



Pengembangan Aplikasi Web Game Edukasi Matematika Berbasis Node.js dan *RESTful API* untuk Meningkatkan Minat Belajar

Nadya Devi Febita¹, Arsito Ari Kuncoro², Eko Siswanto³

^{1,2,3}Department of Informatics, Universitas Sains dan Teknologi Komputer, Semarang

Email: nadyadf3@gmail.com, arsito@stekom.ac.id, eko.siswanto@stekom.ac.id

Article Info

Article history:

Received May 20, 2026

Revised May 24, 2026

Accepted May 28, 2026

Keywords:

Educational game,
Gamification,
Mathematics learning,
Node.js,
Web application,

ABSTRACT

To address the challenge of low interest exhibited by elementary school students in their mathematics learning, this investigation presents the development of an interactive, web-based educational game that integrates gamification principles. The construction and rollout of the application were executed using the Waterfall system development life cycle, leveraging Node.js and Express.js, and were architected around a RESTful API to ensure future scalability and optimal system performance.

An evaluation of the system's functionality was undertaken utilizing Black Box Testing, a process that verified the intended operation of all features and confirmed the absence of significant malfunctions. User validation was subsequently carried out by administering questionnaires to a group of sixth-grade students at SD Negeri Sendangguwo 01. The accumulated results from this assessment revealed a feasibility score reaching 92.27%, which is situated within the "very good" category, signifying robust user acceptance.

Based on the research outcomes, it is evident that the infusion of gamification principles into a digital learning environment plays a crucial role in elevating student motivation and fostering a greater interest in the subject of mathematics. For this reason, the application that has been proposed is regarded as a practical and successful alternative pedagogical resource for primary education..

Corresponding Author:

Nadya Devi Febita,
Universitas Sains dan Teknologi Komputer
Jl. Majapahit No. 605 Semarang
Email: nadyadf3@gmail.com



1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi memberikan pengaruh besar terhadap dunia pendidikan, terutama dalam penerapan media pembelajaran digital yang mampu meningkatkan efektivitas dan interaktivitas pembelajaran [1]. Seiring perkembangan tersebut, penggunaan gadget di

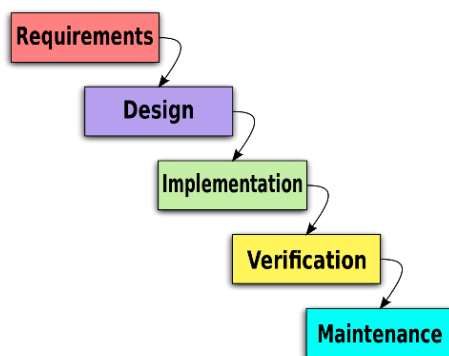
kalangan siswa juga terus meningkat, namun penggunaan yang lebih dominan untuk hiburan dibandingkan kegiatan akademik dapat memengaruhi minat dan prestasi belajar siswa [2]. Dampak tersebut terlihat pada pembelajaran matematika yang memerlukan kemampuan berpikir logis dan pemahaman konsep yang tinggi [3]. Selain itu, metode pembelajaran yang monoton menyebabkan siswa mudah jenuh dan kurang termotivasi dalam belajar [4]. Berdasarkan hasil observasi di SD Negeri Sendangguwo 01, prestasi belajar matematika siswa mengalami penurunan setelah pembelajaran tatap muka kembali diterapkan pasca pembelajaran daring. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran interaktif untuk meningkatkan motivasi dan minat belajar siswa terhadap mata pelajaran matematika [5].

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan game edukasi dan gamifikasi sebagai media pembelajaran matematika. Mubharokh *et al.* [6] mengembangkan game edukasi matematika berbasis komputer pada materi pola bilangan, sedangkan Wicaksono [7] mengembangkan game edukasi "Petualangan Alja" untuk melatih pemahaman konsep dan *procedural fluency* siswa pada materi aljabar. Selain itu, Kärki *et al.* [8] mengembangkan game digital matematika untuk meningkatkan pemahaman bilangan rasional siswa. Penelitian lain oleh Nurjannah *et al.* [9] serta Çakiroğlu dan Güler [10] menunjukkan bahwa penerapan gamifikasi dalam pembelajaran matematika mampu meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar siswa. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa game edukasi dan gamifikasi memiliki potensi yang baik dalam mendukung proses pembelajaran matematika secara lebih interaktif dan menarik.

Meskipun demikian, penelitian-penelitian sebelumnya masih memiliki beberapa keterbatasan, seperti belum mendukung web responsif dan implementasi *Progressive Web App* (PWA) yang memungkinkan aplikasi diakses secara fleksibel pada berbagai perangkat serta dapat diinstal layaknya aplikasi *native* [11]. Selain itu, fitur gamifikasi yang diterapkan juga masih terbatas dan belum mengintegrasikan elemen seperti papan peringkat (*leaderboard*), kartu penghargaan (*reward card*), dan pelacakan progres (*progress tracking*) pengguna secara menyeluruh. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi *web game* edukasi matematika berbasis Node.js dan Express.js dengan arsitektur *RESTful API* yang menerapkan fitur gamifikasi untuk meningkatkan motivasi dan minat belajar siswa [12].

2. METODE

2.1. Metode Penelitian



Gambar 1. Metode Waterfall

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan pengembangan perangkat lunak (*software development*). Model pengembangan sistem yang diterapkan adalah metode *Waterfall*. Metode ini dipilih karena memiliki tahapan yang terstruktur dan sistematis sehingga sesuai digunakan dalam pengembangan aplikasi *web game* edukasi matematika. Tahapan pada metode *Waterfall* meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan [13].

2.2. Studi Kasus dan Sumber Data

Studi kasus dalam penelitian ini dilakukan di SD Negeri Sendangguwo 01 dengan objek penelitian berupa siswa kelas VI sekolah dasar. Penelitian difokuskan pada pengembangan aplikasi *web*

game edukasi matematika untuk meningkatkan minat belajar siswa terhadap mata pelajaran matematika.

Sumber data yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi dan penyebaran kuesioner kepada siswa kelas VI sebagai pengguna utama sistem. Observasi dilakukan untuk mengetahui kondisi pembelajaran matematika dan tingkat ketertarikan siswa terhadap media pembelajaran berbasis digital. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari studi literatur berupa jurnal, buku, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan game edukasi, gamifikasi, dan media pembelajaran berbasis web.

2.3. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan berdasarkan metode *Waterfall* yang terdiri dari beberapa proses sebagai berikut.

2.3.1. Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna dan kebutuhan sistem. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan informasi terkait materi matematika kelas VI, kebutuhan fitur aplikasi, serta kebutuhan pengguna terhadap media pembelajaran interaktif.

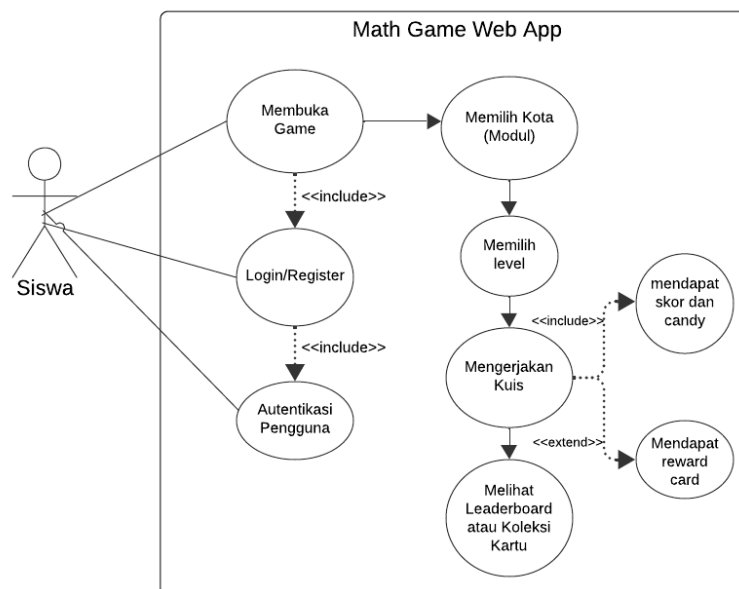
2.3.2. Perancangan Sistem

Tahap perancangan sistem dilakukan dengan membuat desain antarmuka pengguna (*user interface*), perancangan basis data, serta perancangan arsitektur sistem menggunakan konsep *RESTful API* yang mendukung pertukaran data secara fleksibel antara *frontend* dan *backend* aplikasi berbasis web [14]. Sistem dirancang menggunakan teknologi Node.js dan framework Express.js agar mampu berjalan secara responsif pada berbagai perangkat.

Selain itu, aplikasi dirancang dengan konsep gamifikasi melalui fitur pemilihan kota pembelajaran, level permainan, tutorial interaktif, kuis, tinjauan (*review*) jawaban, hadiah (*reward*)

kartu rahasia, koleksi kartu, dan papan peringkat untuk meningkatkan motivasi belajar siswa.

Interaksi antara pengguna dan sistem digambarkan melalui *Use Case Diagram* pada Gambar 2.



Gambar 2. Use Case Diagram

2.3.3. Implementasi Sistem

Tahap implementasi dilakukan dengan menerapkan hasil rancangan sistem ke dalam bentuk aplikasi *web game* edukasi matematika. *Backend* aplikasi dikembangkan menggunakan Node.js dan Express.js, sedangkan *frontend* dibangun menggunakan teknologi web agar dapat diakses melalui *browser* pada berbagai perangkat. Sistem juga mendukung konsep *Progressive Web App* (PWA) sehingga aplikasi dapat diinstal seperti aplikasi mobile tanpa membutuhkan ruang penyimpanan yang besar [15].

2.3.4. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing*. Metode ini digunakan untuk menguji fungsi-fungsi sistem berdasarkan masukan dan keluaran tanpa melihat kode program secara langsung [16]. Pengujian dilakukan pada seluruh fitur utama aplikasi seperti *login*, pemilihan level, pengerjaan kuis, sistem *reward*, koleksi kartu, dan papan peringkat.

2.3.5. Validasi Pengguna

Validasi pengguna dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan aplikasi sebagai media pembelajaran. Proses validasi dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada siswa kelas VI SD Negeri Sendangguwo 01 sebagai pengguna utama sistem.

Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert untuk mengukur tingkat kepuasan pengguna terhadap aspek tampilan, kemudahan penggunaan, interaktivitas, serta manfaat aplikasi dalam meningkatkan minat belajar matematika [17].

Selain aspek tampilan dan kemudahan penggunaan, instrumen validasi juga dirancang untuk mengukur persepsi kegunaan (*usability*) aplikasi yang meliputi kemudahan mempelajari sistem (*learnability*), efisiensi penggunaan (*efficiency*), kemudahan interaksi, dan kepuasan pengguna. Pengukuran ini mengacu pada konsep kegunaan yang umum digunakan dalam evaluasi perangkat lunak pendidikan [18].

2.4. Alur Sistem

Alur penggunaan aplikasi dimulai dari proses *login* pengguna ke dalam sistem. Setelah berhasil masuk, pengguna dapat memilih kota pembelajaran yang tersedia. Setiap kota memiliki beberapa level kuis matematika yang harus diselesaikan pengguna. Setiap menyelesaikan satu soal kuis, sistem akan menampilkan *feedback* dan memberikan *reward* berupa kartu koleksi apabila pengguna berhasil mencapai target tertentu dan beruntung. Setelah kuis selesai, sistem juga menampilkan hasil kuis beserta tinjauanprogre jawaban pengguna.

Data progres pengguna akan disimpan melalui *RESTful API* sehingga pengguna dapat melanjutkan permainan dan melihat perkembangan pembelajaran secara berkelanjutan.

2.5. Teknik Analisis Data

Data hasil pengujian dan validasi dianalisis menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Hasil kuesioner dihitung menggunakan persentase untuk mengetahui tingkat kelayakan aplikasi. Persentase kelayakan diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Hasil persentase kemudian dikategorikan ke dalam tingkat kelayakan untuk menentukan apakah aplikasi layak digunakan sebagai media pembelajaran matematika. Selain menghitung tingkat kelayakan aplikasi, hasil kuesioner juga dianalisis untuk mengidentifikasi persepsi pengguna terhadap aspek motivasi belajar dan kemudahan penggunaan aplikasi. Analisis dilakukan secara deskriptif untuk mengetahui kontribusi fitur gamifikasi terhadap pengalaman belajar siswa.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan berdasarkan hasil perancangan aplikasi *web game* edukasi matematika yang dikembangkan menggunakan Node.js dan Express.js dengan arsitektur *RESTful API*. Aplikasi dirancang sebagai media pembelajaran interaktif berbasis gamifikasi untuk siswa kelas VI

sekolah dasar. Sistem dapat diakses melalui *browser* pada berbagai perangkat dan mendukung instalasi sebagai *Progressive Web App* (PWA).

3.1.1. Tampilan *Login*

Halaman login merupakan halaman awal yang digunakan pengguna untuk mengakses aplikasi web game edukasi matematika. Pada halaman ini, pengguna diwajibkan memasukkan nomor induk siswa dan kata sandi yang telah didaftarkan sebelumnya pada proses registrasi. Sistem akan melakukan validasi data pengguna untuk memastikan bahwa akun yang digunakan telah terdaftar pada basis data aplikasi.

Apabila data yang dimasukkan sesuai, pengguna akan diarahkan menuju halaman utama aplikasi dan dapat mengakses seluruh fitur pembelajaran yang tersedia. Sebaliknya, jika data yang dimasukkan tidak valid, sistem akan menampilkan pesan kesalahan sebagai bentuk validasi input pengguna.



Gambar 3. Halaman Login

3.1.2. Halaman *Lobby*

Setelah berhasil *login*, pengguna akan diarahkan ke halaman *lobby* atau beranda. Pada halaman ini tersedia beberapa pilihan kota fiksi dengan tema yang berbeda-beda. Setiap kota merepresentasikan materi atau modul pembelajaran matematika untuk siswa kelas VI sekolah dasar.

Selain itu, halaman *lobby* juga menampilkan informasi profil pengguna, menu navigasi, serta pengaturan akun. Kota yang belum dapat diakses akan ditampilkan dalam kondisi terkunci sebagai indikator bahwa kota tersebut belum dibuka pengguna dengan *candy* yang dikumpulkan selama kuis.



Gambar 4. Halaman Lobby

3.1.3. Halaman Pemilihan Level

Setelah memilih kota, pengguna akan diarahkan ke halaman pemilihan level. Pada halaman ini ditampilkan petunjuk permainan atau misi yang harus diselesaikan pengguna. Setiap kota memiliki jumlah level yang berbeda sesuai dengan materi pembelajaran yang tersedia.

Sistem menerapkan mekanisme progresif, yaitu pengguna hanya dapat membuka level berikutnya setelah menyelesaikan level sebelumnya. Mekanisme ini diterapkan untuk menjaga alur pembelajaran agar berlangsung secara bertahap.



Gambar 5. Halaman Pemilihan Level

3.1.4. Halaman Tutorial dan Kuis

Sebelum memulai kuis, pengguna akan diberikan tutorial interaktif mengenai cara pengerjaan soal dan konsep matematika yang dipelajari. Tutorial ini bertujuan membantu siswa memahami mekanisme permainan sekaligus materi pembelajaran sebelum memasuki kuis utama [19].

Pada halaman kuis, sistem menampilkan komponen *progress bar*, soal utama, tahapan soal (*step question*), serta template jawaban yang disesuaikan dengan jenis soal matematika. Desain antarmuka dibuat interaktif agar siswa lebih tertarik dan nyaman selama proses pembelajaran berlangsung.

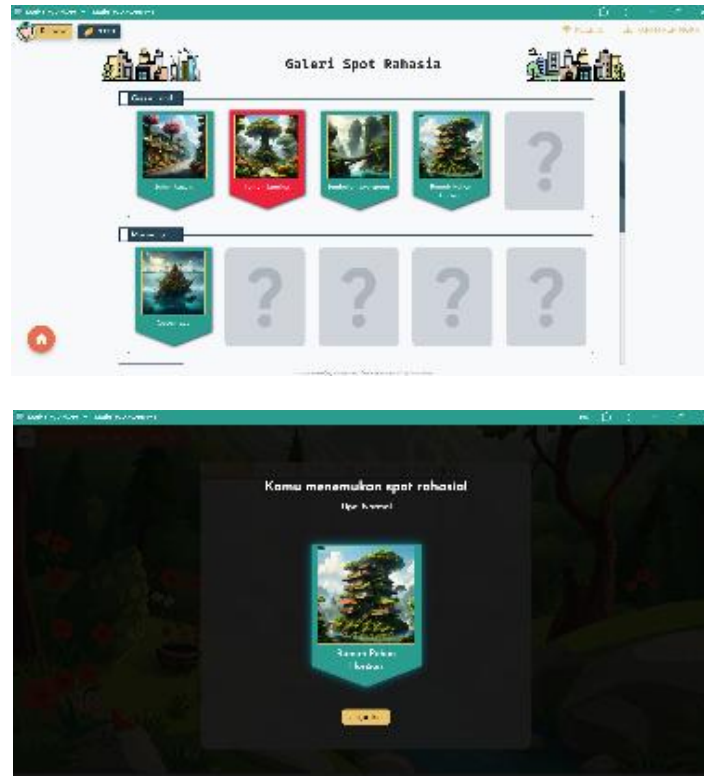


Gambar 6. Halaman Tutorial dan Kuis

3.1.5. Fitur Penghargaan dan Koleksi

Aplikasi menerapkan konsep gamifikasi melalui pemberian kartu penghargaan kepada pengguna yang berhasil memperoleh nilai tertentu pada kuis. Reward berupa kartu bergambar lokasi atau spot rahasia dari kota fiksi yang sedang dimainkan.

Seluruh kartu yang diperoleh pengguna akan tersimpan pada halaman koleksi. Fitur ini bertujuan meningkatkan motivasi pengguna untuk terus bermain dan menyelesaikan kuis pembelajaran [20].



Gambar 7. Halaman Koleksi dan Saat Reward Didapatkan

3.1.6. Halaman Papan Peringkat

Halaman papan peringkat menampilkan total skor yang diperoleh seluruh pemain berdasarkan hasil penyelesaian kuis dan misi permainan. Fitur ini dirancang untuk menciptakan kompetisi positif antar pengguna sehingga dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam menggunakan aplikasi pembelajaran [21].



Gambar 8. Halaman *Leaderboard*

3.2. Pengujian Sistem

3.2.1. Metode Pengujian

Pengujian sistem pada aplikasi web game edukasi matematika dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing*. Metode ini digunakan untuk menguji fungsi sistem berdasarkan masukan (*input*) dan keluaran (*output*) tanpa memperhatikan struktur kode program.

Pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh fitur aplikasi berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Fitur yang diuji meliputi proses pendaftaran dan *login* pengguna, pengaturan profil, pemilihan kota dan level permainan, tutorial dan kuis, sistem *reward*, koleksi kartu, papan peringkat, serta audio permainan.

3.2.2. Hasil Pengujian

Table 1. Hasil Pengujian

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil
1	Autentikasi Pengguna	Sistem memvalidasi proses pendaftaran, <i>login</i> , dan pengelolaan profil pengguna dengan input valid maupun tidak valid	Berhasil
2	Sistem Pembelajaran dan Gamifikasi	Pengguna dapat mengakses kota, memilih level permainan, serta menjalankan kuis sesuai progres pembelajaran	Berhasil
3	Evaluasi Pembelajaran	Sistem menampilkan hasil dan <i>review</i> kuis termasuk jawaban benar dan salah pengguna	Berhasil
4	Sistem <i>Reward</i> dan Koleksi	Sistem memberikan <i>reward</i> kartu rahasia berdasarkan hasil kuis dan menyimpan kartu ke dalam koleksi pengguna	Berhasil
5	<i>Leaderboard</i>	Sistem menampilkan dan memperbarui peringkat pengguna berdasarkan skor kuis secara otomatis	Berhasil
6	Multimedia	Sistem memutar musik latar dan <i>sound effect</i> sesuai interaksi pengguna selama permainan berlangsung	Berhasil

3.3. Validasi Pengguna

3.3.1. Metode Validasi

Validasi sistem dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan dan penerimaan pengguna terhadap aplikasi *web game* edukasi matematika yang telah dikembangkan. Proses validasi dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada 15 siswa kelas VI SD Negeri Sendangguwo 01 sebagai pengguna utama sistem. Instrumen penilaian menggunakan skala Likert dengan rentang nilai 1 sampai 5. Aspek yang dinilai meliputi kemudahan penggunaan aplikasi, tampilan antarmuka, pemahaman materi, fitur permainan, sistem gamifikasi, serta motivasi belajar pengguna.

3.3.2. Hasil Validasi

Table 2. Hasil Validasi

Aspek Penilaian	Skor
Kemudahan penggunaan aplikasi	68
Tampilan aplikasi	70
Pemahaman materi	66
Membantu pembelajaran matematika	72

Aspek Penilaian	Skor
Fitur aplikasi berjalan dengan baik	69
Game menarik dan tidak membosankan	71
<i>Reward</i> meningkatkan motivasi belajar	73
<i>Leaderboard</i> meningkatkan motivasi	65
Tutorial membantu pengguna	68
Ketertarikan menggunakan kembali	70
Total	692

Berdasarkan hasil validasi, total skor yang diperoleh adalah 692 dari skor maksimum 750 sehingga diperoleh persentase kelayakan sebesar:

$$\frac{692}{750} \times 100\% = 92,27\%$$

Persentase tersebut termasuk dalam kategori sangat baik [22].

3.4. Analisis Hasil Validasi Pengguna

Berdasarkan hasil validasi pengguna, seluruh aspek penilaian memperoleh skor yang berada pada kategori baik hingga sangat baik. Aspek "*Reward* meningkatkan motivasi belajar" memperoleh skor tertinggi sebesar 73, diikuti aspek "Membantu pembelajaran matematika" sebesar 72 dan "Game menarik dan tidak membosankan" sebesar 71. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengguna tidak hanya menerima aplikasi dari sisi teknis, tetapi juga merasakan manfaatnya sebagai media pembelajaran yang menarik.

Sementara itu, aspek "*Leaderboard* meningkatkan motivasi" memperoleh skor 65 yang merupakan nilai terendah dibandingkan aspek lainnya, meskipun masih termasuk kategori baik. Temuan ini menunjukkan bahwa fitur kompetisi melalui papan peringkat memberikan pengaruh positif terhadap motivasi belajar, namun tidak sebesar pengaruh yang diberikan oleh mekanisme penghargaan dan pengalaman bermain yang menarik.

Secara keseluruhan, hasil validasi mengindikasikan bahwa kombinasi fitur pembelajaran dan gamifikasi yang diterapkan pada aplikasi mampu menciptakan pengalaman belajar yang positif bagi siswa. Hal ini tercermin dari tingginya skor pada aspek ketertarikan menggunakan kembali aplikasi, kemudahan penggunaan, serta manfaat aplikasi dalam membantu pembelajaran matematika.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi web game edukasi matematika berbasis Node.js dan RESTful API yang menerapkan konsep gamifikasi melalui fitur level permainan, kartu koleksi, dan papan peringkat untuk mendukung pembelajaran matematika siswa sekolah dasar. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan Black Box Testing, seluruh fitur aplikasi dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan yang telah dirancang.

Hasil validasi pengguna yang melibatkan 15 siswa kelas VI SD Negeri Sendangguwo 01 menunjukkan tingkat kelayakan sebesar 92,27% dengan kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aplikasi diterima dengan baik oleh pengguna serta berpotensi menjadi media pembelajaran interaktif yang mendukung peningkatan minat belajar matematika.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan dan pengujian kelayakan aplikasi sebagai media pembelajaran berbasis gamifikasi. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat diarahkan pada evaluasi dampak penggunaan aplikasi terhadap motivasi dan hasil belajar siswa dalam cakupan yang lebih luas

serta periode penggunaan yang lebih panjang. Selain itu, pengembangan fitur pembelajaran adaptif dan variasi materi dapat dilakukan untuk meningkatkan pengalaman belajar pengguna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada SD Negeri Sendangguwo 01 yang telah memberikan izin dan dukungan selama proses penelitian berlangsung. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh siswa kelas VI yang telah berpartisipasi sebagai responden dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustian, N., & Salsabila, U. H. (2021). Peran Teknologi Pendidikan dalam Pembelajaran. *ISLAMIKA*, 3(1), 123–133. doi: 10.36088/islamika.v3i1.1047
- [2] Nikmawati, N., Bintoro, H. S., & Santoso, S. (2021). Dampak penggunaan gadget terhadap hasil belajar dan minat belajar siswa sekolah dasar. *Jurnal Edutech Undiksha*, 9(2), 254–263. doi: 10.23887/jeu.v9i2.38975
- [3] Pramesti, C., & Prasetya, A. (2021). Analysis of students' mathematics learning difficulty levels in using mathematical principles. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(2), 9–17. doi: 10.22437/edumatica.v11i02.11091
- [4] Desmidar, D., Ritonga, M., & Halim, S. (2021). Efektivitas ice breaking dalam mengurangi kejenuhan peserta didik mempelajari Bahasa Arab. *HUMANIKA*, 21(2), 113–128. doi: 10.21831/hum.v21i2.41941
- [5] Cahyaningtias, V. P., & Ridwan, M. (2021). Efektivitas penerapan media pembelajaran interaktif terhadap motivasi. *Riyadhoh: Jurnal Pendidikan Olahraga*, 4(2), 55–62. <https://doi.org/10.31602/rjpo.v4i2.5727>
- [6] Mubharokh, A. S., Afgani, M. W., & Paradesa, R. (2020). Pengembangan game edukasi matematika berbasis komputer pada materi pola bilangan. *PYTHAGORAS: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 16(1), 65–76. doi: 10.21831/pg.v16i1.34376
- [7] Wicaksono, G. (2021). Pengembangan game edukasi “Petualangan Alja” untuk melatih conceptual understanding dan procedural fluency siswa SMP materi aljabar. *Satya Widya*, 37(1), 43–53. doi: 10.24246/j.sw.2021.v37.i1.p43-53
- [8] Kärki, T., McMullen, J., & Lehtinen, E. (2021). Improving rational number knowledge using the NanoRoboMath digital game. *Educational Studies in Mathematics*, 110(1), 101–123. doi: 10.1007/s10649-021-10120-6
- [9] Nurjannah, N., Kaswar, A. B., & Kasim, E. W. (2021). Efektivitas gamifikasi dalam pembelajaran matematika. *JURNAL MathEdu (Mathematic Education Journal)*, 4(2), 189–193. doi: 10.37081/mathedu.v4i2.2492
- [10] Çakıroğlu, Ü., & Güler, M. (2021). Enhancing statistical literacy skills through real life activities enriched with gamification elements: An experimental study. *E-Learning and Digital Media*, 18(5), 441–459. doi: 10.1177/2042753020987016
- [11] Mozilla Developer Network. (n.d.). Progressive web apps (PWAs). *MDN Web Docs*. Retrieved May 12, 2026, from https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Progressive_web_apps
- [12] Azman, M., & Bakhtiar, A. M. (2024). Analisis penggunaan metode gamifikasi terhadap motivasi belajar siswa. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(4). doi: 10.23969/jp.v9i04.19600
- [13] Tsui, F., Karam, O., & Bernal, B. (2022). *Essentials of Software Engineering* (5th ed.). Jones & Bartlett Learning.
- [14] Pratama, M. F., Andriyanto, T., & Wardani, A. S. (2025). Design and build a RESTful API based data integration system. *Nusantara of Engineering (NOE)*, 8(1), 55–64. doi: 10.29407/noe.v8i01.22831
- [15] Mozilla Developer Network. (n.d.). Making PWAs installable. *MDN Web Docs*. Retrieved May 13, 2026, from https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Progressive_web_apps/Guides/Making_PWAs_installable
- [16] Sultansyah, A., Rahayu, A. S., Yudiana, I., Fauzi, P., Aripin, E. N., & Atmaja, S. A. (2025). Pengujian black box testing pada fitur permohonan informasi publik melalui website Pemerintah Jawa Barat. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 3(4). doi: 10.31004/jerkin.v3i4.1520

- [17] Iryanti, E., Zulfiqar, L. O. M., Kusumawardani, S. S., & Hidayah, I. (2022). Pengukuran kepuasan pengguna e-learning menggunakan metode evaluasi heuristik dan System Usability Scale. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 9(3), 469–478. doi: 10.25126/jtiik.2022924631
- [18] Norzila, N., Sulaiman, S., Idris, N., & Samingan, M. R. Z. S. A. (2021). *Systematic Review on Software Quality in Educational Applications*. IEEE Access. doi: 10.1109/ACCESS.2021.3072223
- [19] Suprpto, E., Setyansah, R. K., & Devina, D. (2021). GeoGebra Application Based Tutorial Materials to Improve Spatial Mathematics Abilities in Vocational High Schools. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 27(2), 175–181. doi: 10.21831/jptk.v27i2.39099
- [20] Valentinna, C. R., Kurnianti, E. M., & Hasanah, U. (2024). Media Belajar Gamifikasi terhadap Peningkatan Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 8(3). doi: 10.31004/basicedu.v8i3.7476
- [21] Cigdem, H., Ozturk, M., Karabacak, Y., et al. (2024). Unlocking Student Engagement and Achievement: The Impact of Leaderboard Gamification in Online Formative Assessment for Engineering Education. *Education and Information Technologies*, 29, 24835–24860. doi: 10.1007/s10639-024-12845-2
- [22] Simamora, B. (2022). Skala Likert, Bias Penggunaan dan Jalan Keluarnya. *Jurnal Manajemen*, 12(1), 84–93, 2022. doi: 10.46806/jman.v12i1.978