Global Education Journal
Vol. 4, 2 (May-August, 2026), pp. 2197-2204
EISSN: 2986-6529, DOI: https://doi.org/10.59525/gej.2048

Pengembangan Papan Dakota Digital Berbasis Web untuk Memfasilitasi Pemahaman Konsep KPK dan FPB di Sekolah Dasar

Syarif Hussein Sirait[1], Senia Perangin-angin[2], Nelsa Aurelia Sembiring[3] , Doraina Bancin[4]

[1234]Universitas Quality, Indonesia

ARTICLE INFO

Keywords:

Papan Dakota Digital; Media Digital; FPB dan KPK; Media Pembelajaran Matematika SD;

Article history:

Received 2026-04-19
Revised 2026-05-21
Accepted 2026-06-30

ABSTRAK

This study aims to describe the procedure for developing Web-Based Digital Dakota Board media and test its validity and practicality in elementary school grade IV mathematics learning. This development research adapts the ADDIE model which is limited to the analysis, design, and development stages. The media was developed using *a single-file architecture* (HTML5, Tailwind CSS, and Vanilla JavaScript). The data collection instrument used a Likert scale of 1-4 which was assessed by material experts, media experts, and prospective elementary school teachers. The results showed that the validation of material experts obtained a percentage of 100.00% with very valid criteria, the validation of media experts was 97.22% with very valid criteria, and the practicality test reached 100.00% with very practical criteria. It can be concluded that this Web-Based Digital Dakota Board has proven to be theoretically and practically feasible, as well as effectively bridging the cognitive stages of Bruner, facilitating Vygotsky scaffolding, while reducing extraneous cognitive load in elementary school mathematics learning.

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

Corresponding Author:
Syarif Hussein Sirait
Universitas Quality, Indonesia; syarif.hussein.sirait@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika di sekolah dasar merupakan fondasi utama untuk membangun kemampuan berpikir logis, analitis, dan sistematis sejak dini guna membekali siswa agar mampu memecahkan berbagai permasalahan kehidupan (Hanan & Alim, 2023). Dalam kurikulum nasional di Indonesia, penguasaan matematika menjadi salah satu prioritas untuk mencetak siswa yang memiliki keterampilan pemecahan masalah. Kendati demikian, berbagai hasil evaluasi belajar menunjukkan bahwa pemahaman konsep dasar matematika siswa sekolah dasar masih belum optimal. Sebagian besar siswa masih menganggap matematika sebagai pelajaran yang sulit karena objek kajian matematika yang menuntut pemikiran abstrak dan penggunaan rumus yang rumit (Yolanita & Ruswendi, 2024).

Di sisi lain, perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat telah membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dunia pendidikan (Maryati et al., 2026).

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi memberikan peluang besar untuk memperbarui metode pengajaran konvensional agar lebih interaktif dan berpusat pada siswa. Di tingkat sekolah dasar, integrasi media digital menjadi sarana penting untuk merancang lingkungan belajar yang menarik. Dukungan visualisasi dan fitur interaktif pada media digital terbukti efektif membantu siswa memproses materi pelajaran secara lebih intuitif (Widiastari & Puspita, 2024).

Integrasi media pembelajaran digital terbukti mampu meningkatkan keterlibatan, motivasi, serta retensi pemahaman siswa melalui penyajian visual yang dinamis dan interaktif (Ningsih et al., 2025). Khususnya dalam pembelajaran matematika, media digital menjadi sarana penting untuk menjembatani konsep-konsep abstrak agar lebih mudah dipahami oleh siswa sekolah dasar (Yuliya et al., 2026).

Materi Kelipatan Persekutuan Terkecil (KPK) dan Faktor Persekutuan Terbesar (FPB) merupakan salah satu topik penting di kelas IV sekolah dasar yang kerap menjadi tantangan dalam proses pembelajaran. Penguasaan materi ini sangat penting karena menjadi fondasi untuk mempelajari konsep matematika tingkat lanjut, seperti penyederhanaan dan operasi hitung pecahan. Kendati demikian, siswa kelas IV SD secara kognitif masih berada dalam masa transisi dari pemikiran konkret menuju pemikiran abstrak. Kondisi perkembangan ini membuat siswa kesulitan apabila harus memahami konsep matematis yang abstrak—seperti keterbagian, kelipatan, faktor, dan irisan himpunan—tanpa adanya bantuan representasi visual (Handayani et al., 2025).

Untuk mengatasi masalah pemahaman tersebut, penggunaan alat peraga konkret kerap menjadi solusi yang diandalkan di sekolah dasar. Salah satu media yang populer diterapkan di kelas adalah Papan Dakota (Dakon Matematika) fisik. Sejumlah penelitian terdahulu mengonfirmasi bahwa penggunaan Papan Dakota fisik efektif meningkatkan hasil belajar, keterlibatan aktif, dan minat siswa pada materi KPK dan FPB (Febriyanti et al., 2023; Nur & Sari, 2025; Trisnawati & Sulianto, 2025).

Papan Dakota fisik bekerja dengan mengadaptasi prinsip permainan tradisional dakon atau congklak. Aturan permainan ini dimodifikasi untuk memvisualisasikan konsep kelipatan dan faktor bilangan. Dalam penggunaannya, siswa memasukkan biji permainan (seperti kelereng atau biji plastik) ke dalam wadah angka yang mewakili faktor atau kelipatan suatu bilangan. Melalui interaksi langsung ini, siswa dapat melihat lubang angka yang terisi oleh kombinasi biji dari dua bilangan atau lebih untuk menentukan nilai KPK maupun FPB secara konkret (Kumullah, 2020).

Meskipun media fisik memberikan manfaat sensori-motorik, penggunaannya di kelas sering menghadapi kendala praktis. Keterbatasan yang umum dialami antara lain risiko hilangnya biji dakon, waktu persiapan yang cukup lama, serta rentang angka pada papan yang terbatas. Kendala teknis tersebut berpotensi memicu *extraneous cognitive load* pada siswa (Sweller, 2024). Gangguan seperti biji yang tercecer dapat memecah perhatian siswa, sehingga menguras kapasitas *working memory* yang seharusnya dialokasikan untuk memproses konsep matematika inti.

Digitalisasi media pembelajaran menjadi langkah strategis untuk mengatasi keterbatasan alat peraga fisik tersebut (Novela et al., 2024). Kendati demikian, sepanjang penelusuran literatur yang dilakukan, belum ditemukan penelitian yang secara khusus mengembangkan media Papan Dakota interaktif berbasis web. Riset terdahulu masih berfokus pada efektivitas Papan Dakota fisik atau pengembangan media digital umum yang tidak mengadaptasi mekanisme permainan dakon.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan Papan Dakota Digital Berbasis Web yang efisien dan berfokus pada kebutuhan pedagogis. Dari segi teknis, media ini dikembangkan dengan arsitektur *single-file* berbantuan HTML5, Tailwind CSS, dan Vanilla JavaScript, sehingga dapat diakses secara instan tanpa instalasi serta tidak membebani kuota data. Dari segi fungsi, media ini dilengkapi fitur *Dual-Mode*: Mode Otomatis yang menyediakan animasi penyorotan dan umpan balik langsung untuk demonstrasi konsep KPK dan FPB, serta Mode Manual dengan empat variasi warna pin untuk mendukung aktivitas penemuan terbimbing hingga empat bilangan. Perancangan media ini disusun berlandaskan tiga kerangka teoretis utama, yaitu tahapan perkembangan enaktif-ikonik-simbolik dari Bruner, pemberian *scaffolding* berbasis *Zone of Proximal Development* dari Vygotsky, serta penekanan *extraneous cognitive load* menurut Sweller.

Berdasarkan latar belakang dan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan prosedur pengembangan media Papan Dakota Digital Berbasis Web melalui model ADDIE (dibatasi pada tahap *Analysis*, *Design*, dan *Development*), serta menguji tingkat kevalidan dan kepraktisannya dalam pembelajaran materi KPK dan FPB di sekolah dasar. Penelitian ini diharapkan dapat menghadirkan alternatif media pembelajaran digital yang mudah diakses dan sesuai dengan taraf perkembangan kognitif siswa, sekaligus mendukung praktisi pendidikan dasar dalam merancang pembelajaran matematika yang lebih visual dan intuitif.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) yang mengacu pada model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Prosedur penelitian dibatasi pada tiga tahap utama, yaitu analisis, perancangan, dan pengembangan. Tahap pengembangan mencakup kegiatan evaluasi formatif berupa uji validasi ahli dan uji kepraktisan terbatas.

Tahap analisis diawali dengan mengidentifikasi masalah penggunaan alat peraga fisik Papan Dakota konvensional di kelas, seperti risiko hilangnya biji dakota, lamanya waktu persiapan mengajar, serta keterbatasan papan. Mempertimbangkan kendala tersebut dan karakteristik siswa kelas IV sekolah dasar yang berada pada fase transisi kognitif dari konkret menuju abstrak, dirancang media digital berbasis web yang responsif, efisien dalam penggunaan kuota data, serta dapat diakses tanpa instalasi aplikasi tambahan.

Pada tahap perancangan, antarmuka media disusun menggunakan struktur matriks grid 10 × 6 (total 60 kotak angka) dengan kombinasi warna latar papan kayu (#d4a373) dan krem (#faedcd) untuk menjaga kontras visual. Selain itu, dirancang fitur Dual-Mode yang terdiri atas Mode Otomatis untuk demonstrasi konseptual dua angka berbasis animasi penyorotan (pulse animation) dan Mode Manual dengan empat variasi warna pin untuk aktivitas penemuan terbimbing hingga empat bilangan berbeda.

Pada tahap pengembangan, seluruh struktur pengkodean menggunakan HTML5, Tailwind CSS, dan Vanilla JavaScript dikemas ke dalam satu file tunggal (single-file architecture) yang dapat dijalankan pada berbagai perangkat (smartphone, tablet, maupun laptop). Produk yang dikembangkan kemudian diuji validitas dan kepraktisannya oleh subjek penelitian yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Subjek Uji Validitas dan Kepraktisan Media

Subjek Penelitian	Jumlah	Peran dan Fokus Penilaian
Ahli Materi	1 Orang	Menilai Kebenaran konsep matematika, kelayakan didaktik FPB dan KPK, serta kesesuaian materi dengan kurikulum SD
Ahli Media	1 Orang	Menilai kualitas antarmuka (UI/UX), daya tanggap (responsiveness), efisiensi teknis pengkodean, dan estetika visual
Calon Guru SD	10 Orang	Menilai kepraktisan, kemudahan pengoperasian, dan potensi keterpakaian media dalam simulasi pembelajaran di kelas

Pengumpulan data dilakukan menggunakan instrumen angket skala Likert 1–4 yang terdiri atas 9 butir pernyataan pada masing-masing instrumen (skor maksimum ideal pada setiap instrumen adalah 36). Data penilaian dari responden dianalisis menggunakan kombinasi teknik kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif dilakukan dengan menghitung persentase kelayakan (*P*) melalui rumus:

$$\boldsymbol{P = \frac{\sum x}{\sum x_{maks}} \times 100\%}$$

Keterangan:

- P = Persentase kelayakan/kepraktisan media
- $\sum x$ = Total skor yang diperoleh dari responden

- $\sum x_{maks}$ = Total skor maksimum ideal (36 skor × jumlah responden)

Nilai persentase yang diperoleh diinterpretasikan ke dalam kriteria kevalidan dan kepraktisan yang diadaptasi dari skala (Riduwan, 2019) sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Kevalidan dan Kepraktisan Media

Rentang Persentasi (*P*)	Kriteria Kevalidan	Kriteria Kepraktisan	Keputusan/ Tindakan
75,01% - 100,00%	Sangat Valid	Sangat Praktis	Produk dapat digunakan tanpa revisi
50,01% - 75,00%	Valid	Praktis	Produk dapat digunakan dengan revisi kecil
25,01% - 50,00%	Kurang Valid	Kurang Praktis	Produk memerlukan revisi substansial
0,00% - 25,00%	Tidak Valid	Tidak Praktis	Produk tidak dapat digunakan

Batas minimal kriteria kelayakan produk dalam penelitian ini ditetapkan pada kategori Valid atau Praktis ($P \geq 50{,}01\%$). Sementara itu, data kualitatif berupa masukan, kritik, dan saran perbaikan dari para validator dianalisis secara deskriptif sebagai dasar dalam melakukan revisi dan penyempurnaan produk sebelum dinyatakan final.

Tabel 3. Kisi-kisi Instrumen Penilaian Media Papan Dakota Digital

Jenis Instrumen	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Jumlah Butir
Ahli Materi	Kualitas Materi dan Didaktik	Kesesuaian materi FPB dan KPK dengan kurikulum, kebenaran konsep matematis, dan kejelasan instruksi eksplorasi	9
Ahli Media	Kualitas Tampilan dan Teknis	Responsivitas antarmuka (*UI*/*UX*), kesesuaian kontras warna visual, kemudahan navigasi, dan efisiensi pengkodean	9
Calon Guru SD	Kepraktisan dan Keterpakaian	Kemudahan pengoperasian media, efisiensi waktu pembelajaran, dan potensi kemandirian belajar siswa.	9

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pengembangan ini menghasilkan produk berupa media pembelajaran interaktif Papan Dakota Digital Berbasis Web untuk memfasilitasi pemahaman konsep Kelipatan Persekutuan Terkecil (KPK) dan Faktor Persekutuan Terbesar (FPB) di sekolah dasar. Prosedur pengembangan mengacu pada model ADDIE yang dibatasi pada tiga tahap utama, yaitu analisis (*analysis*), perancangan (*design*), dan pengembangan (*development*).

3.1. Hasil Pengembangan Produk Papan Dakota Digital

Pada tahap analisis, hasil identifikasi kebutuhan menunjukkan bahwa penggunaan Papan Dakota fisik memiliki beberapa keterbatasan praktis di kelas, seperti risiko biji permainan yang mudah hilang, waktu persiapan mengajar yang relatif lama, serta keterbatasan ruang papan untuk menjangkau angka kelipatan yang lebih besar. Kendala tersebut diatasi dengan merancang media digital berbasis web yang ringan, responsif, tidak memerlukan instalasi aplikasi, serta dapat diakses melalui berbagai perangkat (smartphone, tablet, maupun laptop).

Pada tahap perancangan, media disusun menggunakan kombinasi HTML5, Tailwind CSS, dan Vanilla JavaScript dalam arsitektur single-file sehingga efisien dalam penggunaan kuota data. Papan permainan menggunakan matriks grid 10 × 6 (total 60 kotak angka) dengan kombinasi warna latar kayu (#d4a373) dan kotak angka krem (#faedcd) untuk menjaga kenyamanan visual siswa sekolah dasar.

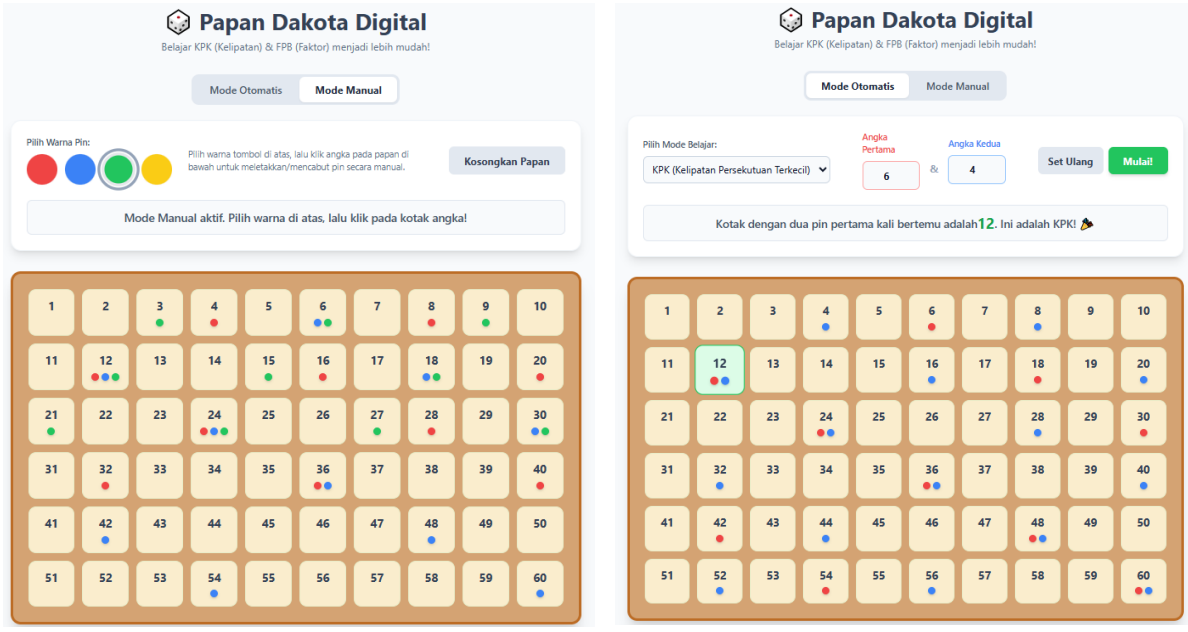
Pada tahap pengembangan, produk dilengkapi dengan fitur Dual-Mode, yaitu Mode Otomatis (demonstrasi konseptual berbasis animasi pulse animation dan immediate feedback) serta Mode Manual (eksplorasi terbimbing menggunakan empat variasi warna pin untuk penyelesaian soal hingga empat bilangan). Data kuantitatif tingkat kelayakan dihitung menggunakan rumus persentase berikut:

$$P = \frac{\sum x}{\sum x_{maks}} \times 100\%$$

Keterangan: P adalah persentase kelayakan, $\sum x$ adalah total skor yang diperoleh, dan $\sum x_{maks}$ adalah total skor maksimum ideal. Rekapitulasi penilaian hasil validasi materi, validasi media, dan uji kepraktisan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Validasi dan Uji Kepraktisan Media

No	Aspek Penilaian	Subjek Evaluasi	Totak Skor Diperoleh ($\sum x$)	Total Skor Maksimum ($\sum x_{maks}$)	Persentase (P)	Kriteria Kelayakan
1	Validasi Ahli Materi	1 Ahli Pembelajaran Matematika SD	36	36	100,00 %	Sangat Valid
2	Validasi Ahli Media	1 Ahli Media dan Teknologi Digital	35	36	97,22 %	Sangat Valid
3	Uji Kepraktisan	10 Calon Guru SD	360	360	100,00 %	Sangat Praktis
Rata-rata Keseluruhan			143,67	144	99,07 %	Sangat Valid dan Sangat Praktis



(a) (b)

Gambar 1. Antarmuka Media Papan Dakota Digital Berbasis Web: (a) Tampilan Mode Otomatis untuk simulasi konseptual penentuan KPK/FPB dengan penyorotan jawaban dan umpan balik langsung; (b) Tampilan Mode Manual untuk aktivitas eksplorasi terbimbing menggunakan empat pilihan warna pin.

3.1. Pembahasan

Berdasarkan perolehan persentase kelayakan rata-rata sebesar 99,07%, media Papan Dakota Digital berbasis web terbukti memenuhi kriteria kelayakan teoretis, teknis, dan kepraktisan. Penemuan ini diperkuat oleh tiga aspek pembahasan pedagogis utama:

- **Transisi Kognitif Teori Belajar Bruner:** Sesuai Teori Belajar Bruner, siswa kelas IV sekolah dasar berada pada masa transisi berpikir dari tahap konkret menuju abstrak. Papan Dakota Digital memfasilitasi tahapan tersebut secara simultan. Visualisasi pin berwarna (merah, biru, hijau, dan kuning) yang mengisi kotak angka memberikan representasi ikonik yang jelas mengenai konsep irisan himpunan pada kelipatan dan faktor persekutuan. Selanjutnya, animasi penyorotan pada jawaban akhir menghubungkan gambaran visual pin dengan lambang bilangan abstrak (simbolik) dari KPK atau FPB yang dicari.
- **Penerapan *Scaffolding* dan Pembelajaran Terdiferensiasi:** Ketersediaan fitur *Dual-Mode* mendukung prinsip *Zone of Proximal Development* (ZPD) dan *scaffolding* dari Vygotsky. Mode Otomatis berperan sebagai bentuk pemodelan (*modeling*) awal oleh guru untuk memaparkan prosedur penemuan KPK dan FPB dua angka secara visual tanpa hambatan teknis penataan alat peraga manual. Sementara itu, Mode Manual berperan sebagai tahapan pelepasan tanggung jawab secara bertahap (*gradual release of responsibility*), yang memberikan ruang bagi siswa untuk mengeksplorasi penemuan konsep serta melakukan latihan pengayaan materi hingga empat bilangan yang lebih kompleks.
- **Reduksi *Extraneous Cognitive Load*:** Pada penggunaan Papan Dakota fisik, perhatian siswa sering terpecah akibat gangguan mekanis seperti biji dakon yang tercecer, perhitungan manual yang memakan waktu, atau rentang papan yang terbatas. Papan Dakota Digital dengan kapasitas 60 kotak berbasis matriks 10×6 berhasil meminimalkan *extraneous cognitive load* tersebut. Kecepatan animasi simulasi yang stabil serta umpan balik visual secara langsung memungkinkan kapasitas memori kerja (*working memory*) siswa terfokus sepenuhnya pada pemrosesan hubungan antar-kelipatan dan faktor bilangan (Sweller, 2024).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengembangan dan pengujian yang telah dilakukan, media Papan Dakota Digital Berbasis Web terbukti sangat valid dan sangat praktis untuk diterapkan dalam pembelajaran matematika materi KPK dan FPB di kelas IV sekolah dasar, dengan perolehan persentase kelayakan rata-rata mencapai 99,07%. Media ini berhasil menjawab tujuan penelitian dengan menghadirkan solusi atas kendala alat peraga fisik konvensional melalui arsitektur single-file yang efisien, fitur Dual-Mode untuk demonstrasi dan eksplorasi, serta penerapan kerangka teoretis yang memfasilitasi transisi kognitif Bruner, menyediakan scaffolding Vygotsky, dan mereduksi extraneous cognitive load siswa. Temuan ini menegaskan bahwa integrasi teknologi web interaktif berpotensi besar dalam menjembatani konsep matematika abstrak menjadi lebih visual dan intuitif. Sebagai tindak lanjut dari penelitian ini, studi lanjutan disarankan untuk menguji efektivitas media secara empiris melalui tahap implementasi lapangan yang lebih luas guna mengukur peningkatan hasil belajar kognitif siswa secara langsung.

REFERENSI

Febriyanti, L., Kusmaharti, D., & Yustitia, V. (2023). Pengaruh Media Dakota terhadap Hasil Belajar FPB dan KPK Pada Siswa Kelas IV SDN Dukuh Menanggal I / 424 Surabaya. *EDUKASIA: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, *4*(2), 1969–1976.

Hanan, M. P., & Alim, J. A. (2023). Analisis kesulitan belajar matematika siswa kelas vi sekolah dasar pada materi geometri. *Journal of Mathematics Educations*, *2*(2), 59–66.

Handayani, I., Mustikaati, W., Zakiyyan, F., & Robiah, S. (2025). *Pemahaman Perkembangan Kognitif Anak Sebagai Kunci Pembelajaran Yang Efektif*. *2*(May), 260–265.

Kumullah, R. (2020). Pembelajaran FPB Dan KPK Menggunakan Problem Based Learning Berbantuan Media Dakota Kelas IV SDN Sukun 3 Malang. *DIKDAS MATAPPA : Jurnal Ilmu Pendidikan Dasar*, *3*(1), 59–65.

Maryati, S., Khotimah, H., Salsabila, A., Azzahrah, N. Q., Pahira, I., & Agustina, A. (2026). *Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK): Peran dan Manfaatnya dalam Media Pendidikan serta Dampaknya terhadap Proses Pembelajaran*. *5*(1), 14316–14324.

Ningsih, I. A. A., Susilowati, D., & Madani, M. (2025). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Berbasis Desktop untuk Mata Pelajaran IPA Sekolah Dasar. *UPGRADE: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, *3*(1), 11–21.

Novela, D., Suriani, A., Nisa, S., Guru, P., Dasar, S., Islam, F. A., & Padang, U. N. (2024). *Implementasi Pembelajaran Inovatif melalui Media Digital di Sekolah Dasar*. *4*(2), 100–105. https://doi.org/10.58737/jpled.v4i2.283

Nur, M., & Sari, A. (2025). Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Menggunakan Media Dakota Pada Siswa SD Negeri di Tanjungpinang. *Jurnal Miftahul Ulum*, *3*(1), 53–61.

Riduwan, S. (2019). *Pengantar statistika: Untuk penelitian pendidikan, sosial, ekonomi, komunikasi dan bisnis*. Alfabeta.

Sweller, J. (2024). Cognitive load theory and individual differences. *Learning and Individual Differences*, *110*(February), 102423. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2024.102423

Trisnawati, D., & Sulianto, J. (2025). *Efektivitas penggunaan media pembelajaran Dakota untuk materi FPB dan KPK kelas IV SDN 12 Kendari*. *14*(1), 63–72.

Widiastari, N. G. A. P., & Puspita, R. D. (2024). PENGGUNAAN MEDIA PEMBELAJARAN DIGITAL DALAM MENGEMBANGKAN MOTIVASI BELAJAR SISWA KELAS IV SD INPRES 2 NAMBARU. *ELEMENTARY : Jurnal Inovasi Pendidikan Dasar*, *4*(4).

Yolanita, C., & Ruswendi, A. (2024). *ANALISIS KESULITAN BELAJAR MATEMATIKA DI SEKOLAH DASAR*. *5*(3).

Yuliya, Y., Aliyah, A., Tafrika, A. S., Izzi, M. H. D., & Anggraini, D. M. (2026). PEMANFAATAN MEDIA DIGITAL DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA UNTUK MENINGKATKAN MINAT BELAJAR SISWA. *Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik Dan Kependidikan*, *6*(2), 330–342.