti merancang prototipe media pembelajaran interaktif berbasis Android pada materi KPK dan FPB yang memuat teks,

gambar, audio, animasi, serta kuis interaktif.

Validasi produk dilakukan oleh ahli materi dan ahli media. Uji coba bertahap dilaksanakan pada 3 siswa pada tahap one-to-one, 6 siswa pada tahap small group, dan 17 siswa pada tahap field test. Data dikumpulkan melalui angket dan tes hasil belajar. Data kemudian dianalisis untuk menilai tingkat validitas, kepraktisan, dan efektivitas media, sedangkan hasil tiap tahap digunakan sebagai dasar revisi hingga diperoleh produk akhir yang layak digunakan dalam pembelajaran.



Gambar 1. Diagram Pengembangan Mukmin & Primasatya, 2020

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengembangan media pembelajaran berbasis Android untuk materi KPK dan FPB di SDN Gondang 1 menunjukkan hasil yang sangat memuaskan, baik dari aspek validitas, kepraktisan, maupun efektivitas. Hasil ini sejalan dengan teori-teori pembelajaran yang menekankan pentingnya penggunaan media yang menarik dan interaktif untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa.



Gambar 2. Hasil Akhir Media

Validitas Media Pembelajaran

Pada aspek validitas, skor 88% dari ahli media dan 86% dari ahli materi menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan telah memiliki tingkat kelayakan yang tinggi baik dari sisi isi maupun desain penyajian. Hal ini menandakan bahwa materi KPK dan FPB yang disajikan dalam aplikasi telah selaras dengan tujuan pembelajaran, karakteristik siswa sekolah dasar, serta prinsip representasi yang mendukung pemahaman konsep. Dalam kajian mutakhir tentang multimedia learning, Çeken dan Taşkın (2022) menegaskan bahwa pembelajaran akan lebih efektif ketika informasi disajikan melalui kombinasi kata, gambar, dan bentuk representasi yang relevan, dengan tetap mengendalikan beban kognitif siswa. Dalam konteks materi KPK dan FPB, hal ini sangat relevan karena siswa tidak hanya perlu menghafal prosedur, tetapi juga memahami hubungan antarkelipatan, faktor, dan pola bilangan. Dengan demikian, validitas yang tinggi pada media ini menunjukkan bahwa desain aplikasi telah mampu menerjemahkan konsep-konsep yang cenderung abstrak menjadi representasi yang lebih konkret dan mudah dipahami siswa.

Kepraktisan Media Pembelajaran

Dari sisi kepraktisan, skor 94% dari guru dan siswa menegaskan bahwa media yang dikembangkan mudah digunakan, mudah dipahami, dan tidak menimbulkan hambatan teknis yang berarti dalam proses pembelajaran. Kepraktisan ini sangat menentukan keberhasilan implementasi media digital di sekolah dasar, karena media yang baik secara isi belum tentu efektif apabila sulit dioperasikan oleh guru maupun siswa. Temuan ini sejalan dengan studi Bang et al. (2023) yang menunjukkan bahwa aplikasi matematika berbasis game adaptif dinilai mudah digunakan oleh guru dan dipandang mampu meningkatkan keterlibatan, motivasi, serta kepercayaan diri siswa dalam belajar matematika. Hasil serupa juga terlihat dalam penelitian Thai et al. (2022), di mana guru menilai perangkat lunak matematika digital sebagai sumber belajar yang bernilai dan ramah pengguna. Dengan demikian, skor kepraktisan yang tinggi dalam penelitian ini tidak hanya mencerminkan kemudahan operasional aplikasi, tetapi juga menunjukkan bahwa media tersebut realistis untuk diintegrasikan ke dalam pembelajaran rutin di kelas IV sekolah dasar.

Efektivitas Media Pembelajaran

Pada tahap *One-to-One*, peningkatan ketuntasan belajar dari 40% pada pretest menjadi 100% pada posttest menunjukkan bahwa media ini sangat efektif dalam mendukung pembelajaran individual. Hasil ini mengindikasikan bahwa ketika siswa berinteraksi secara langsung dengan media, mereka memperoleh kesempatan untuk belajar sesuai ritme masing-masing, mengulang materi yang belum dipahami, dan segera menerima umpan balik dari aktivitas yang dikerjakan. Pola seperti ini sejalan dengan penelitian Thai et al. (2022) dan Bang et al. (2023) yang menunjukkan bahwa aplikasi matematika digital yang adaptif dan interaktif dapat menghasilkan peningkatan capaian belajar yang signifikan karena siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih personal. Temuan ini juga relevan dengan meta-analisis Ran et al. (2021), yang menunjukkan bahwa intervensi teknologi komputer memberikan efek positif yang cukup kuat bagi siswa berprestasi rendah dalam matematika. Artinya, penggunaan media Android dalam penelitian ini sangat mungkin membantu siswa yang pada awalnya belum tuntas untuk membangun pemahaman dasar secara lebih bertahap dan terarah.

Pada tahap *Small Group*, peningkatan ketuntasan dari 33,3% menjadi 86,6% memperlihatkan bahwa efektivitas media tidak hanya muncul pada pembelajaran individual, tetapi juga saat digunakan dalam situasi belajar kelompok kecil. Dalam kelompok kecil, media Android memungkinkan siswa berdiskusi, membandingkan jawaban, dan saling menjelaskan strategi penyelesaian soal KPK dan FPB. Kondisi ini penting, karena pembelajaran matematika yang baik tidak hanya menekankan jawaban benar, tetapi juga proses berpikir siswa dalam memperoleh jawaban tersebut. Ran et al. (2022) menegaskan bahwa pengaruh teknologi terhadap prestasi matematika menjadi lebih kuat ketika teknologi mendukung lingkungan belajar yang komunikatif dan kolaboratif. Di sisi lain, telaah Dan et al. (2024) pada pembelajaran matematika berbasis digital game di tingkat sekolah dasar menunjukkan bahwa unsur interaktivitas, tantangan, dan keterlibatan aktif merupakan faktor yang konsisten berkontribusi terhadap hasil belajar yang lebih baik. Oleh karena itu, peningkatan pada tahap *Small Group* dalam penelitian ini dapat dipahami sebagai bukti bahwa media tidak hanya berfungsi sebagai alat presentasi, tetapi juga sebagai pemantik interaksi akademik antarsiswa.

Pada tahap *Field Test*, ketuntasan belajar meningkat dari 32,2% menjadi 84,4% pada 17 siswa. Temuan ini sangat penting karena menunjukkan bahwa efektivitas media tetap terjaga ketika diterapkan dalam konteks kelas yang lebih nyata dan lebih kompleks. Dalam uji lapangan, pengaruh media tidak lagi semata-mata ditentukan oleh interaksi individual dengan aplikasi, tetapi juga oleh bagaimana media itu berfungsi dalam dinamika kelas, pengelolaan waktu, pendampingan guru, dan variasi kemampuan siswa. Hasil ini konsisten dengan meta-analisis Güler et al. (2022) yang menemukan bahwa *mobile learning* memiliki efek positif tingkat sedang terhadap pencapaian matematika, serta dengan Ran et al. (2022) yang menegaskan bahwa penggunaan teknologi dalam pembelajaran matematika memberi dampak akademik positif di jenjang K-12. Dengan demikian, hasil uji lapangan pada penelitian ini memperkuat argumen bahwa media berbasis Android yang dirancang secara tepat dapat diimplementasikan secara lebih luas tanpa kehilangan nilai instruksionalnya.

Pengaruh Elemen Visual dan Verbal

Aspek lain yang sangat menonjol dari media ini adalah penggunaan elemen visual dan verbal secara terpadu. Gambar, animasi, teks, dan suara yang disajikan dalam aplikasi berperan sebagai jembatan kognitif yang membantu siswa memahami konsep matematika yang abstrak. Dalam meta-analisis Schoenherr et al. (2024), intervensi berbasis visualisasi terbukti memberikan efek positif tingkat sedang terhadap pembelajaran matematika, dan efek tersebut tampak pada berbagai jenjang usia maupun topik matematika. Sementara itu, Çeken dan Taşkın (2022) menegaskan bahwa penyajian multimedia yang memadukan kata dan gambar akan lebih efektif dibanding penyajian verbal semata, selama unsur-unsur yang digunakan relevan dan tidak membebani perhatian siswa. Dalam konteks materi KPK dan FPB, visualisasi sangat membantu karena siswa dapat melihat pola kelipatan, hubungan faktor, dan langkah penyelesaian secara lebih konkret. Karena itu, keberhasilan media ini bukan hanya disebabkan oleh penggunaan teknologi Android itu sendiri, melainkan oleh kualitas desain multimedia yang mendukung proses berpikir matematis siswa.

Secara pedagogis, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis Android dapat menjadi solusi yang relevan untuk mengatasi kesulitan siswa sekolah dasar dalam memahami konsep matematika dasar. Materi KPK dan FPB sering

dianggap sulit karena menuntut siswa memahami relasi bilangan, pola, serta prosedur penyelesaian soal yang bertahap. Media digital yang interaktif membantu mengurangi dominasi penjelasan abstrak dan menggantinya dengan pengalaman belajar yang lebih konkret, responsif, dan menyenangkan. Telaah Dan et al. (2024) menunjukkan bahwa pembelajaran matematika berbasis permainan digital di tingkat sekolah dasar cenderung meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan hasil belajar, sedangkan Hwang et al. (2023) memperlihatkan bahwa arah perkembangan teknologi dalam pendidikan matematika makin menekankan pentingnya interaksi yang bermakna antara siswa, konten, dan strategi pedagogis. Dengan demikian, media yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki implikasi praktis yang luas: dapat digunakan sebagai media utama di kelas, sebagai sarana pengayaan, maupun sebagai bahan belajar mandiri di rumah.

Dengan melihat keseluruhan hasil tersebut, dapat ditegaskan bahwa media pembelajaran berbasis Android untuk materi KPK dan FPB bukan hanya layak secara teknis, tetapi juga kuat secara pedagogis. Validitas yang tinggi menunjukkan bahwa konten dan desain media telah sesuai dengan kebutuhan pembelajaran; kepraktisan yang tinggi menandakan bahwa media mudah dioperasikan oleh guru dan siswa; sedangkan efektivitas yang konsisten pada tahap One-to-One, Small Group, dan Field Test membuktikan bahwa media mampu meningkatkan hasil belajar secara nyata. Oleh sebab itu, pengembangan media serupa pada materi matematika lain di sekolah dasar patut dipertimbangkan sebagai strategi inovatif untuk memperbaiki kualitas pembelajaran matematika yang selama ini sering dianggap sulit, monoton, dan abstrak.

PENUTUP

Pengembangan media pembelajaran berbasis Android pada materi KPK dan FPB terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa di SDN Gondang 1. Media yang dikembangkan telah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif berdasarkan hasil evaluasi yang melibatkan ahli media, ahli materi, guru, dan siswa. Tingkat validitas yang tinggi, yaitu 88% dari ahli media dan 86% dari ahli materi, serta kepraktisan sebesar 94%, menunjukkan bahwa media ini layak digunakan dalam pembelajaran. Selain itu, hasil uji coba pada tahap individual, kelompok kecil, dan uji lapangan menunjukkan adanya peningkatan pemahaman siswa secara signifikan. Temuan ini menegaskan bahwa media interaktif berbasis Android mampu mengatasi keterbatasan pembelajaran konvensional, menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan fleksibel, serta meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam memahami konsep matematika yang bersifat abstrak.

Berdasarkan temuan tersebut, media pembelajaran berbasis Android ini disarankan untuk diterapkan lebih luas di sekolah-sekolah lain agar manfaatnya dapat dirasakan oleh lebih banyak siswa. Penerapan media ini perlu didukung oleh ketersediaan sarana teknologi yang memadai serta peningkatan kompetensi guru dalam memanfaatkan media digital agar proses pembelajaran menjadi lebih interaktif dan efektif. Selain itu, media ini dapat dijadikan rujukan bagi pengembangan produk pembelajaran serupa pada materi lain, sehingga inovasi pembelajaran berbasis teknologi di sekolah dasar dapat terus berkembang sesuai dengan kebutuhan siswa dan tuntutan pembelajaran masa kini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrahaman, M. D., Faruk, N., Oloyede, A. A., Surajudeen-Bakinde, N. T., Olawoyin, L. A., Mejabi, O. V., Imam-Fulani, Y. O., Fahm, A. O., & Azeez, A. L. (2020). Multimedia tools in the teaching and learning processes: A systematic review. *Heliyon*, 6(11), e05312.
- Arsyad, A. (2013). *Media pembelajaran*. PT Grafindo Prasaja.
- Bang, H. J., Li, L., & Flynn, K. (2023). Efficacy of an adaptive game-based math learning app to support personalized learning and improve early elementary school students' learning. *Early Childhood Education Journal*, 51(4), 717-732.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom* (ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1). The George Washington University.
- Çeken, B., & Taşkın, N. (2022). Multimedia learning principles in different learning environments: A systematic review. *Smart Learning Environments*, 9, Article 19.
- Dan, N. N., Trung, L. T. B. T., Nga, N. T., & Dung, T. M. (2024). Digital game-based learning in mathematics education at primary school level: A systematic literature review. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(4), em2423.
- Daryanto (Ed.). (2015). *Media pembelajaran*. PT Sarana Tutorial Nurani Sejahtera.
- Deng, L., Wu, S., Chen, Y., & Peng, Z. (2020). Digital game-based learning in a Shanghai primary-school mathematics class: A case study. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(5), 709-717.
- Dorris, C., Winter, K., O'Hare, L., & Lwoga, E. T. (2024). A systematic review of mobile device use in the primary school classroom and impact on pupil literacy and numeracy attainment: A systematic review. *Campbell Systematic Reviews*, 20, e1417.
- Falah, R. S., Susila, A. A. R., & Taofik, D. B. I. (2024). Efektivitas pembelajaran ilmu pengetahuan alam (IPA) berbantuan multimedia terhadap hasil belajar siswa kelas 4 SDN 5 Cikondang Kec. Cisompet Kabupaten Garut. *CaXra: Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar*, 2(1), 57-63.
- Garzón, J., Burgos, D., Kinshuk, & Tlili, A. (2025). Mobile learning significantly enhances student learning gains: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education*, 238, 105415.
- Güler, M., Bütüner, S. Ö., Danisman, S., & Gürsoy, K. (2022). A meta-analysis of the impact of mobile learning on mathematics achievement. *Education and Information Technologies*, 27(2), 1725-1745.
- Hafidz, M. (2020). Pengembangan media pembelajaran berbasis Android untuk pembelajaran permutasi dan kombinasi. *Kreano: Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 11(2), 126-135.
- Halim, A. (2022). Signifikansi dan implementasi berpikir kritis dalam proyeksi dunia pendidikan abad 21 pada tingkat sekolah dasar. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 3(3).
- Heruman. (2017). *Model pembelajaran matematika di sekolah dasar*. PT Remaja Rosdakarya.
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, 103897.
- Hwang, S., Flavin, E., & Lee, J.-E. (2023). Exploring research trends of technology use in mathematics education: A scoping review using topic modeling. *Education and Information Technologies*, 28(8), 10753-10780.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Mukmin, M., & Primasatya, H. (2020). Pengembangan media pembelajaran berbasis Android untuk mendukung pembelajaran matematika. *Jurnal Pendidikan*, 5(3), 45-55.
- Mutaqin, E. J., Herman, T., Wahyudin, W., Agistina, G. N., & Aziz, A. K. A. (2025). Ethnomathematics approach: A strategy to improve mathematical problem solving

- skills of elementary school students. In *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series* (Vol. 8, No. 3, pp. 529–541).
- Mutaqin, E. J., Wahyudin, W., Herman, T., & Suryaningrat, E. F. (2025). Profil kemampuan pemecahan masalah matematis pada mahasiswa calon guru sekolah dasar: Studi pendahuluan. *Dwija Cendekia: Jurnal Riset Pedagogik*, 9(1), 160–174.
- Nadzif, R., Yuliana, I., & Kurniawan, T. (2022). Evaluasi formatif dalam pengembangan media pembelajaran berbasis Android. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 18(1), 66–75.
- Purnama, R. B., Sesunan, F., & Ertikanto, C. (2017). Pengembangan media pembelajaran *mobile learning* berbasis Android sebagai suplemen pembelajaran fisika SMA pada materi usaha dan energi. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(4), 63–74.
- Ran, H., Kasli, M., & Secada, W. G. (2021). A meta-analysis on computer technology intervention effects on mathematics achievement for low-performing students in K-12 classrooms. *Journal of Educational Computing Research*, 59(1), 119–153.
- Ran, H., Kim, N. J., & Secada, W. G. (2022). A meta-analysis on the effects of technology's functions and roles on students' mathematics achievement in K-12 classrooms. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(1), 258–284.
- Schoenherr, J., Strohmaier, A. R., & Schukajlow, S. (2024). Learning with visualizations helps: A meta-analysis of visualization interventions in mathematics education. *Educational Research Review*, 45, 100639.
- Sidik, G. S., Anisa, S. N., Zahrah, R. F., Apriani, I. F., Mutaqin, E. J., & Komalasari, E. (2025). Learning obstacles faced by elementary students in solving mathematical problems on rectangles and squares. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 6(4), 1095–1108.
- Siller, H.-S., & Ahmad, S. (2024). The effect of concrete and virtual manipulative blended instruction on mathematical achievement for elementary school students. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 24, 229–266.
- Sun, L., Ruokamo, H., Siklander, P., Li, B., & Devlin, K. (2021). Primary school students' perceptions of scaffolding in digital game-based learning in mathematics. *Learning, Culture and Social Interaction*, 28, 100457.
- Suryaningrat, E. F., Mutaqin, E. J., Supriatna, M., & Alani, N. (2025). Konsep operasi hitung bilangan cacah dalam permainan congklak: Studi etnomatematika. *CaXra: Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar*, 5(2), 477–489.
- Tessmer, M. (2013). *Planning and conducting formative evaluations*. Routledge.
- Thai, K.-P., Bang, H. J., & Li, L. (2022). Accelerating early math learning with research-based personalized learning games: A cluster randomized controlled trial. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 15(1), 28–51.
- Wiratmojo, D., & Sasonohardjo, A. (2019). Penerapan teknologi multimedia dalam pembelajaran matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(2), 22–35.