

## INOVASI PEMBELAJARAN MATEMATIKA MELALUI INTEGRASI X-PAKAR DAN MATH BOARD CARD

Esty Saraswati Nur Hartiningrum<sup>1\*</sup>, Safiil Maarif<sup>2</sup>, Ririn Febriyanti<sup>3</sup>, Rohmatul Umami<sup>4</sup>,  
Ama Noor Fikrati<sup>5</sup>, Ninda Dwi Rahayu<sup>6</sup>, Muslimin<sup>7</sup>, Slamet Boediono<sup>8</sup>

<sup>1,2,3,5,6,7,8</sup>Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas PGRI Jombang, Jombang

<sup>4</sup>Program Studi Informatika, Universitas PGRI Jombang, Jombang

<sup>1\*</sup>esty.saraswati88@gmail.com. <sup>2</sup>safiilmaarif873@gmail.com

### Abstrak

Kegiatan pengabdian ini dilatarbelakangi oleh temuan observasi dan wawancara di SMA PGRI 1 Jombang yang menunjukkan belum tersedianya media pembelajaran yang konkret dan menarik untuk membantu pemahaman konsep eksponen, sehingga siswa kurang termotivasi, kesulitan membedakan konsep dasar perpangkatan dan akar pangkat, serta mengalami hambatan dalam menyelesaikan soal. Untuk menjawab permasalahan tersebut, tim pengabdian Universitas PGRI Jombang mengembangkan media pembelajaran X-PAKAR dan Math Board Card berupa permainan papan dan kartu yang menyajikan materi eksponen dan akar pangkat secara interaktif, dilengkapi sistem barcode agar siswa dapat mengakses penjelasan materi dan pembahasan soal secara mandiri maupun berkelompok. Pelaksanaan berlangsung selama dua bulan melalui tiga tahap, yaitu persiapan (identifikasi kebutuhan, perancangan dan validasi media sesuai kurikulum serta karakteristik siswa), pelaksanaan (pre-test, pengenalan media, dan pembelajaran kolaboratif di kelas X-2), serta evaluasi (analisis pre-test dan post-test, observasi aktivitas belajar, dan wawancara pengalaman siswa). Hasil kegiatan menunjukkan bahwa penggunaan media X-PAKAR dan Math Board Card berpotensi meningkatkan pemahaman dan hasil belajar siswa sekaligus menciptakan suasana pembelajaran yang lebih aktif, interaktif, dan menyenangkan, serta menjadi pijakan awal pengembangan media pembelajaran matematika lain yang selaras dengan Kurikulum Merdeka dan kebutuhan siswa.

**Kata kunci:** *Media Pembelajaran, Matematika, Eksponen, Akar Pangkat dan Board Card*

---

### Abstract

This community service activity was initiated based on observations and interviews at SMA PGRI 1 Jombang, which revealed the absence of concrete and engaging learning media to support students' understanding of exponent concepts. As a result, students were less motivated, struggled to differentiate basic concepts of exponents and roots, and faced difficulties in solving related problems. To address these challenges, the service team from Universitas PGRI Jombang developed the X-PAKAR and Math Board Card learning media, a board-and-card-based tool designed to present exponent and root materials more interactively, equipped with barcode features that allow students to access explanations and solution discussions independently or in groups. The program was implemented over two months through three stages: preparation (needs identification, media design, and validation aligned with the curriculum and student characteristics), implementation (pre-test, media introduction, and collaborative learning activities in class X-2), and evaluation (analysis of pre-test and post-test results, observation of student learning activities, and interviews regarding students' learning experiences). The results indicate that the use of X-PAKAR and Math Board Card has the potential to enhance students' understanding and learning outcomes while fostering a more active,

interactive, and enjoyable learning atmosphere, as well as serving as an initial step toward developing other mathematics learning media that align with the Merdeka Curriculum and students' needs.

**Kata kunci:** *Learning Media, Mathematics, Exponents, Roots, and Board Cards*

---

## PENDAHULUAN

Proses pembelajaran di sekolah merupakan aktivitas terencana yang bertujuan membantu peserta didik memperoleh pemahaman, keterampilan, dan sikap yang diperlukan dalam kehidupan. Dalam konteks ini, guru memegang peran strategis sebagai fasilitator yang mengarahkan, membimbing, dan menciptakan suasana belajar yang efektif serta menyenangkan. Namun demikian, pembelajaran sering kali menghadapi berbagai hambatan, baik yang berasal dari siswa, guru, maupun lingkungan belajar. Hambatan tersebut umumnya tampak pada mata pelajaran matematika, yang dikenal sebagai ilmu tentang logika, bentuk, susunan, besaran, dan hubungan antar konsep [1]. Pembelajaran matematika menuntut kemampuan bernalar secara logis serta berpikir jernih [2], namun bagi banyak peserta didik matematika dianggap sulit, abstrak, dan kurang menarik. Kesulitan memahami konsep dasar sering menjadi faktor yang menyebabkan siswa merasa jenuh dan menganggap matematika sebagai pelajaran yang menantang [3]. Salah satu materi yang memiliki tingkat kesulitan tinggi adalah eksponen dan akar pangkat. Kedua materi tersebut bersifat abstrak, menuntut ketelitian, serta melibatkan aturan-aturan khusus dalam proses perhitungan. Eksponen merupakan nilai yang menunjukkan derajat kepangkatan suatu bilangan [4], sedangkan perpangkatan adalah perkalian berulang dari suatu bilangan yang sama dan akar pangkat adalah kebalikan dari proses tersebut [5]. Karakteristik materi yang abstrak membuat siswa sering kesulitan membedakan konsep dasar, memahami prosedur, maupun menyelesaikan soal secara tepat, sehingga diperlukan pendekatan pembelajaran yang lebih variatif dan mudah dipahami.

Hasil observasi situasi mitra menunjukkan bahwa sebagian guru belum memanfaatkan media pembelajaran secara optimal. Hal ini dapat memengaruhi kualitas pembelajaran karena media memiliki peran penting dalam meningkatkan pemahaman, motivasi, dan keterlibatan peserta didik. Berbagai faktor seperti kurangnya minat guru dalam berkreasi serta keterbatasan fasilitas menyebabkan media pembelajaran belum digunakan secara maksimal. Menurut Yusufhadi Miarso [6], media pembelajaran merupakan segala sesuatu yang dapat menyalurkan pesan dan merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan

kemauan belajar siswa. Media yang tepat membantu proses interaksi antara guru dan siswa sehingga pembelajaran berlangsung lebih efektif [7]. Dukungan serupa juga dikemukakan Maharani & Hidayah Putri [8], bahwa media pembelajaran memiliki andil besar dalam keberhasilan proses belajar mengajar. Media pembelajaran sebagai alat bantu bertujuan menyampaikan materi secara tepat kepada peserta didik sehingga lebih mudah dipahami [9] Salah satu bentuk media yang berkembang pesat adalah game edukasi. Game edukasi dirancang untuk membuat proses belajar lebih menyenangkan, kreatif, dan efektif [10], dengan menggabungkan unsur bermain dan belajar sehingga peserta didik lebih tertarik dan mudah memahami materi [11]. Bahkan game dapat menghadirkan pengalaman belajar yang berbeda dari metode konvensional, sehingga memberikan dampak positif bagi proses pendidikan [12]. Sejalan dengan pendekatan tersebut, dikembangkanlah media X-PAKAR dan Math Board Card sebagai inovasi pembelajaran matematika yang bersifat edukatif dan interaktif. Media ini mengintegrasikan konsep board game dan kartu soal berbasis barcode atau QR Code sebagai sarana akses mandiri untuk penjelasan konsep maupun pembahasan soal [13]. Dalam Math Board Card, papan permainan digunakan untuk memvisualisasikan konsep, sedangkan kartu berisi soal-soal eksponen dan akar pangkat sesuai kurikulum SMA.



**Gambar 1.** Media X-PAKAR dan Math Board Card

Melalui aktivitas bermain, siswa diharapkan lebih aktif, termotivasi, serta terlibat dalam pembelajaran yang menyenangkan. Pengembangan media X-PAKAR dan Math Board Card diharapkan mampu menjadi solusi atas keterbatasan media pembelajaran konvensional sekaligus menjembatani kesenjangan antara konsep abstrak dan pemahaman konkret siswa. Dengan pendekatan berbasis permainan yang interaktif, media ini tidak hanya meningkatkan minat dan motivasi, tetapi juga memperkuat pemahaman siswa terhadap materi eksponen dan akar pangkat, sehingga berpotensi mendukung peningkatan kualitas pembelajaran matematika di sekolah.

## **METODE**

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian ini melibatkan siswa kelas X-2 SMA PGRI 1 Jombang sebagai subjek kegiatan, dengan pertimbangan bahwa kelas tersebut memiliki karakter siswa yang beragam dari segi kemampuan, gaya belajar, dan tingkat partisipasi, sehingga memberikan ruang yang lebih luas untuk melihat efektivitas media pembelajaran konkret dalam membantu proses belajar. Seluruh rangkaian kegiatan dilaksanakan langsung di ruang kelas X-2 agar pengamatan dan interaksi berlangsung secara alami sesuai kondisi pembelajaran sehari-hari. Implementasi media pembelajaran X-PAKAR dan Math Board Card dilakukan melalui tiga tahap utama, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Pada tahap persiapan, tim melakukan identifikasi kebutuhan pembelajaran melalui observasi awal dan diskusi dengan guru matematika, yang kemudian menjadi dasar perancangan media X-PAKAR dan Math Board Card berbasis permainan papan dan kartu serta dilengkapi barcode berisi materi dan pembahasan soal, kemudian media beserta perangkat pembelajarannya divalidasi oleh ahli untuk memastikan kesesuaian dengan kurikulum dan keterterapannya di kelas. Tahap pelaksanaan dilakukan dengan menerapkan pembelajaran menggunakan media tersebut, diawali dengan pengenalan media dan penjelasan cara kerja papan, aturan permainan, serta penggunaan barcode, kemudian pembelajaran berlangsung secara berkelompok untuk mendorong diskusi, kolaborasi, dan pengambilan keputusan bersama dalam menyelesaikan soal pada kartu permainan. Alur kegiatan pada tahap ini meliputi pemberian pre-test untuk mengukur kemampuan awal, penyampaian konsep melalui papan, permainan kartu secara kelompok, penyelesaian soal pada kartu, akses penjelasan melalui barcode, serta pemberian post-test untuk mengukur pemahaman siswa terhadap materi eksponen dan akar pangkat setelah penggunaan media. Selanjutnya, tahap evaluasi dilakukan untuk menilai peningkatan pemahaman siswa dan meninjau sejauh mana media mampu menjawab permasalahan pembelajaran, melalui analisis perbandingan hasil pre-test dan post-test, observasi aktivitas serta keterlibatan siswa selama pembelajaran, dan wawancara pada beberapa siswa untuk menggali pengalaman mereka selama menggunakan media, termasuk tanggapan mengenai pemahaman yang diperoleh, aturan permainan, tingkat kesulitan soal, dan kenyamanan belajar. Temuan dari evaluasi ini digunakan sebagai dasar penentuan keberhasilan penerapan media sekaligus masukan untuk pengembangan, penyempurnaan, dan pemanfaatan media pada pembelajaran berikutnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini diawali dengan tahap persiapan yang dilaksanakan pada 19 November 2025 di perpustakaan SMA PGRI 1 Jombang bersama guru matematika kelas X-2. Pada tahap ini dilakukan observasi kelas dan wawancara untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran matematika, khususnya pada materi eksponen dan akar pangkat. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa karakteristik siswa kelas X-2 sangat beragam dari segi kemampuan akademik, gaya belajar, dan tingkat partisipasi. Sebagian siswa tampak aktif dan antusias, namun sebagian lainnya cenderung pasif selama proses pembelajaran. Selain itu, ditemukan bahwa siswa masih mengalami kesulitan memahami konsep dasar bilangan berpangkat dan akar pangkat, serta belum tersedia media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan konsep secara konkret dan menarik. Berdasarkan temuan tersebut, tim pengabdian merancang media pembelajaran X-PAKAR dan Math Board Card yang disesuaikan dengan karakteristik siswa, kemudian media yang telah disusun divalidasi untuk memastikan kesesuaian materi, kejelasan aturan permainan, serta keterpakaian dalam pembelajaran di kelas.



**Gambar 2.** Penerapan Media X-PAKAR dan Math Board Card

Tahap berikutnya adalah pelaksanaan implementasi media X-PAKAR dan Math Board Card yang dilakukan pada 21 November 2025 di kelas X-2 SMA PGRI 1 Jombang. Kegiatan diawali dengan pemberian pre-test untuk mengetahui kemampuan awal siswa pada materi eksponen dan akar pangkat. Pre-test diberikan secara tertulis selama maksimal 15 menit dengan tiga soal.

Tabel 1. Nilai hasil *Pre-Test* kelas X-2

NO	INISIAL NAMA SISWA	NILAI	NO	INISIAL NAMA SISWA	NILAI
1	AD	100	19	CA	33
2	BF	100	20	DA	33
3	ARM	67	21	GA	33
4	C	67	22	GAR	33
5	MI	67	23	MF	33
6	NAU	67	24	MR	33
7	NK	67	25	SII	33
8	NR	67	26	VM	33
9	SA	67	27	VS	33
10	SI	67	28	AF	0
11	AC	67	29	FB	0
12	JF	67	30	FF	0
13	M	67	31	FRH	0
14	NS	67	32	L	0
15	A	33	33	MIN	0
16	AA	33	34	AFR	0
17	AN	33	35	MA	0
18	BD	33			
Jumlah					1.433
Rata-Rata					40,94

Hasil pre-test menunjukkan kemampuan awal siswa masih rendah, dengan jumlah skor 1.433 dan rata-rata 40,94; nilai siswa tersebar dari 0 hingga 100, namun mayoritas berada pada rentang 33–67. Setelah pre-test, siswa dibagi ke dalam kelompok melalui hitungan berulang 1 sampai 7, sehingga terbentuk tujuh kelompok yang masing-masing terdiri atas lima siswa. Selanjutnya tim pengabdian memperkenalkan media pembelajaran dan menjelaskan cara penggunaan X-PAKAR dan Math Board Card, termasuk aturan permainan dan cara mengakses materi serta pembahasan soal melalui barcode. Pembelajaran kemudian berlangsung dalam format permainan papan dan kartu secara berkelompok untuk melatih penyelesaian soal eksponen dan akar pangkat sekaligus mendorong diskusi, kolaborasi, serta pengambilan keputusan bersama.

Selama kegiatan, siswa tampak aktif berdiskusi, saling bertukar pendapat, dan menunjukkan antusiasme tinggi dalam memainkan game, sehingga suasana kelas menjadi

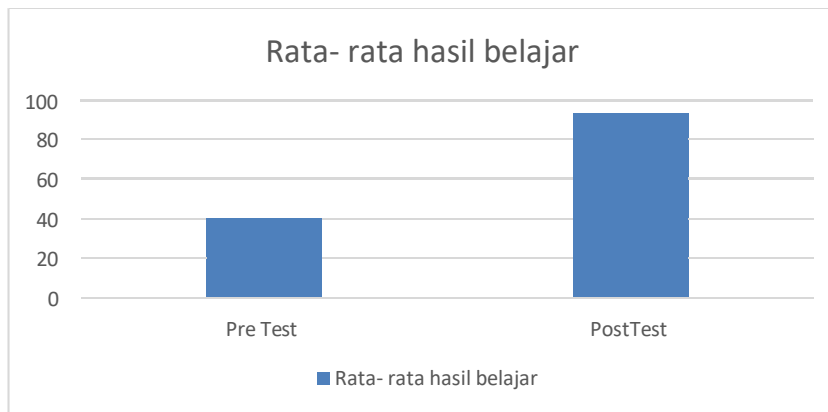
lebih menyenangkan dan keterlibatan siswa dalam proses belajar meningkat. Setelah rangkaian permainan dan diskusi selesai, kegiatan dilanjutkan dengan pemberian post-test untuk mengukur pemahaman siswa setelah pembelajaran menggunakan media X-PAKAR dan Math Board Card. Post-test diberikan selama maksimal 15 menit dengan tingkat kesetaraan soal seperti pre-test.

Tabel 2. Nilai hasil *Post-Test* kelas X-2

NO	INISIAL NAMA SISWA	NILAI	NO	INISIAL NAMA SISWA	NILAI
1	A	100	19	MI	100
2	AA	100	20	MIN	100
3	AD	100	21	MR	100
4	AF	100	22	NAU	100
5	AN	100	23	NK	100
6	ARM	100	24	NR	100
7	BD	100	25	NS	100
8	BF	100	26	SA	100
9	C	100	27	SI	100
10	CA	100	28	SII	100
11	DA	100	29	VM	100
12	FB	100	30	VS	100
13	FF	100	31	AC	67
14	FRH	100	32	AFR	67
15	GA	100	33	JF	67
16	GAR	100	34	M	67
17	L	100	35	MA	0
18	MF	100			
Jumlah					3.268
Rata-Rata					93,37

Hasil post-test menunjukkan peningkatan yang sangat jelas, dengan jumlah skor 3.268 dan rata-rata 93,37; rentang nilai siswa berada pada 0–100, dan sebagian besar mencapai nilai 100. Tahap evaluasi dilakukan dengan menganalisis perbandingan hasil pre-test dan post-test, mengamati aktivitas serta partisipasi siswa selama pembelajaran, dan melakukan wawancara singkat untuk memperoleh tanggapan siswa mengenai penggunaan media. Secara umum, implementasi berlangsung tanpa kendala berarti karena seluruh persiapan telah dikomunikasikan dengan baik, dan siswa menyatakan pembelajaran lebih menyenangkan serta membantu mereka memahami materi eksponen dan akar pangkat dengan lebih mudah.

Berikut adalah hasil rata-rata dari *Pre-Test* dan *Post-Test* yang ditampilkan dalam bentuk diagram 3 dibawah ini:



**Gambar 3.** Rata-rata hasil belajar *pre test* dan *post test*

Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian terdahulu yang menegaskan bahwa media pembelajaran inovatif dan interaktif dapat meningkatkan pemahaman konsep matematika dan minat belajar. Kastur, Kurniasari, dan Hidayati melaporkan peningkatan hasil belajar matematika menggunakan media kartu pada materi pecahan sederhana [14]. Hidayah dkk. menunjukkan pendampingan belajar menggunakan media matematika berbasis game android meningkatkan persentase siswa yang melampaui KKM dari 20% menjadi 85% [15]. Benu dkk. juga menemukan peningkatan signifikan pemahaman konsep matematika yang tercermin dari kenaikan nilai rata-rata pretest 51,9 menjadi 86,6 pada posttest [16]. Selaras dengan itu, pada kegiatan ini rata-rata nilai siswa meningkat sebesar 52,43 poin, dari 40,94 pada pre-test menjadi 93,37 pada post-test. Kenaikan tersebut menunjukkan bahwa X-PAKAR dan Math Board Card efektif membantu siswa memahami materi yang cenderung abstrak dengan cara yang lebih konkret, interaktif, dan menyenangkan, sehingga mampu mengatasi kendala pemahaman awal sekaligus meningkatkan motivasi belajar siswa.

## SIMPULAN DAN SARAN

### SIMPULAN

Berbasis pada hasil kegiatan yang telah dilaksanakan di SMA PGRI 1 Jombang pada siswa kelas X-2, dapat disimpulkan bahwa penerapan media pembelajaran X-PAKAR dan Math

Board Card berlangsung dengan baik dan memberikan dampak positif terhadap proses pembelajaran matematika. Implementasi yang dilakukan melalui tahapan persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi memungkinkan pembelajaran berlangsung secara sistematis dan terarah. Penggunaan media berbasis papan dan kartu yang dilengkapi barcode memudahkan siswa mengakses penjelasan materi dan pembahasan soal secara mandiri maupun berkelompok, sehingga tercipta suasana belajar yang lebih interaktif, menyenangkan, dan mendorong siswa untuk aktif berdiskusi serta bekerja sama. Efektivitas media ini terlihat dari peningkatan rata-rata nilai siswa yang semula 40,9 pada pre-test menjadi 93,3 pada post-test, menunjukkan bahwa X-PAKAR dan Math Board Card mampu membantu siswa memahami konsep eksponen dan akar pangkat secara lebih konkret dan mudah dipahami. Selain meningkatkan pemahaman konsep, media ini juga meningkatkan motivasi dan minat belajar siswa, terlihat dari antusiasme, keaktifan, dan keterlibatan mereka selama proses pembelajaran. Dengan demikian, X-PAKAR dan Math Board Card terbukti mampu mengatasi permasalahan pembelajaran di kelas sekaligus meningkatkan kualitas pembelajaran matematika, sehingga layak untuk digunakan dan dikembangkan pada materi lainnya..

#### **SARAN**

Media X-PAKAR dan Math Board Card digunakan secara rutin pada pembelajaran eksponen dan akar pangkat, terutama sebagai latihan penguatan konsep dan remedial bagi siswa yang masih kesulitan. Ke depan, perlu penyempurnaan variasi tingkat kesulitan kartu soal serta penambahan jumlah kartu agar aktivitas permainan lebih menantang dan merata untuk semua kemampuan siswa. Selain itu, guru dapat menyiapkan panduan penggunaan singkat agar media lebih mudah diterapkan secara mandiri di kelas..

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] N. Rahmah, "Hakikat Pendidikan Matematika," *Al-Khwarizmi J. Pendidik. Mat. dan Ilmu Pengetah. Alam*, vol. 1, no. 2, pp. 1–10, 2018, doi: 10.24256/jpmipa.v1i2.88.
- [2] U. Rizko, M. H. Islam, and C. A. Badruttamam, "Implementasi Caseme P3 pada Pelajaran Matematika dengan Menggunakan Barang Bekas Sebagai Media Pembelajaran," vol. 6, pp. 21–30, 2023.
- [3] I. Arigunawan, I. N. Sukajaya, and I. Suryawan, "Pengembangan Media Pembelajaran Matematika," vol. 9, no. 1, pp. 19–31, 2020.
- [4] N. Ariescha, "Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Hasil

- Belajar Siswa Kelas X Pada Materi Fungsi Eksponen Di Sma Negeri 1 Krueng Barona Jaya,” 2023.
- [5] A. Rusdyamin, *Pengembangan Bahan Ajar Matematika Berbasis Penemuan Terbimbing Pada Pokok Bahasan Bilangan Berpangkat Dan Bentuk Akar Kelas IX SMP/MTS*. 2017.
- [6] T. Nurrita, “Pengembangan Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa,” vol. 03, pp. 171–187, 2018.
- [7] F. Halidah, I. I. N. Aini, N. Ernawati, Juhaeni, L. Faizah, and Safaruddin, “Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Permainan Ular Tangga Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa,” vol. 4, no. 2, pp. 64–74, 2024.
- [8] A. S. Mustikarini, L. B. Trisanti, W. S. Hidayati, and F. Masrurroh, “Penerapan Media Kandako Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Materi Operasi Bilangan Bulat Di Smp Negeri 1 Jombang <sup>1</sup>Tatit,” pp. 114–124.
- [9] H. Pagarra, A. Syawaluddin, W. Krismanto, and Sayidiman, *Media Pembelajaran*.
- [10] D. Nurdiana and A. Suryadi, “Perancangan Game Budayaku Indonesiaku Menggunakan Metode MDLC,” vol. 3, no. September, pp. 39–44, 2017.
- [11] W. A. Hamka and A. Gani, “Rancang Bangun Game Edukasi Berbasis Web Dan Android Menggunakan Adobe Flash CS5 Dan Action Script 3.0,” vol. 1, no. September 2016, pp. 78–88.
- [12] U. Hasanah, I. Safitri, M. Nasution, and M. Pembelajaran, “Menganalisis Perkembangan Media Pembelajaran Matematika Terhadap Hasil Belajar Berbasis Game Game-Based Learning Outcomes,” vol. 1, no. 3, pp. 204–211, 2021.
- [13] A. Permana, A. I. C. Sari, and N. Hidayat, “Peningkatan Career Development Melalui Budaya Organisasi Dan Komitmen Terhadap Organisasi ( Studi Empirik Pada Guru SDIT ),” vol. 8, no. 1, pp. 271–281, 2022.
- [14] A. Kastur, Kurniasari, and F. Hidayati, “Peningkatan Hasil Belajar Matematika Materi Pecahan Sederhana Melalui Media Kartu Pecahan Di Kelas III SD Negeri Jatiadi 1 Kecamatan Gending Kabupaten Probolinggo,” vol. 10, no. 36, pp. 94–100, 2025.
- [15] S. Hidayah, A. Sumarwiyah, H. Abdurrohimi, F. W. Hasanah, and Z. Hasan, “Pendampingan Belajar Matematika Menggunakan Media Pembelajaran Berbasis Game Android,” vol. 3, no. 2, pp. 812–818, 2022.
- [16] R. S. . Benu, O. P. Maure, T. Ajito, K. S. Jenahut, and O. Liunokas, “Pemberdayaan Komunitas Belajar ' Setitik Cahaya Genz ' Melalui Penggunaan Media Kartu Bilangan Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematika,” vol. 3, pp. 137–142, 2025.