

## PENGEMBANGAN DAN UJI EFEKTIVITAS *GAME* EDUKASI DIGITAL “PARTA (PINTAR PERSAMAAN KUADRAT)” SEBAGAI SARANA BELAJAR MANDIRI PADA MATERI PEMFAKTORAN UNTUK SISWA SMA KELAS X

Yohanes Bekta Ferdyan<sup>1\*</sup>, Danang Setyadi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Kristen Satya Wacana,  
Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga 50711, Jawa Tengah, Indonesia.  
e-mail: <sup>1\*</sup>202022007@student.uksw.edu, <sup>2</sup>danang.setyadi@uksw.edu

\*Penulis Korespondensi

Diserahkan: 16-10-2025; Direvisi: 13-11-2025; Diterima: 10-12-2025

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berupa game edukasi digital bernama “PARTA (Pintar Persamaan Kuadrat)” sebagai sarana belajar mandiri bagi siswa SMA pada materi pemfaktoran persamaan kuadrat. Proses pengembangan mengikuti model *ADDIE* yang mencakup tahap analisis hingga evaluasi, serta dipadukan dengan evaluasi formatif berbasis pendekatan *Tessmer* untuk memastikan kualitas produk secara bertahap. Subjek penelitian melibatkan 3 siswa pada tahap one-to-one, 10 siswa pada tahap small group, dan 66 siswa pada tahap field test. Instrumen penelitian terdiri atas lembar validasi ahli, angket respon siswa, serta tes hasil belajar berupa pretest dan posttest. Hasil validasi menunjukkan bahwa media memiliki tingkat kelayakan sangat tinggi dari aspek materi, tampilan, dan media. Respon siswa pun tergolong sangat positif, ditunjukkan melalui penilaian terhadap aspek pemahaman, kemenarikan, kenyamanan, dan motivasi yang sebagian besar berada pada kategori setuju hingga sangat setuju. Uji efektivitas memperlihatkan adanya peningkatan nilai hasil belajar, dari rata-rata nilai pretest 30,61 menjadi 78,64 pada posttest. Berdasarkan uji *Wilcoxon Signed Rank Test* diperoleh nilai  $Z = -6,969$  dengan  $\text{Sig.} = 0,000 (< 0,05)$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan media PARTA efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pemfaktoran persamaan kuadrat. Dengan demikian, media ini dinyatakan layak dan efektif digunakan sebagai alternatif pembelajaran mandiri berbasis digital yang relevan dengan karakteristik generasi Z dan Alpha.

**Kata Kunci:** game; edukasi; pembelajaran; pemfaktoran; kuadrat

**Abstract:** This study aims to develop a learning medium in the form of a digital educational game called “PARTA (Pintar Persamaan Kuadrat)” as an independent learning tool for high school students on the topic of quadratic factorization. The development process followed the *ADDIE* model, encompassing the stages of Analysis through evaluation, and was integrated with *Tessmer*'s formative evaluation approach to ensure gradual improvement of product quality. The research involved 3 students in the one-to-one stage, 10 students in the small group stage, and 66 students in the field test stage. The research instruments consisted of expert validation sheets, student response questionnaires, and learning achievement tests in the form of pretests and posttests. The validation results indicated that the media achieved a very high level of feasibility in terms of content, design, and functionality. Student responses were also highly positive, as reflected in the ratings for understanding, attractiveness, comfort, and motivation, which predominantly fell within the “agree” to “strongly agree” categories. The effectiveness test showed a significant improvement in learning outcomes, with the average pretest score increasing from 30.61 to 78.64 in the posttest. Based on the *Wilcoxon Signed Rank Test*, a value of  $Z = -6.969$  with  $\text{Sig.} = 0.000 (< 0.05)$  was obtained, indicating that the use of the PARTA media effectively enhanced students' understanding of quadratic factorization. Therefore, this media is considered feasible and effective as a digital self-learning alternative that aligns with the characteristics of Generation Z and Generation Alpha.

**Keywords:** game; education; learning; factorization; quadratic

**Kutipan:** Ferdyan, Yohaes Bekta., Setyadi, Danang. (2026). Pengembangan *Game* Edukasi Digital “PARTA (Pintar Persamaan Kuadrat)” Sebagai Sarana Belajar Mandiri Siswa. *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, Vol.12 No.1, (288-301). <https://doi.org/10.29100/jp2m.v12i1.9323>



## Pendahuluan

Pembelajaran matematika merupakan proses yang saling berkaitan antartopik, sehingga penguasaan materi prasyarat menjadi faktor penting dalam keberhasilan siswa memahami konsep lanjutan. Ifa Aristia Sandra Ekayati & Dwi Imam Efendi (2020) menegaskan bahwa pengetahuan awal yang dimiliki siswa dapat menjadi komponen krusial dalam mendukung keberhasilan proses pembelajaran. Dalam konteks siswa SMA, kesulitan memahami fungsi kuadrat sering kali berakar pada lemahnya penguasaan konsep dasar seperti persamaan linear, operasi aljabar, dan pemfaktoran. Fauzi & Prihatnani (2020) menemukan bahwa banyak siswa gagal menentukan titik potong grafik fungsi kuadrat karena tidak mampu melakukan pemfaktoran bentuk umum persamaan kuadrat. Temuan ini memperkuat hasil penelitian Rohmah dkk. (2024) yang mengidentifikasi lemahnya penguasaan konsep dasar sebagai faktor dominan penyebab kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal matematika.

Permasalahan tersebut semakin kompleks akibat pergeseran kurikulum yang memengaruhi urutan penguasaan konsep. Dalam Kurikulum 2013, materi pemfaktoran diperkenalkan di tingkat SMP, sedangkan pada Kurikulum Merdeka baru diberikan di fase E (SMA). Akibatnya, banyak siswa belum memiliki fondasi aljabar yang matang ketika harus mempelajari fungsi kuadrat. Khasanah dkk. (2024) melaporkan bahwa lebih dari 50% siswa kelas X sering melakukan kesalahan konseptual dan prosedural, seperti keliru menuliskan rumus kuadrat, salah menentukan konstanta, serta gagal menyusun langkah-langkah penyelesaian. Halawa dkk. (2024) juga menemukan bahwa sekitar 47% siswa mengalami kesulitan utama pada tahap faktorisasi dan pemahaman bentuk umum persamaan kuadrat. Kedua penelitian tersebut menegaskan adanya kelemahan mendasar dalam penguasaan konsep faktorisasi, namun belum memberikan solusi konkret yang membantu siswa memperbaiki pemahaman tersebut secara mandiri. Kondisi ini menunjukkan perlunya alternatif inovatif yang dapat memfasilitasi siswa untuk mengulang, melatih, dan memperkuat konsep prasyarat secara fleksibel sesuai kemampuan masing-masing.

Sejalan dengan tuntutan tersebut, perkembangan teknologi digital kini membuka peluang untuk menghadirkan media belajar yang lebih interaktif dan adaptif terhadap karakteristik peserta didik. Dalam era digital saat ini, media pembelajaran berfungsi tidak sekadar membantu penyampaian materi, tetapi juga harus menyesuaikan diri dengan karakteristik generasi Z dan Alpha yang tumbuh di era digital (Mustafidah & Chotimah, 2025). Salah satu pendekatan yang dinilai efektif dalam menarik minat belajar generasi tersebut adalah penggunaan media berbasis permainan. Qian & Clark (2016) mendefinisikan *game-based learning* merupakan pendekatan pembelajaran yang menggabungkan konten akademik dengan mekanika permainan untuk meningkatkan motivasi dan retensi belajar. Alsadoon dkk. (2022) menambahkan bahwa gamifikasi dalam lingkungan belajar terbukti meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan kepuasan siswa. Penelitian internasional lainnya oleh Simões dkk. (2013) dan Dicheva dkk. (2015) juga menegaskan bahwa pembelajaran melalui permainan tidak hanya memberikan aspek hiburan, tetapi bisa juga mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kemandirian belajar.

Sejumlah penelitian di Indonesia turut menunjukkan efektivitas penggunaan media digital dalam pembelajaran matematika. Afri & Br. Sembiring (2022) mengembangkan media berbasis video menggunakan aplikasi KineMaster pada materi persamaan kuadrat dan menemukan peningkatan motivasi belajar siswa. Wahyudin (2018) dan Nisa Maghfiroh dkk. (2024) merancang multimedia interaktif berbasis Android yang terbukti membantu visualisasi konsep abstrak serta meningkatkan

minat belajar. Bapa & Qohar (2024) mengembangkan media interaktif berbasis blok aljabar yang mampu memfasilitasi pemahaman konsep pemfaktoran kuadrat, sementara Arifin & Qohar (2024) mengembangkan game edukasi matematika berbasis Android yang terbukti dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah pada materi yang sejenis. Secara konseptual, keberhasilan berbagai media digital tersebut dapat dijelaskan melalui teori *learning by doing* dan *scaffolding* (Vygotsky, 1978), di mana keterlibatan aktif dan umpan balik langsung dari media membantu siswa membangun pemahaman secara bertahap. Dalam konteks game edukasi, mekanisme seperti level bertahap, skor, dan umpan balik instan bekerja sebagai bentuk *retrieval practice* dan *reinforcement* yang memperkuat daya ingat jangka panjang serta menumbuhkan kemandirian belajar. Selain itu, Dwiputri dkk. (2023) mengemukakan bahwa penggunaan *learning trajectory* berbasis permainan dapat membantu siswa memahami struktur konseptual persamaan kuadrat secara bertahap dan intuitif. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa integrasi media digital dan elemen permainan berpotensi menjadi pendekatan efektif untuk mendukung pembelajaran konsep faktorisasi secara mandiri dan berkelanjutan.

Berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa media digital membuat suasana belajar lebih menyenangkan, menarik, terlebih membuat siswa aktif dan interaktif. Namun demikian, sebagian besar inovasi yang telah dilakukan masih bersifat demonstratif atau berbasis kelompok, belum memberikan ruang yang cukup bagi pembelajaran mandiri dengan sistem umpan balik otomatis. Prihantoro (2024) melalui media permainan papan *Nes Do Male* dan model puzzle P3K berhasil meningkatkan ketuntasan belajar pemfaktoran kuadrat, tetapi media tersebut kurang praktis untuk pembelajaran individu. Penelitian Rahayu dkk. (2023) memperlihatkan bahwa media digital interaktif efektif digunakan dalam Kurikulum Merdeka untuk meningkatkan kemandirian belajar siswa, namun sistem tersebut belum mengintegrasikan mekanisme permainan dan level kesulitan adaptif yang dapat memotivasi siswa secara berkelanjutan. Dengan demikian, meskipun inovasi media pembelajaran matematika telah banyak dilakukan, masih terdapat celah penelitian dalam bentuk ketiadaan media digital interaktif yang secara khusus dirancang untuk mendukung pembelajaran mandiri pemfaktoran kuadrat melalui mekanisme *game-based learning*.

Berdasarkan celah tersebut, penelitian ini menghadirkan kebaruan ilmiah berupa pengembangan *game edukasi digital interaktif* “PARTA (*Pintar Persamaan Kuadrat*)”. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi model pengembangan **ADDIE** dengan evaluasi formatif **Tessmer**, yang memungkinkan proses pengembangan diuji secara sistematis mulai dari tahap validasi ahli hingga uji coba lapangan. Selain itu, PARTA dirancang dengan sistem level kesulitan otomatis, papan skor daring, serta umpan balik instan yang berfungsi tidak hanya sebagai alat pembelajaran yang sistematis, namun juga dapat dijadikan sebagai sarana penilaian pemahaman siswa terhadap materi yang sedang dipelajari. Dengan mengadopsi prinsip gamifikasi yang dikemukakan oleh Purwaningsih et al. (2025), media ini diharapkan mampu menjembatani kesenjangan antara kebutuhan penguatan konsep dasar aljabar dan penerapan pembelajaran mandiri yang sesuai dengan karakteristik generasi digital.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini berfokus pada tiga pertanyaan utama, yaitu bagaimana proses pengembangan media pembelajaran *game edukasi digital PARTA* berbasis model **ADDIE** pada materi pemfaktoran persamaan kuadrat, bagaimana kelayakan media PARTA berdasarkan hasil validasi ahli dan respons siswa, serta bagaimana efektivitas media PARTA dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa terhadap materi pemfaktoran persamaan kuadrat. Sejalan dengan hal tersebut, hipotesis penelitian ini adalah bahwa media PARTA layak digunakan berdasarkan hasil validasi ahli dan pengalaman siswa, serta mampu meningkatkan pemahaman siswa secara efektif. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis *game edukasi digital PARTA* menggunakan model **ADDIE**, mengetahui tingkat kelayakannya berdasarkan validasi ahli dan respons siswa, serta menguji efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa SMA pada materi pemfaktoran persamaan kuadrat.

### Metode

Pendekatan penelitian yang digunakan yakni *Research and Development (R&D)* dengan mengadaptasi model *ADDIE* yang mencakup lima tahapan pokok: analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Model *ADDIE* banyak digunakan dalam dunia instructional design karena sifatnya yang sistematis dalam merancang, mengembangkan, dan menilai media pembelajaran (Branch, 2009). Di samping itu dalam tahap Implementasi dipadukan evaluasi formatif dengan metode Tessmer untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Evaluasi formatif dilakukan dengan merujuk pada panduan Tessmer (1993), mencakup proses penilaian berjenjang mulai dari *self-evaluation* hingga uji lapangan.

Dalam penelitian ini, langkah-langkah operasional yang akan dilakukan berawal dari *Analysis*, yaitu mengidentifikasi permasalahan, kebutuhan pembelajaran, serta karakteristik pengguna sebagai dasar dalam perancangan media pembelajaran yang efektif dan tepat sasaran. Berdasarkan hasil analisis tersebut, peneliti masuk ke tahap *Design*, yang mencakup penyusunan flowchart, storyboard, struktur fitur aplikasi, serta penyusunan instrumen penelitian (lembar validasi ahli, angket respon siswa, dan tes hasil belajar). Selanjutnya dalam *Development*, rancangan tersebut diwujudkan menjadi prototipe media "PARTA"; Secara teknis, media PARTA dikembangkan menggunakan aplikasi *Adobe Animate 2022* dengan bahasa pemrograman *ActionScript 3.0* dan dirancang untuk dijalankan pada perangkat Android minimal versi 10 atau lebih tinggi. Aplikasi didistribusikan dalam format file *.apk* yang dapat diinstal secara offline tanpa koneksi internet. Ukuran aplikasi sekitar 50 MB, dan antarmuka dirancang agar kompatibel dengan layar beresolusi 720×1280 piksel ke atas. Untuk pengelolaan skor daring dan pengumpulan data hasil belajar, PARTA juga terhubung dengan *Google Form* dan *Google Sheet* melalui sistem integrasi berbasis URL; prototipe ini kemudian divalidasi oleh ahli materi dan ahli media, dan hasil masukan dari validasi digunakan untuk merevisi produk ke versi yang lebih matang. Tahap *Implementation* dilaksanakan dalam bentuk uji coba bertahap kepada siswa, yakni *one-to-one evaluation* sampai *field test*, dengan pengumpulan data angket respon dan tes hasil belajar pada setiap tahap. Terakhir pada tahap *Evaluation*, data hasil validasi, respons siswa, dan hasil tes dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif untuk mengevaluasi kelayakan dan efektivitas media, kemudian revisi akhir produk dilakukan berdasarkan temuan uji coba lapangan.

Subjek penelitian adalah siswa kelas X SMA yang berjumlah 3 orang untuk bagian *one-to-one evaluation*, 10 orang untuk bagian *small group evaluation*, dan 66 siswa terdiri dari 31 siswa laki-laki dan 35 siswa perempuan dengan rentang usia 15-17 tahun untuk bagian *field test*. Pemilihan subjek dilakukan secara *purposive sampling* karena siswa yang dipilih pernah mempelajari materi prasyarat yang relevan dan dinilai mewakili karakteristik populasi sasaran (Sugiyono, 2019). Pada tahap *field test*, partisipan berasal dari empat kelas X yang dipilih berdasarkan representasi kemampuan akademik tinggi, sedang, dan rendah sesuai data nilai matematika semester sebelumnya, agar hasil pengujian mencerminkan kondisi populasi secara proporsional. Kriteria Inklusi meliputi: (1) siswa telah mempelajari materi prasyarat yang berkaitan dengan operasi aljabar dan persamaan linear; (2) memiliki akses terhadap perangkat smartphone berbasis Android yang kompatibel dengan media PARTA; serta (3) bersedia mengikuti seluruh rangkaian uji coba. Kriteria eksklusi meliputi siswa yang tidak menyelesaikan seluruh sesi uji coba atau mengalami kendala teknis dalam penggunaan aplikasi.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas (1) lembar validasi ahli, yang mencakup aspek kelayakan materi, media, dan tampilan visual; (2) angket respon siswa, yang digunakan untuk mengetahui tingkat keterterimaan media dan aspek kemenarikan, kemudahan, serta kemanfaatan; dan (3) tes hasil belajar, berupa soal *pre-test* dan *post-test* pemfaktoran persamaan kuadrat yang disusun berdasarkan indikator pencapaian kompetensi. Lembar validasi ahli dan angket respon siswa disusun dengan skala Likert 1–5 untuk memperoleh skor kelayakan seperti pada tabel 1 berikut ini:

**Tabel 1.** Pedoman Skor Penilaian Linkert

Skor	Deskripsi	Penjelasan
1	Sangat Tidak Setuju (STS)	Sangat tidak setuju dengan pernyataan
2	Tidak Setuju (TS)	Tidak setuju dengan pernyataan
3	Netral / Ragu-ragu (RR)	Tidak setuju atau setuju (netral)
4	Setuju (S)	Setuju dengan pernyataan
5	Sangat Setuju (SS)	Sangat setuju dengan pernyataan

sedangkan tes hasil belajar dianalisis untuk mengukur efektivitas penggunaan media. Rumus (1) adalah total skor yang diperoleh dibandingkan dengan skor maksimal, kemudian dikonversi menjadi persentase untuk mendapatkan skor validitas.

$$Presentase\ Validitas = \frac{Total\ Skor}{Skor\ Maksimal} \times 100\% \tag{1}$$

Kategori validitas ditentukan berdasarkan persentase yang dihasilkan seperti pada tabel 2.

**Tabel 2.** Kategori Validalitas

Persentase (%)	Kategori Validitas
90 – 100	Sangat Valid
80 – 89	Valid
65 – 79	Cukup Valid
55 – 64	Kurang Valid
0 – 54	Tidak Valid

Data yang diperoleh dianalisis dengan metode analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Data dari lembar validasi ahli dan angket respon siswa dianalisis dengan menghitung persentase skor, kemudian dikategorikan ke dalam kriteria validitas dan keterterimaan (Riduwan, 2015). Data hasil belajar dianalisis untuk uji normalitasnya menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov (K-S), karena jumlah sampel lebih dari 50. Data dinyatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi (Sig.) > 0,05. Jika distribusi data bersifat normal, maka analisis efektivitas dilakukan dengan uji parametrik paired sample t-test. Namun, apabila data tidak berdistribusi normal, maka digunakan uji nonparametrik Wilcoxon signed-rank test sebagai alternatifnya.

Reliabilitas instrumen dalam penelitian ini tidak dihitung secara statistik karena fokus utama penilaian adalah pada kelayakan media dan tanggapan pengguna. Keandalan instrumen dijamin melalui prosedur validasi ahli (*expert judgment*) yang melibatkan tiga validator (ahli materi, ahli media, dan guru), serta melalui uji coba terbatas (*one-to-one* dan *small group evaluation*) untuk memastikan setiap butir pernyataan konsisten dan mudah dipahami oleh responden. Dengan demikian, reliabilitas instrumen dijamin melalui konsistensi penilaian ahli dan keseragaman respon siswa pada uji coba lapangan.

### Hasil dan Pembahasan

Bagian hasil dan pembahasan menyajikan temuan penelitian berdasarkan tahapan pengembangan model *ADDIE*, meliputi analisis, desain, dan pengembangan, yang kemudian dilanjutkan dengan implementasi serta evaluasi formatif mengacu pada Tessmer (1993). Data yang diperoleh terdiri dari analisis kebutuhan, kurikulum, karakteristik siswa, media dan teknologi, lingkungan pembelajaran, serta tujuan pembelajaran; hasil rancangan desain antarmuka dan fitur media; hasil pengembangan prototipe PARTA; uji coba terbatas pada siswa; serta hasil validasi ahli, respon siswa, dan uji efektivitas melalui perbandingan pretest dan posttest. Setiap hasil dianalisis dan dibahas dengan merujuk pada teori serta penelitian sejenis untuk menegaskan keabsahan data sekaligus menunjukkan kebaruan ilmiah dari media pembelajaran yang dikembangkan.

### 1. Analisis

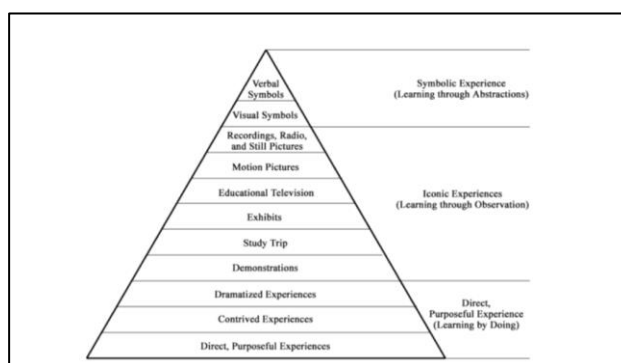
Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan belajar, karakteristik siswa, serta konteks kurikulum yang melatarbelakangi pengembangan media PARTA. Hasil observasi dan wawancara dengan guru menunjukkan bahwa pembelajaran faktorisasi kuadrat masih didominasi metode ceramah dan latihan tertulis tanpa bantuan media digital. Siswa cenderung menghafal rumus tanpa memahami konsep, sehingga motivasi dan kemandirian belajar rendah. Kondisi ini sejalan dengan temuan Herawaty dkk. (2021) dan Hidayah (2020) yang menegaskan bahwa pemahaman konsep kuadrat menuntut visualisasi dan manipulasi bentuk aljabar yang tidak dapat dicapai optimal melalui pembelajaran konvensional.

Sebagian besar siswa mengalami kesulitan menentukan pasangan faktor pada bentuk umum  $ax^2 + bx + c$  dan belum memahami hubungan antar koefisien. Hasil ini menguatkan penelitian Halawa dkk. (2024) bahwa lemahnya pemahaman konseptual menjadi penyebab utama kesalahan faktorisasi. Selain itu, pergeseran materi pada Kurikulum Merdeka yang menempatkan pemfaktoran di fase E (SMA) menyebabkan banyak siswa belum memiliki fondasi aljabar yang matang, sebagaimana dikemukakan oleh Khasanah dkk. (2024) dan Nuraini & Afifurrahman (2023).

Analisis karakteristik peserta didik juga menunjukkan bahwa mayoritas siswa merupakan generasi Z dan Alpha yang terbiasa dengan teknologi serta menyukai pembelajaran yang visual, instan, dan interaktif (Nuryadin dkk., 2024). Oleh karena itu, diperlukan media yang mampu menghadirkan pengalaman belajar mandiri dengan tantangan dan umpan balik cepat. Berdasarkan temuan tersebut, game edukasi digital dinilai paling sesuai karena dapat menggabungkan kebutuhan kognitif dan afektif siswa secara seimbang. Pendekatan ini sejalan dengan pandangan Qian & Clark (2016) serta Widiana (2022) bahwa *game-based learning* mampu meningkatkan keterlibatan dan pemahaman konsep melalui pengalaman belajar yang menyenangkan.

### 2. Desain

Pada tahap desain, perancangan media didasarkan pada prinsip *learning by doing* sesuai teori Kerucut Pengalaman Dale, yang menekankan pembelajaran melalui keterlibatan langsung (Lee & Reeves, 2017). Oleh karena itu, media PARTA dilengkapi fitur pengisian jawaban, skor instan, level berjenjang, dan visual menarik. Rancangan antarmuka dan storyboard disusun sesuai dengan tujuan pembelajaran Kurikulum Merdeka.



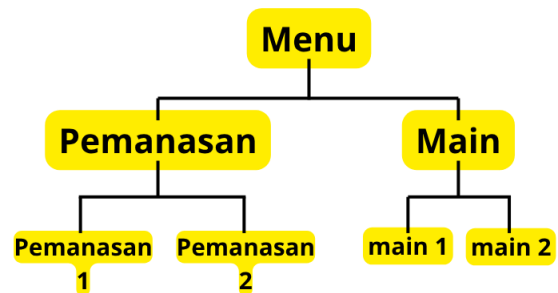
Gambar 1. Kerucut Pengalaman Edgar Dale

Media ini dirancang menggunakan prinsip antarmuka yang sederhana namun informatif, dengan alur navigasi satu arah (linear) agar siswa tidak mengalami kebingungan. Setiap tampilan halaman, instruksi, tombol, hingga transisi disesuaikan dengan prinsip desain UI/UX edukatif yaitu responsif, minim teks, kaya visual, dan memiliki alur logis.

Untuk memperjelas rancangan awal media, berikut disajikan desain antarmuka sebagai tempat menampilkan sketsa awal pada gambar 2 dan storyboard media PARTA pada gambar 3.



Gambar 1 Design aset komponen PARTA



Gambar 3 storyboard PARTA

### 3. Development

Media dikembangkan menggunakan *Adobe Animate 2022* dengan bahasa pemrograman ActionScript 3.0. Produk awal diintegrasikan dengan *Google Form* dan *Google Sheet* untuk mendukung sistem skor. Berikut prototipe 1 Game Edukasi Parta :



Gambar 4. Menu Beranda



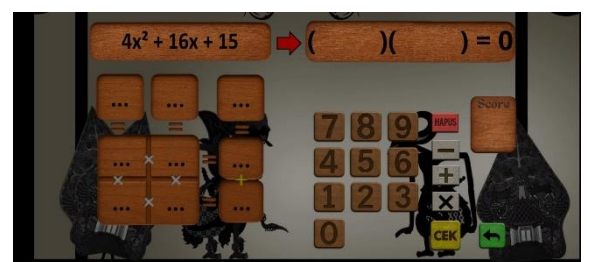
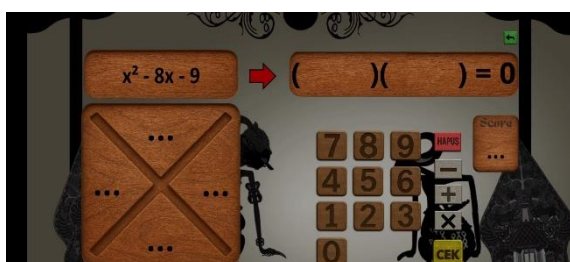
Gambar 5. Tampilan Petunjuk



Gambar 6. Tampilan Pemanasan 1



Gambar 7. Tampilan Pemanasan 2



Validasi dilakukan oleh ahli materi dan ahli media sesuai model evaluasi formatif Tessmer. Untuk hasil Evaluasi Validasi yang dilakukan oleh ahli materi terdapat pada tabel 3 sebagai berikut :

**Tabel 3. Evaluasi Ahli Materi**

No	Evaluasi	Tindak Lanjut
1.	Untuk materi pada tutorial dibuat se jelas mungkin supaya siswa lebih mudah memahami konsep Pemfaktoran.	Pada Tutorial Materi dibuat se jelas mungkin termasuk adanya contoh soal.
2.	Latihan soal baik dari prasyarat dan pemfaktoran seharusnya saling berhubungan.	Soal yang muncul pada Latihan prasyarat akan digunakan untuk <i>generate</i> soal pada pemfaktoran.
3.	Soal dalam Latihan harus dipastikan mencakup semua kemungkinan soal.	Pembentukan soal pada <i>script</i> didasarkan pada semua bentuk soal pemfaktoran dengan memperhatikan tanda positif dan negatif serta bentuk bilangan prima dan non-prima.
4.	Perlu ditambahkan motivasi untuk siswa mau mengerjakan Latihan soal pada prasyarat untuk lanjut ke pemfaktoran	Diakhir sesi prasyarat pemain akan mendapatkan penghargaan berupa sertifikat kelulusan.

Kemudian untuk hasil Evaluasi dari Ahli Media terdapat pada tabel 4 sebagai berikut:

**Tabel 3. Evaluasi Ahli Media**

No	Evaluasi	Tindak Lanjut
1.	Istilah dalam media masih bisa dibuat sesuai tema	Untuk Istilah Latihan dan Mulai diganti dengan Persiapan dan Pagelaran seperti yang dilakukan Dalang. Dalam Persiapan terdapat Persiapan Ketangkasan dan Kreatif dalam Pagelaran terdapat Pagelaran Sederhana dan Akbar.
2.	Perbaiki Intro Game Terlalu panjang	Intro dibuat lebih pendek namun tetap autentik
3.	Background ada yang bertabrakan	Revisi background yang bertabrakan.
4.	Revisi alur mekanisme Game	Alur game yang terbatas dibuat lebih fleksibel.

Hasil Evaluasi prototipe 1 dikembangkan menjadi prototipe 2 sebagai hasil evaluasi (Gambar 11 - 13) yang siap menjalani uji coba One-to-One pada tahap Implementasi.



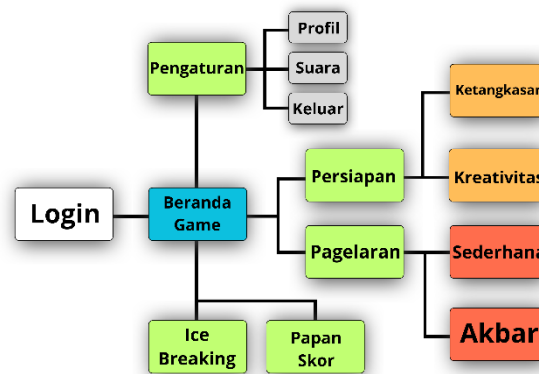
**Gambar 10.** Revisi Istilah dalam PARTA



**Gambar 11.** Revisi Intro Game



Gambar 12. Revisi Background



Gambar 13. Pembaharuan Alur Mekanisme Game

#### 4. Implementation

Uji coba awal *One-to-One Evaluation* dilakukan kepada 3 siswa kelas X SMA. Pada tahap ini ditemukan beberapa kelemahan, di antaranya: (1) game tidak dapat dijalankan pada perangkat Android dengan sistem operasi di bawah versi 10, (2) petunjuk permainan masih terlalu panjang dengan kalimat yang membingungkan, serta (3) pemain yang lupa langkah permainan harus kembali ke menu utama untuk mengakses ulang tutorial. Berdasarkan temuan tersebut, dilakukan perbaikan yaitu: meningkatkan kompatibilitas aplikasi agar dapat berjalan pada seluruh versi Android, menyederhanakan petunjuk permainan dengan kalimat singkat dan visual yang lebih informatif, serta menambahkan fitur *help* yang dapat diakses langsung saat permainan berlangsung.

Tahap berikutnya *Small Group Evaluation* dilakukan pada 10 siswa kelas X SMA. Hasil uji coba menunjukkan respon positif: siswa merasa permainan menyenangkan, tidak membosankan, dan membantu memahami konsep pemfaktoran. Komentar siswa menekankan bahwa tantangan yang muncul pada setiap level mampu memotivasi mereka untuk terus mencoba. Tidak ditemukan kendala teknis yang berarti, sehingga produk dinyatakan siap untuk diujikan pada tahap lapangan.

Uji coba lapangan (*field test*) dilakukan kepada 66 siswa dari 4 kelas X. Pada tahap ini, data pretest dan posttest dikumpulkan untuk mengetahui efektivitas penggunaan media PARTA. Nilai rata-rata yang post-test dari 66 siswa didapatkan 30,61, sedangkan rata-rata yang diperoleh post-test meningkat menjadi 78,64. Data hasil belajar dianalisis untuk uji normalitasnya menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov (K-S), karena jumlah sampel lebih dari 50. Hasilnya data dinyatakan tidak berdistribusi normal karena nilai signifikansi (Sig.) > 0,05 (gambar 14). Maka digunakan uji non-parametrik yaitu *Wilcoxon signed-rank test*. Analisis statistik melalui uji Wilcoxon Signed Rank memperlihatkan peningkatan yang signifikan pada kemampuan siswa dalam melakukan faktorisasi kuadrat (Gambar 15). Hal ini membuktikan bahwa PARTA efektif meningkatkan pemahaman siswa terhadap pemfaktoran persamaan kuadrat.

Diff	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	.125	66	.012	.942	66	.004

a. Lilliefors Significance Correction

**Gambar 14.** Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov (K-S)

	PostTest - PreTest
Z	-6.969 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

**Gambar 15.** Uji non-parametrik Wilcoxon signed-rank test

Selain itu, fitur latihan acak dan sistem evaluasi otomatis mendorong siswa untuk melakukan *retrieval practice* berulang, sehingga memperkuat penguasaan simbolik dan prosedural terhadap bentuk kuadrat. Tampilan visual yang interaktif membantu siswa mengaitkan simbol aljabar dengan proses faktorisasi konkret, sedangkan pemberian skor dan level berperan sebagai penguatan motivasional yang mempertahankan keterlibatan belajar (*engagement*). Dengan demikian, peningkatan skor posttest tidak hanya menunjukkan pemahaman konseptual yang lebih baik, tetapi juga efektivitas PARTA dalam memfasilitasi pembelajaran mandiri berbasis pengalaman.

Selain data kuantitatif, Tanggapan siswa mengindikasikan bahwa media PARTA dianggap menyenangkan, menantang, dan membantu mereka memahami konsep dengan lebih mudah. Siswa juga mengaku tertarik karena soal yang diberikan selalu berbeda dan menantang, sehingga mendorong mereka untuk terus berlatih. Dari sisi guru, media PARTA sangat membantu dalam pembelajaran, karena sebelumnya guru kesulitan menemukan media digital yang sesuai untuk topik pemfaktoran. Dengan adanya PARTA, siswa dapat belajar mandiri melalui perangkat smartphone masing-masing, baik di sekolah maupun di rumah, tanpa mengganggu jalannya pembelajaran di kelas.

### 5. Evaluation

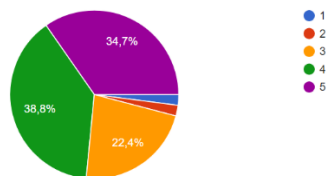
Evaluasi akhir dilakukan berdasarkan hasil *field test* dengan melibatkan 66 siswa kelas X. Evaluasi difokuskan pada dua aspek utama, yaitu hasil belajar siswa (*pretest–posttest*) dan respon siswa terhadap media PARTA.

Data *pretest–posttest* menunjukkan adanya peningkatan signifikan kemampuan pemfaktoran siswa setelah menggunakan media PARTA. Rata-rata nilai *pretest* yang diperoleh siswa yaitu 30,61, sedangkan rata-rata nilai *posttest* naik menjadi 78,64. Hasil uji Wilcoxon *Signed Rank Test* (Gambar 15) memperkuat temuan ini dengan nilai  $Z = -6,969$  dan *Asymp. Sig. (2-tailed) = 0,000 ( $< 0,05$ ) sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan PARTA efektif meningkatkan pemahaman siswa terhadap pemfaktoran persamaan kuadrat.*

Respon siswa diperoleh melalui angket dengan empat indikator utama: (1) Pemahaman mayoritas siswa merasa lebih memahami pemfaktoran setelah bermain PARTA (Gambar 16). (2)Siswa menilai media menarik karena visual dan tantangan soal yang selalu berbeda. (3)Sebagian besar siswa merasa nyaman dengan alur permainan, meskipun beberapa mengusulkan perbaikan UI agar lebih responsif. (4)Banyak siswa merasa termotivasi karena soal yang variatif dan sistem skor yang mendorong persaingan sehat.

Saya merasa lebih memahami dan bisa menentukan faktor dari persamaan kuadrat setelah bermain game edukasi PARTA

49 jawaban



Gambar 16. Respon pemahaman siswa

Tuliskan Pesan dan Kesan selama bermain game edukasi PARTA

49 jawaban

saya lebih bisa memahami materi yang sekarang sedang di pelajari  
 susahhh,menantang  
 Pesan dan kesan saya selama bermain game edukasi PARTA ini sangat asik dan seru untuk pembelajaran mtk, ini sangat memotivasi saya untuk mengetahui cara cara mudah menemukan jawaban  
 Pesan:-  
 Kesan:Game nya bagus  
 Bagus banget!! Jadi gampang ngerjain nya dan semoga bisa di kembangkan lagi ke bentuk bentuk soal yang lainnya.  
 Asik bangettt besse, Jadi lebih paham jugaa  
 seru  
 Mantap dan bagus

Gambar 17. Respon Sebagian Kesan siswa

Selain skor, respon kualitatif menunjukkan bahwa siswa menyukai tampilan interaktif dan nuansa permainan yang unik. Beberapa saran yang diberikan antara lain: memperbaiki tampilan agar lebih modern dan responsif, menyediakan opsi *help* atau *hint* untuk soal sulit, serta merilis aplikasi di Play Store agar lebih mudah diakses.

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengembangan media *game-based learning* PARTA berhasil meningkatkan perasaan siswa untuk semakin ingin terus belajar dan meningkatkan pemahaman siswa terhadap proses penyelesaian pemfaktoran persamaan kuadrat. Peningkatan skor posttest yang signifikan membuktikan efektivitas media ini dalam mendukung pembelajaran berbasis pengalaman dan latihan aktif. Hasil ini sejalan dengan temuan Alsadoon dkk. (2022) bahwa penggunaan gamifikasi dalam lingkungan belajar mampu meningkatkan keterlibatan dan kepuasan belajar siswa. Demikian pula, Qian & Clark (2016) menegaskan bahwa integrasi unsur permainan dalam pembelajaran mendorong keterampilan berpikir tingkat tinggi serta memperpanjang retensi konsep.

Dari aspek motivasi, respon positif siswa yang mencapai 89% menunjukkan bahwa game edukasi mampu menciptakan suasana belajar yang menyenangkan dan interaktif. Hal ini sesuai dengan penelitian Simões dkk. (2013) dan Dicheva dkk. (2015) yang menjelaskan bahwa gamifikasi tidak hanya berfungsi sebagai hiburan, tetapi juga mampu membangun rasa kontrol dan pencapaian diri pada peserta didik. Dalam konteks ini, sistem skor, level, dan umpan balik instan dalam PARTA terbukti memberikan efek psikologis yang meningkatkan keaktifan belajar.

Validasi ahli media dan materi yang tinggi (90–92%) juga mengindikasikan bahwa desain pembelajaran PARTA telah memenuhi prinsip desain instruksional dan kesesuaian konten. Menurut Afri & Br. Sembiring (2022) serta Bapa & Qohar (2024), keberhasilan media interaktif ditentukan oleh integrasi antara kejelasan konten dan interaktivitas visual. Keterpaduan antara keduanya dalam PARTA membantu siswa memahami konsep abstrak aljabar melalui simulasi permainan yang konkret dan adaptif.

Peningkatan hasil belajar dari rata-rata 30,61 menjadi 78,64 menunjukkan adanya penguatan signifikan terhadap pemahaman konsep faktorisasi kuadrat. Hal ini sejalan dengan penelitian Dwiputri dkk. (2023) yang menekankan bahwa pembelajaran berbasis game mendukung *learning trajectory* siswa dalam memahami hubungan simbolik antar bentuk kuadrat. Selain itu, peningkatan ini menunjukkan bahwa game dapat berfungsi sebagai media remedial sekaligus alat asesmen formatif yang efektif.

Dari sisi karakteristik generasi, hasil ini memperkuat pandangan Mustafidah & Chotimah (2025) bahwa generasi Z dan Alpha lebih responsif terhadap media digital yang bersifat interaktif dan instan. Melalui PARTA, siswa tidak hanya belajar konsep matematika, tetapi juga mengalami proses pembelajaran yang menyerupai pengalaman bermain yang mereka kenal sehari-hari. Hal ini menjadikan pembelajaran lebih kontekstual dan bermakna.

Selain itu, aspek evaluasi formatif Tesser yang diterapkan dalam penelitian ini memungkinkan penyempurnaan produk secara sistematis. Setiap masukan dari validator dan pengguna diterapkan untuk

meningkatkan kualitas produk, sehingga hasil akhirnya benar-benar sesuai dengan kebutuhan lapangan. Pendekatan ini sesuai dengan temuan Purwaningsih dkk. (2025) bahwa penerapan model *Gamification in Education* yang terencana dan divalidasi secara iteratif dapat meningkatkan kreativitas dan efektivitas media pembelajaran.

Meskipun demikian, masih terdapat aspek yang dapat ditingkatkan, khususnya pada sistem penyesuaian tingkat kesulitan agar lebih adaptif terhadap kemampuan individual siswa. Sebagaimana dinyatakan oleh Rahayu dkk. (2023), kemandirian belajar digital dapat ditingkatkan melalui personalisasi konten sesuai capaian belajar masing-masing peserta didik. Dengan demikian, pengembangan lebih lanjut dari PARTA dapat mengarah pada integrasi algoritma adaptif yang menyesuaikan soal berdasarkan performa pemain.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memperkuat temuan bahwa *game-based learning* tidak hanya efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika, tetapi juga relevan dengan paradigma pembelajaran abad ke-21 yang menekankan literasi digital, berpikir kritis, dan kemandirian belajar. Oleh karena itu, PARTA dapat menjadi alternatif media pembelajaran inovatif dalam mendukung Kurikulum Merdeka, yang berorientasi pada pembelajaran berdiferensiasi dan pengalaman belajar bermakna.

### **Kesimpulan**

Penelitian ini menghasilkan media pembelajaran berbasis game edukasi digital PARTA (Pintar Persamaan Kuadrat) yang dikembangkan menggunakan model ADDIE dan divalidasi melalui evaluasi formatif Tessmer. Hasil implementasi menunjukkan bahwa PARTA dapat digunakan secara efektif dalam pembelajaran mandiri siswa SMA pada materi pemfaktoran persamaan kuadrat.

Berdasarkan uji coba *one-to-one dan small group*, PARTA dinilai layak digunakan dengan beberapa perbaikan pada aspek kompatibilitas perangkat dan penyederhanaan petunjuk. Pada tahap field test yang melibatkan 66 siswa, diperoleh peningkatan yang sangat terlihat terhadap hasil belajar, dengan rata-rata nilai pretest 30,61 meningkat menjadi 78,64 pada posttest. Hasil uji Wilcoxon Signed Rank Test memperkuat bahwa perbedaan tersebut signifikan ( $Z = -6,969$ ;  $p = 0,000 < 0,05$ ). Selain peningkatan kognitif, respon siswa juga menunjukkan bahwa PARTA dinilai menarik, menantang, dan membantu pemahaman konsep. Siswa merasa lebih mudah memahami langkah-langkah pemfaktoran melalui mekanisme permainan dibandingkan metode konvensional. Dari sisi guru, media ini menjadi alternatif yang efektif karena memungkinkan siswa belajar mandiri tanpa mengurangi kualitas pembelajaran di kelas terutama untuk awal pra-pembelajaran sebelum mempelajari fungsi kuadrat. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa PARTA merupakan media yang layak dan efektif untuk mendukung pembelajaran mandiri siswa SMA dalam topik pemfaktoran persamaan kuadrat. Berdasarkan hasil uji coba lapangan, penggunaan media PARTA terbukti efektif secara jangka pendek dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pemfaktoran persamaan kuadrat pada konteks pembelajaran mandiri siswa SMA kelas X. Efektivitas ini didukung oleh peningkatan signifikan pada hasil belajar dan respon positif siswa terhadap aspek kemenarikan serta kemudahan penggunaan media.

Namun demikian, temuan ini masih terbatas pada konteks uji lapangan berskala kecil dan periode pembelajaran jangka pendek. Efek jangka panjang terhadap retensi konsep serta penerapan PARTA pada jenjang atau konteks pembelajaran lain belum dapat digeneralisasikan dan memerlukan penelitian lanjutan. Oleh karena itu, studi selanjutnya disarankan untuk melakukan uji longitudinal dan memperluas populasi sampel guna mengonfirmasi konsistensi efektivitas PARTA pada berbagai kondisi pembelajaran.

Sebagai tindak lanjut, penelitian selanjutnya disarankan untuk: (1) melakukan *uji kontrol acak terklaster (cluster randomized controlled trial)* guna memperoleh bukti empiris yang lebih kuat mengenai efektivitas media PARTA dibandingkan metode pembelajaran konvensional; (2)

melaksanakan *studi longitudinal* untuk menelusuri *retensi pemahaman konsep dan transfer pengetahuan siswa* dalam jangka waktu tertentu setelah penggunaan media; (3) mengintegrasikan PARTA dengan *Learning Management System (LMS)* yang dilengkapi fitur *learning analytics* agar guru dapat memantau performa dan perkembangan belajar siswa secara real time; (4) mengembangkan fitur adaptif berbasis data performa, sehingga tingkat kesulitan soal dan umpan balik dalam game dapat menyesuaikan kemampuan individu siswa; (5) menyempurnakan desain antarmuka (*user interface/user experience*) agar lebih modern, responsif, dan kompatibel lintas perangkat; serta (6) memperluas cakupan materi ke topik aljabar lain seperti fungsi kuadrat, eksponen, atau logaritma, dan melakukan uji coba pada jenjang pendidikan berbeda untuk menguji generalisasi efektivitas media PARTA secara lebih komprehensif.

### Ucapan Terimakasih

Penulis dengan penuh rasa hormat dan syukur mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua atas doa, dukungan, dan pengorbanan yang menjadi dasar keberhasilan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Universitas Kristen Satya Wacana atas dukungan pendanaan melalui Nomor Kontrak 104/SPK-RBDMS/RIK/07/2025, serta kepada Universitas Kristen Satya Wacana yang telah memberikan dukungan dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian ini. Penghargaan mendalam diberikan kepada Bapak Danang Setyadi, M.Pd., atas bimbingan, arahan, dan masukan akademik yang sangat berharga. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada pihak sekolah yang telah memberikan izin dan kerja sama selama proses pengumpulan data dan uji coba media berlangsung.

### Daftar Pustaka

- Afri, L. D., & Br. Sembiring, S. R. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika melalui Aplikasi Kine Master pada Materi Persamaan Kuadrat. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(3), 3417–3430. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i3.1475>
- Alsadoon, E., Alkhawajah, A., & Suhaim, A. Bin. (2022). Effects of a gamified learning environment on students' achievement, motivations, and satisfaction. *Heliyon*, 8(8). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10249>
- Arifin, M. Z., & Qohar, A. (2024). Development of Web-Based Interactive Learning Media on Quadratic Equation Materials. *EduMa: Mathematics education learning and teaching*, 13(1), 10. <https://doi.org/10.24235/eduma.v13i1.14447>
- Bapa, A. T., & Qohar, A. (2024). *Pengembangan Media Pembelajaran Block Quadrata Pada Materi Persamaan Kuadrat Di Smp Kelas Ix. 10*. <https://doi.org/10.24853/fbc.10.1.105-120>
- Branch, R. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Department of Educational Psychology and Instructional Technology. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. Dalam *Educational Technology & Society* (Vol. 18, Nomor 3). <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2015.7096024>
- Dwiputri, D.L. Rusliah, N & Deswita, R. (2023). Desain Learning Trajectory Matematika Dalam Memfaktorkan Persamaan Kuadrat Dengan Menggunakan Blok Aljabar. *Math-Edu: Jurnal Ilmu Pendidikan Matematika*, 8 (1), 47-56. <https://doi.org/10.32938/jipm.8.1.2023.37-46>
- Fauzi, I. S., & Prihatnani, E. (2020). *Pemahaman Konsep Grafik Fungsi Kuadrat Siswa Kelas X Sma. 04(01)*, 82–103. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v4i1>
- Halawa, S., Mendrofa, R. N., Zega, Y., & Telaumbanua, Y. N. (2024). Analisis Kesulitan Belajar Siswa dalam Pembelajaran Matematika. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 9(3), 1991–1997. <https://doi.org/10.51169/ideguru.v9i3.1466>

- Herawaty, D., Widada, W., Gede, W., Lusiana, D., Pusvita, Y., Widiarti, Y., & Anggoro, A. F. D. (2021). The cognitive process of students understanding quadratic equations. *Journal of Physics: Conference Series*, 1731(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1731/1/012053>
- Hidayah, S. (2020). Kesulitan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Persamaan Kuadrat. *JPMI (Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia)*, 5(1), 7. <https://doi.org/10.26737/jpmi.v5i1.1515>
- Ekayati, Ifa Aristia Sandra., & Efendi, Dwi Imam. (2020). Relevansi Pengetahuan Sebelumnya Dalam Penguasaan Konsep Mahasiswa. *Jurnal Penalaran Dan Riset Matematika*, 4(1), 10–15. <https://doi.org/10.62388/prisma.v4i1.534>
- Khasanah, F., Anggraeni, P., & Cakrayana, I. (2024). Analisis Kesulitan Siswa Kelas X Terhadap Materi Persamaan Kuadrat. Dalam *JURIHUM: Jurnal Inovasi dan Humaniora* (Vol. 1, Nomor 6). <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/jurihum>
- Mustafidah, L., & Chotimah, C. (2025). Penerapan Metode Scramble untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa pada Mata Pelajaran PAI Kelas IX SMP Negeri 2 Peterongan Jombang. *YASIN*, 5(2), 895–912. <https://doi.org/10.58578/yasin.v5i2.5058>
- Nisa Maghfiroh, A., Ferelian El Hilaly Daksana, M., & Nikhlatus Salma, S. (2024). Efektivitas penggunaan media pembelajaran interaktif dalam pembelajaran matematika di sekolah dasar. *Maret 2024 Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 4(1). <https://mathjournal.unram.ac.id/index.php/Griya/index>
- Nuraini, I., & Afifurrahman. (2023). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Matematika Materi Persamaan Kuadrat. *Journal of Math Tadris*, 3(2), 15–31. <https://doi.org/10.55099/jmt.v3i2.89>
- Nuryadin, M. A., Fairuz, F., & Sembodo, J. J. (2024). *Metode pembelajaran khusus untuk generasi alpha, generasi z dan generasi beta*. 9. <https://doi.org/https://doi.org/10.29210/025448jpgi0005>
- Prihantoro. (2024). Eksplorasi Nes Do Male Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pemfaktoran Persamaan Kuadrat. *Jurnal Media Edukasi Dan Pembelajaran*, 2(2), 156–161. Retrieved from <https://jurnal-mep.id/jmep/article/view/71>
- Purwaningsih, E., Sarwanto, S., & Narmoatmojo, W. (2025). Efektivitas Model Gamification In Education Terhadap Kreativitas Peserta Didik Pada Pembelajaran Ipa Ditinjau Dari Literasi Teknologi. *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, 11(1), 731–742. <https://doi.org/10.29100/jp2m.v11i1.7652>
- Qian, M., & Clark, K. R. (2016). Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, 63, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023>
- Rahayu, E., Sa'adah, F. D., & Hidayatin, A. N. (2023). Analisis Problematika Kurikulum Merdeka Pada Tingkat Sekolah Menengah Pertama. 4. <https://jurnal.habi.ac.id/index.php/Dikmat>
- Rohmah, M., Hilyana, F. S., & Ermawati, D. (2024). Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Kelas V Materi Pecahan. *Al-Madrasah Jurnal Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 8(2), 708. <https://doi.org/10.35931/am.v8i2.3425>
- Simões, J., Redondo, R. D., & Vilas, A. F. (2013). A social gamification framework for a K-6 learning platform. *Computers in Human Behavior*, 29(2), 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.06.007>
- Wahyudin, A. . (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Persamaan Kuadrat melalui Android untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 2(1), 55-66. <https://ojsdikdas.kemendikdasmen.go.id/index.php/didaktika/article/view/61>
- Widiana, W. (2022). Game Based Learning dan Dampaknya terhadap Peningkatan Minat Belajar dan Pemahaman Konsep Siswa dalam Pembelajaran Sains di Sekolah Dasar. *Jurnal Edutech Undiksha*, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.23887/jeu.v10i1.48925>