

Desain pembelajaran materi pembagian pecahan: Implementasi penguatan literasi numerasi siswa SMP dengan *Artificial Intelligence*

Aditiyah Erwin Syah¹, Riza Agustiani², Atika Zahra^{3*}, Agustiany Dumeva Putri⁴

^{1, 2, 3, 4} Program Studi Sarjana Pendidikan Matematika Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang

Article Info

Article history:

Received May 21, 2025

Accepted October 20, 2025

Published December 3, 2025

Keywords:

Design Research,
Artificial Intelligence,
Literasi Numerasi,
Pembagian Pecahan,
SMP

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang desain pembelajaran matematika materi pembagian pecahan dengan pecahan berbantuan *Artificial Intelligence* (AI) guna penguatan literasi numerasi siswa SMP. Metode yang digunakan adalah *design research* tipe *validation studies*, yang terdiri dari tiga tahapan: *preparing for the experiment*, *design experiment*, dan *retrospective analysis*. Subjek penelitian adalah siswa kelas VII SMP Negeri 44 Palembang, dengan pengumpulan data melalui observasi, wawancara, tes (kemampuan awal dan akhir), dan dokumentasi, menggunakan konteks lapangan *Gobak Sodor*. Analisis data dilakukan secara deskriptif, berfokus pada perbandingan peningkatan kemampuan literasi numerasi siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain pembelajaran berbantuan AI ini terbukti efektif, memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan visual, serta berhasil merumuskan *Local Instruction Theory* (LIT). Secara spesifik, penguatan kemampuan literasi numerasi siswa terjadi pada tiga indikator utama: (a) menggunakan angka dan simbol matematika dasar untuk memecahkan masalah praktis, (b) menganalisis informasi yang ditampilkan dalam berbagai bentuk (grafik, tabel, bagan), dan (c) menggunakan interpretasi hasil analisis untuk memprediksi dan mengambil keputusan. Simpulan dari penelitian ini adalah desain pembelajaran matematika berbasis AI terbukti mampu secara signifikan meningkatkan dan menguatkan kompetensi literasi numerasi siswa SMP.



Penulis Korespondensi:

Atika Zahra,
Program Studi Sarjana Pendidikan Matematika,
Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang,
Jalan Prof. K.H. Zainal Abidin Fikri Km.3, RW.5, 5 Ulu, Kecamatan Seberang Ulu I, Kota Palembang,
Sumatera Selatan 30267
Email: atikazahra_uin@radenfatah.ac.id

1. PENDAHULUAN

Materi pecahan merupakan fondasi esensial dalam kurikulum matematika kelas VII Sekolah Menengah Pertama (SMP) dan menjadi prasyarat penting hingga jenjang pendidikan tinggi [1]. Penguasaan materi pecahan sangat vital untuk melatih daya nalar dan memecahkan masalah kontekstual sehari-hari [2]. Meskipun demikian, urgensinya terletak pada kenyataan bahwa banyak peserta didik masih menunjukkan pemahaman konsep yang lemah dan menghadapi kesulitan serius dalam aplikasinya [3].

Kesenjangan pemahaman konsep ini berkorelasi langsung dengan rendahnya tingkat literasi numerasi di Indonesia, yang didefinisikan sebagai kemampuan menggunakan konsep bilangan untuk memecahkan masalah praktis [4]. Rendahnya tingkat ini dikonfirmasi oleh hasil PISA 2018, di mana skor Indonesia hanya 379, jauh di bawah rata-rata OECD 489 [5]. Hal ini terutama disebabkan oleh ketidakmampuan peserta didik

menganalisis dan menginterpretasikan data dalam soal-soal berbasis konteks nyata [6, 7]. Kondisi ini mendesak perlunya desain pembelajaran inovatif yang secara eksplisit menargetkan peningkatan kemampuan bernalar dan menganalisis data kontekstual.

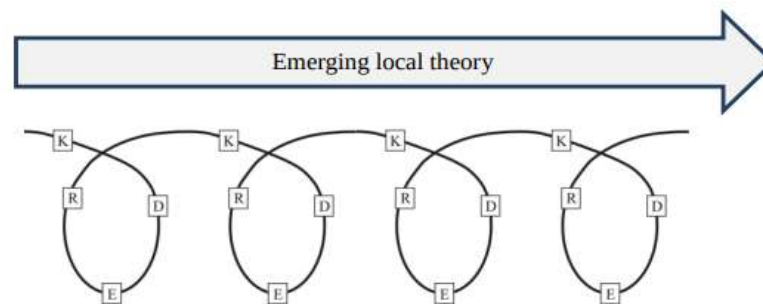
Dalam rangka meningkatkan kemampuan bernalar dan menganalisis data kontekstual, desain pembelajaran yang menarik dan adaptif dapat dibuat melalui integrasi teknologi terkini [8]. Desain seperti ini penting untuk meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa secara signifikan, yang pada gilirannya akan memfasilitasi pemahaman materi yang kompleks. Solusi yang ditawarkan adalah memanfaatkan *Artificial Intelligence* (AI) sebagai alat bantu pembelajaran untuk menciptakan lingkungan belajar yang lebih interaktif dan visual.

Studi-studi sebelumnya telah mengeksplorasi penggunaan AI dalam pembelajaran sebagai bentuk personalisasi pembelajaran dan *adaptive testing* secara umum. Pada penelitian perancangan desain pembelajaran yang memanfaatkan aspek interaktif dan visual AI digunakan secara langsung dan fokus memperkuat ketiga indikator literasi numerasi pada materi spesifik pembagian pecahan dengan pecahan. Selain itu, penelitian ini berupaya merancang, memvalidasi, dan merumuskan *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) beserta konjektur berpikir siswa melalui integrasi AI dalam konteks lokal (gobak sodor), yang mana belum terbahas secara mendalam dalam studi sebelumnya.

Berdasarkan latar belakang yang tersebut, rumusan masalah pada artikel ini adalah: Bagaimana merancang desain pembelajaran matematika berbasis *Artificial Intelligence* (AI) pada materi pembagian pecahan dengan pecahan yang efektif untuk memperkuat literasi numerasi siswa SMP? Tujuan Penelitian ini adalah menganalisis dan mengembangkan desain pembelajaran matematika materi pembagian pecahan dengan pecahan berbantuan AI, serta menyajikan *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) dan konjektur berpikir siswa yang dihasilkan dari aktivitas tersebut, dalam rangka memperkuat literasi numerasi siswa SMP.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan Design Research tipe validation studies. Penelitian ini menerapkan proses siklik (berulang) dari suatu eksperimen pembelajaran berupa diagram yang mengilustrasikan konsep eksperimen. Penelitian dilaksanakan pada siswa kelas VII SMPN 44 Palembang. Karakteristik khas subjek penelitian menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam pembagian pecahan karena cenderung langsung membagi tanpa prosedur perkalian yang benar. Keterbatasan ini diperburuk oleh ketergantungan pada buku konvensional dan kurangnya akses pembelajaran elektronik di sekolah, meskipun semua siswa memiliki *smartphone*. Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini melalui tiga tahap, yaitu: *preparing for the experiment*, *design experiment*, dan *retrospective analysis* [9, 10].



Gambar 1. Cyclic process of knowledge, design, experiment, reflection and (new) knowledge. [9, 11-12]

Preparing for the Experiment

Pada tahap ini, dilakukan tinjauan literatur dengan mengkaji berbagai literatur seperti jurnal, makalah, dan buku yang berkaitan dengan materi ide segitiga. Selama tinjauan literatur ini, peneliti juga menyusun instrumen penelitian. Permainan Gobak Sodor kemudian dijadikan sebagai konteks awal dari *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) yang akan dirancang melalui tinjauan ahli (*expert review*). HLT adalah paradigma teoretis untuk mengembangkan pelatihan matematika yang terdiri dari tiga bagian: tujuan pembelajaran, serangkaian masalah pembelajaran, dan proses pembelajaran yang dihipotesiskan [13]. HLT, Lembar Aktivitas, soal tes kemampuan awal, dan soal tes akhir ditinjau oleh para ahli yang melibatkan dosen pendidikan matematika dan dosen sistem informasi, serta guru di sekolah. Kegiatan tinjauan ahli ini tidak berakhir hanya pada kategori valid, melainkan berfungsi untuk memberikan masukan dan diskusi terkait dengan desain pembelajaran lengkap dengan instrumen yang akan digunakan. Keterlibatan ahli multidisiplin menjamin bahwa desain instruksional didasarkan pada teori dan dapat diterapkan dalam pengaturan dunia nyata [14]. Berbeda dengan proses validasi tradisional, tinjauan ahli dalam design research mengadopsi pendekatan

pengembangan, di mana spesialis memberikan umpan balik untuk secara progresif meningkatkan prototipe melalui beberapa iterasi [11, 15].

Design Experiment

Eksperimen pengajaran dilaksanakan pada langkah kedua. Eksperimen pengajaran bertujuan untuk menguji dan menyempurnakan konjektur HLT yang dihasilkan pada tahap awal, serta untuk memperoleh pengetahuan tentang cara kerjanya [11]. Tujuan dari penelitian pengajaran ini adalah untuk mengumpulkan data guna menjawab pertanyaan penelitian. Oleh karena itu, pada tahap ini, tindakan yang diprakarsai pada fase awal dilakukan dalam dua siklus. Siklus pertama kegiatan *pilot experiment*, dengan tujuan menyempurnakan dan meningkatkan konten serta urutan aktivitas yang dihasilkan untuk menciptakan desain HLT yang lebih baik untuk siklus berikutnya. Selanjutnya, dilaksanakan kegiatan *teaching experiment*, yakni proses pengajaran yang sebenarnya di kelas, di mana urutan kegiatan dilakukan. Pada tahap ini, diprioritaskan pengumpulan data terkait implementasi HLT dan data dari jawaban siswa pada setiap urutan kegiatan yang dilakukan sebagai bahan untuk mengembangkan *Local Instructional Theory* (LIT).

Retrospective Analysis

Analisis retrospektif adalah pemeriksaan terhadap seluruh set data untuk berkontribusi pada pengembangan teori instruksional lokal dan (perbaikan) kerangka interpretatif [9, 15]. Pada tahap ini, HLT digunakan sebagai panduan dan titik acuan dalam menganalisis data yang diperoleh selama tahap desain eksperimen instruksional. Di kelas, HLT ini dibandingkan dengan teori aktual dan proses belajar siswa. Investigasi dijelaskan dalam hal contoh yang mendukung dan menolak hipotesis. Hasil analisis ini berfungsi sebagai jawaban atas pertanyaan penelitian. Hasil utama bukanlah desain yang berfungsi, melainkan rasionalisasi mengapa desain tersebut bekerja [9, 16]. Kesimpulan dan analisis ini digunakan untuk merespons perumusan masalah penelitian.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Observasi, untuk mengamati aktivitas pembelajaran dan interaksi siswa; Wawancara, untuk menggali pandangan dan pengalaman siswa serta guru; Tes, yang terdiri dari tes kemampuan awal dan tes akhir untuk mengukur penguatan literasi numerasi siswa; dan Dokumentasi, untuk mengumpulkan data pendukung seperti RPP dan Lembar Kerja Siswa. Sementara itu, teknik analisis data yang diterapkan adalah Analisis Deskriptif, berfokus pada interpretasi dan deskripsi kualitatif serta kuantitatif dari data yang terkumpul, khususnya perbandingan hasil tes awal dan tes akhir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap *preparing for the experiment*, sebelum menyusun perangkat pembelajaran, pertama peneliti melakukan kajian literatur untuk mengidentifikasi konsep, metode, dan pendekatan pembelajaran yang relevan dalam penelitian ini. Kedua, analisis siswa terkait kesulitan siswa dalam memahami materi dan aksesibilitas terhadap fasilitas pembelajaran. Ketiga, pemilihan materi yang dianggap sulit oleh siswa. Keempat, pemilihan tujuan pembelajaran dimana tujuan yang digunakan pada penelitian ini, sebagai berikut. (a) Siswa dapat memodelkan masalah nyata dalam bentuk pembagian pecahan dengan pecahan. (b) Siswa dapat memahami konsep pembagian pecahan dengan pecahan. (c) Siswa dapat menyelesaikan soal pembagian pecahan dengan pecahan. Kelima, peneliti memilih konteks yang relevan dan dekat dengan keseharian siswa, yaitu lapangan gobak sodor. Kemudian dalam bentuk yang lebih kompleks peneliti mempersiapkan *Artificial Intelligence* dan menyusun perangkat pembelajaran berupa Modul Ajar, Lembar Aktivitas Siswa (LAS), *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT), dan soal tes kemampuan awal serta tes akhir dengan memuat indikator literasi numerasi. Pada tahap *design experiment*, peneliti menjalankan dua tahap yang terencana, yaitu *pilot experiment* dan *teaching experiment*. Pada *Pilot Experiment* dilakukan untuk menguji keakuratan dan efektivitas HLT dalam skala kecil di SMP N 44 Palembang. Uji coba ini bertujuan mengidentifikasi kendala teknis, respons siswa, serta potensi perbaikan sebelum penerapan lebih luas. Data dari tahap ini digunakan untuk menyesuaikan dan meningkatkan HLT.

3.1 Tes Kemampuan Awal (Pilot Experiment)

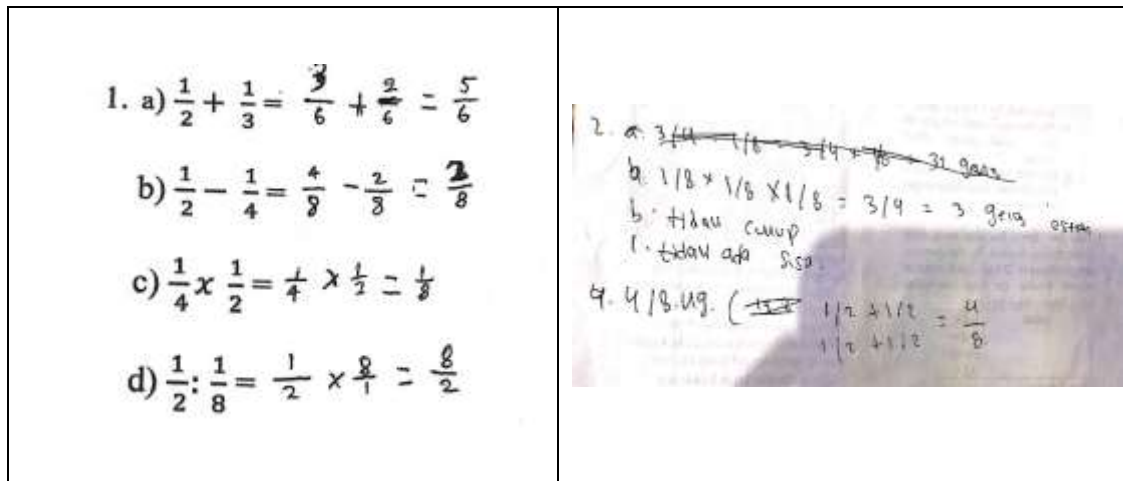
Tes Kemampuan Awal, sebelum *pilot experiment*, dilakukan tes kemampuan awal terhadap enam siswa kelas VII pada 28 November 2024. Tes terdiri dari empat soal esai, dua mengenai materi prasyarat dan dua lainnya tentang pembagian pecahan dengan pecahan.

Tabel 1. Hasil Tes Kemampuan Awal *Pilot Experiment*

Siswa	No. Soal			
	1	2	3	4
MZA	x	x	x	x
RD	✓	x	x	x

RDI	x	✓	x	x
RRA	✓	✓	x	x
RRD	✓	✓	x	x
S	✓	✓	x	x

Data TKA mengonfirmasi kesulitan awal siswa dan menegaskan perlunya intervensi desain pembelajaran yang fokus pada penguatan konsep pembagian pecahan dan aspek literasi numerasi. Hasil kedua tes menunjukkan pola yang konsisten bahwa siswa umumnya menguasai materi prasyarat (penjumlahan, pengurangan, perkalian pecahan), tetapi mengalami kesulitan serius pada konsep pembagian pecahan dengan pecahan dan soal berbasis literasi numerasi. Berikut hasil yang menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan pada konsep pembagian pecahan dan soal terkait literasi numerasi.



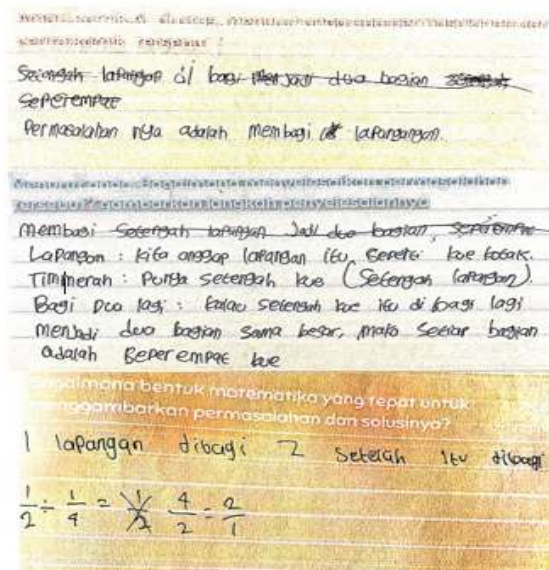
Gambar 2. Jawaban siswa RD Tes Kemampuan Awal Siswa

3.2 Pelaksanaan Pilot Experiment

Setelah tes kemampuan awal, *Pilot Experiment* dilaksanakan pada 9 Januari 2025 selama 120 menit. Enam siswa dikelompokkan berdasarkan kemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Mereka mengerjakan Lembar Aktivitas Siswa (LAS) yang mencakup literasi numerasi berbantuan AI untuk memahami konsep pembagian pecahan. Observasi langsung dilakukan untuk mengidentifikasi kesulitan siswa.

Hasil Aktivitas Siswa

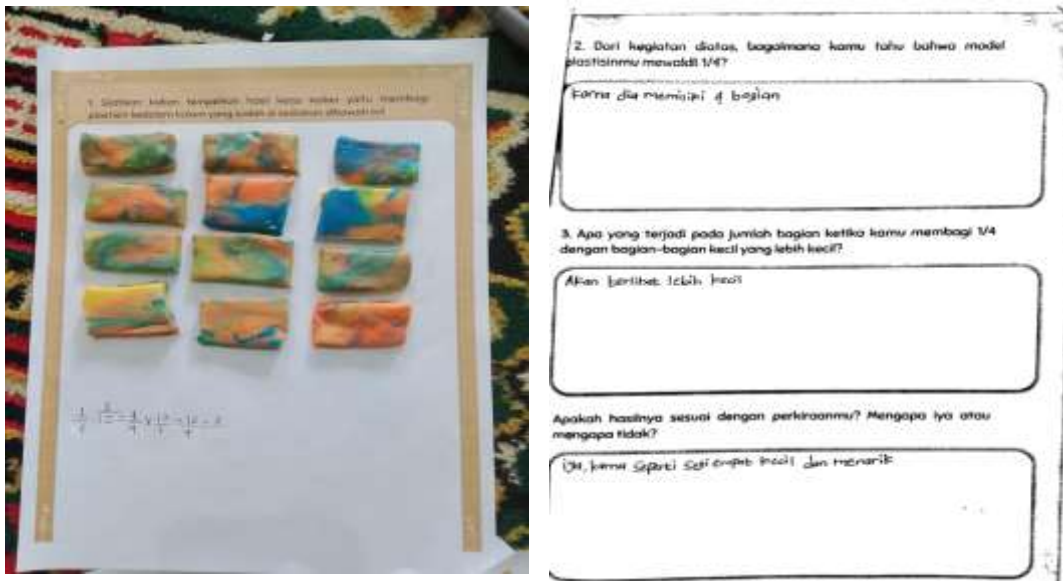
Aktivitas 1: Siswa memahami konsep pembagian lapangan gobak sodor. Sebagian besar memahami perintah awal, tetapi masih mengalami kesulitan dalam mencari permasalahan pada soal tersebut.



Gambar 2. Jawaban Aktivitas 1 Siswa

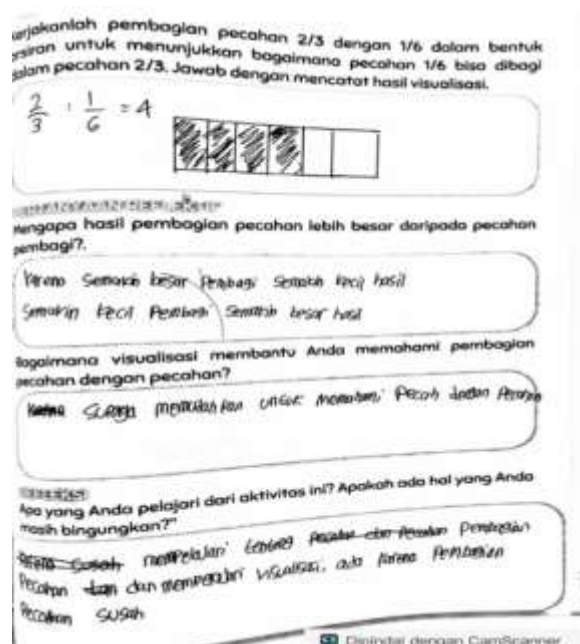
Aktivitas 2: Siswa menggunakan plastisin untuk memvisualisasikan pecahan, namun masih kesulitan menarik kesimpulan. Wawancara dilakukan untuk membantu siswa memahami konsep dan instruksi dengan lebih baik.

- L1 Peneliti : "Nak, Mengapa kamu membagi plastisin menjadi delapan bagian, kan perintahnya membagi menjadi $\frac{1}{4}$ bagian"
- L2 Siswa RD : "Saya masih kebingungan pak membaginya."
- L3 Peneliti : "bapak kasih contoh, jika bapak mengubah satu kertas menjadi dua bagian, dalam bentuk pecahan itu berapa?"
- L4 Siswa RD : " $\frac{1}{2}$ pak"
- L5 Peneliti : "nah kira-kira seperti itu juga jika kita membagi plastisinya"
- L6 Siswa RD : "oalah begitu ya pak, baik pak saya sudah mengerti"



Gambar 3. Jawaban Aktivitas 2 Siswa

Aktivitas 3: siswa menyelesaikan soal pembagian pecahan dengan pecahan dan mengecek jawaban menggunakan Geogebra melalui *barcode* di Lembar Aktivitas Siswa (LAS). Mereka juga berlatih membaca grafik terkait konsep tersebut dengan lancar.



Gambar 5. Jawaban Aktivitas 3 Siswa

Aktivitas 4: siswa menyelesaikan soal pada LAS dengan benar dan menyimpulkan hasil pembelajaran. Namun, dalam tahap *pilot experiment*, beberapa siswa mengalami kesulitan dalam menarik kesimpulan terkait pembagian pecahan dengan pecahan. Selain itu, ada hambatan dalam memahami beberapa instruksi di LAS.

Selesaikan pembagian di bawah ini, kemudian catat setiap hasil pembagian dalam tabel berikut.

pecahan awal	pecahan pembagi	hasil pembagian
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{2} : \frac{1}{12} = \frac{1}{2} \times \frac{12}{1} = 6$
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{12}$	3
$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{6}$	4
$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$	3

Perhatikan apakah hasil pembagian berubah jika Dividen menjadi lebih besar atau lebih kecil dari Divisor.

Ada

Apakah ada hubungan antara hasil pembagian dan ukuran pecahan awal serta pecahan pembagi?

Tidak ada

Gambar 6. Jawaban Aktivitas 4 Siswa

Temuan kunci dari setiap aktivitas selama *Pilot Experiment* menunjukkan bahwa meskipun konsep awal dan penggunaan *Artificial Intelligence* (AI) berhasil menarik minat siswa, terdapat beberapa kendala instruksional dan konseptual yang signifikan. Pada Aktivitas I (Eksplorasi Konteks AI), siswa bingung dalam memahami permasalahan yang disajikan dalam komik AI dan mengalami kesulitan dalam mengikuti instruksi penggunaan *barcode*. Kesulitan berlanjut di Aktivitas II (Model Plastisin), di mana siswa kesulitan dalam memodelkan dan memotong plastisin secara konsisten, serta kesulitan mentransfer hasil pemodelan konkret tersebut ke dalam tabel pecahan (representasi simbolik). Di Aktivitas III (Visualisasi Geogebra), siswa mampu membaca grafik tetapi kesulitan dalam menerapkan konsep pada grafik dan menyusun kesimpulan yang mendalam. Akhirnya, pada Aktivitas IV (Identifikasi Pola), sebagian besar siswa kesulitan untuk menarik kesimpulan umum dan merumuskan aturan pembagian pecahan secara formal. Kesulitan-kesulitan ini menjadi dasar utama untuk revisi total desain pembelajaran sebelum dilaksanakan *Teaching Experiment*.

3.3 Tes Akhir (*Pilot Experiment*)

Tes akhir dilakukan pada enam siswa kelas VII SMP Negeri 44 Palembang dengan tiga soal literasi numerasi terkait pembagian pecahan dengan pecahan. Hasil tes menunjukkan variasi pemahaman siswa, di mana sebagian besar dapat menyelesaikan soal dengan benar, sementara beberapa masih mengalami kesalahan konsep, seperti langsung mengalikan pecahan tanpa membalikinya. Tes ini bertujuan untuk mengukur kemampuan literasi numerasi siswa setelah proses pembelajaran.

Tabel 2. Hasil Tes Akhir *Pilot Experiment*

Siswa	No. Soal		
	1	2	3
MZA	✓	x	x
RD	✓	✓	✓
RDI	x	✓	x
RRA	✓	x	✓
RRD	✓	x	x
S	✓	x	✓

3.4 Retrospective Analysis 1

Evaluasi tahap *pilot experiment* menunjukkan bahwa beberapa siswa masih kesulitan dalam memahami konsep pembagian pecahan, terutama dalam menafsirkan instruksi dan menyimpulkan hasil pembelajaran. Kesalahan umum terjadi pada pemahaman konteks soal dan representasi visual, seperti dalam aktivitas pembagian lapangan gobak sodor. Temuan ini menjadi dasar untuk revisi dan penyempurnaan Lembar Aktivitas Siswa (LAS) guna meningkatkan pemahaman dan literasi numerasi siswa. Analisis hasil pembelajaran menunjukkan perbedaan antara HLT (*Hypothetical Learning Trajectory*) dan ALT (*Actual*

Learning Trajectory). Beberapa siswa dapat memahami konsep pembagian pecahan dengan pecahan, namun masih ada yang kesulitan menghubungkan konsep tersebut dengan representasi visual maupun matematis. Kesulitan juga ditemukan dalam penggunaan alat bantu seperti plastisin dan Geogebra AI untuk memahami pecahan. Oleh karena itu, revisi dilakukan untuk memperjelas instruksi serta memperkuat pemahaman konseptual siswa. Pada Tahap *Teaching Experiment*, Tahap ini merupakan kelanjutan dari *Pilot Experiment*, di mana *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) diterapkan dalam pembelajaran formal di SMPN 44 Palembang. Tujuannya adalah mengamati dampak HLT terhadap proses belajar, respons siswa, dan efektivitas teknologi dalam memahami konsep tertentu.

Tabel 3. Perbandingan HLT, ALT, LIT *Pilot Experiment*

Aktivitas	HLT (Hipotesis Revisi/LIT)	ALT (Realisasi)	LIT (Teori Instruksi Lokal Akhir)
Aktivitas I (Eksplorasi Konteks AI)	Siswa termotivasi dan mudah mengikuti instruksi yang telah direvisi.	Siswa antusias dan terlibat; kesulitan teknis teratasi, engagement tinggi.	Penggunaan konteks lapangan gobak sodor dan AI efektif meningkatkan motivasi.
Aktivitas II (Model Plastisin)	Siswa mampu menggunakan plastisin sebagai scaffolding konseptual.	Siswa berhasil mentransfer konsep ke representasi simbolik dan mampu menciptakan konteks baru.	Model plastisin efektif sebagai scaffolding dari konkret menuju simbolik.
Aktivitas III (Geogebra/Visualisasi)	Siswa dapat menghubungkan visualisasi Geogebra dengan pemahaman konsep mendalam.	Siswa memahami visualisasi tetapi masih sebagian kecil yang kesulitan menyusun kesimpulan (penalaran tinggi).	Visualisasi AI/Geogebra memperkuat pemahaman, tetapi perlu fitur interaktif untuk penalaran interpretatif.
Aktivitas IV (Identifikasi Pola)	Mayoritas siswa berhasil merumuskan aturan (perkalian terbalik) dengan panduan.	Mayoritas siswa mencapai pemahaman prosedural, meskipun transisi ke perumusan formal tetap memerlukan panduan guru yang intensif.	Proses penemuan pola harus didukung oleh scaffolding bertahap (misalnya, tabel perbandingan) untuk memfasilitasi penalaran induktif.

Dari Tabel 3 dapat dilihat perbedaan signifikan antara HLT dan ALT. Kesulitan utama adalah menafsirkan instruksi, menyimpulkan hasil, dan menjembatani representasi visual ke matematis. Temuan ini menjadi dasar untuk revisi total Lembar Aktivitas Siswa (LAS) untuk memperjelas instruksi dan memperkuat pemahaman konseptual.

3.5 Tes Kemampuan Awal (*Teaching Experiment*)

Pada tahap ini, dilakukan Tes Kemampuan Awal (TKA) terhadap 30 siswa untuk mengukur pemahaman mereka sebelum mengerjakan Lembar Aktivitas Siswa (LAS). Seperti halnya hasil TKA pada siswa *pilot experiment*, hasil TKA menunjukkan bahwa siswa umumnya memahami konsep penjumlahan, pengurangan, dan perkalian pecahan, tetapi mengalami kesulitan dalam pembagian pecahan dengan pecahan. Kesulitan ini sesuai dengan dugaan awal peneliti, sehingga diperlukan pendekatan yang lebih mendalam dan bantuan tambahan dalam menjelaskan konsep tersebut.

Tabel 4. Hasil Tes Kemampuan Awal *Teaching Experiment*

No.	Siswa	SOAL			
		1	2	3	4
1	AA	✓	✓	x	x
2	AF	✓	✓	x	x
3	ALK	✓	✓	x	x
4	AN	✓	✓	x	x
5	C	✓	✓	x	x
6	DS	✓	✓	x	x
7	E	x	x	x	x

8	ES	✓	✓	x	x
9	FAT	✓	✓	x	x
10	FI	x	x	x	x
11	G	✓	x	x	x
12	MFA	✓	x	x	x
13	MH	✓	✓	✓	✓
14	MN	✓	✓	x	x
15	MR	✓	✓	x	x
16	NA	x	x	x	x
17	NM	✓	✓	x	x
18	NN	✓	x	x	x
19	NZ	✓	✓	x	x
20	PA	✓	x	x	x
21	PHL	✓	✓	x	x
22	PS	✓	✓	✓	x
23	R	✓	✓	✓	x
24	RA	x	x	x	x
25	RR	x	x	x	x
26	RIK	x	x	x	x
27	RN	x	✓	x	x
28	RS	x	x	x	x
29	RPH	x	x	x	x
30	RRS	x	x	x	x

3.6 Pelaksanaan *Teaching Experiment*

Teaching experiment dilaksanakan pada 14-21 Januari 2025 di SMPN 44 Palembang, melibatkan 30 siswa yang dibagi menjadi 5 kelompok (6-7 siswa per kelompok). Peneliti membagikan Lembar Aktivitas Siswa (LAS) dan memberikan penjelasan sebelum pengerjaan. Selama kegiatan, peneliti berinteraksi langsung dengan siswa untuk mengamati kesulitan yang mereka hadapi dalam menyelesaikan tugas. Interaksi ini bertujuan untuk mengidentifikasi hambatan dan memberikan bantuan atau penyesuaian yang diperlukan agar siswa dapat memahami materi dengan lebih baik.

Aktivitas 1:

Dalam aktivitas ini, siswa menuliskan nama kelompok dan menggunakan AI untuk memahami pembagian pecahan dengan pecahan. Setelah mencoba AI, mereka mengerjakan instruksi yang diberikan dan bertanya jika mengalami kesulitan.

L1 Siswa : Pak saya masih bingung mencari permasalahan dari komik ini.

L2 Peneliti : coba kamu lihat perintah dari ibu guru pada komik tersebut.

L3 Siswa : (siswa membaca komik tersebut) “lapangan ini ibu pecah menjadi empat bagian sama besar. Jika tim merah menguasai separuh lapangan, berapa bagian yang dikuasai?” yang itu ya pak permasalahannya?

L4 Peneliti : mungkin saja.

Setelah siswa diberitahu cara menggunakan aplikasi AI, siswa mencoba untuk menggunakan aplikasinya untuk menscan gambar yang ada pada LAS. Siswa terlihat antusias dan bersemangat untuk mencoba aplikasi AI tersebut. Secara keseluruhan, aktivitas pembelajaran ini berjalan dengan lancar dan efektif. Siswa terlihat antusias dan aktif dalam mempelajari konsep pembagian pecahan dengan pecahan berbantuan AI. AI terbukti dapat membantu siswa dalam memahami konsep-konsep matematika yang abstrak, seperti konsep Pembagian pecahan dengan pecahan.

Aktivitas 2:

Siswa mengeksplorasi pembagian pecahan dengan pecahan melalui berbagai pendekatan. Mereka membagi plastisin menjadi persegi panjang untuk memodelkan konsep tersebut. Berdasarkan dialog yang tercatat selama aktivitas kedua, dapat disimpulkan bahwa siswa berhasil mencapai tujuan pembelajaran mengenai pembagian pecahan dengan pecahan. Siswa menunjukkan kemampuan untuk memahami dan menerapkan konsep pembagian pecahan melalui berbagai pendekatan yang digunakan dalam aktivitas tersebut. Pada awalnya, siswa diminta untuk membagi persegi menjadi 1/4 bagian, lalu membagikan empat bagian tersebut menjadi 1/12 orang dengan cara membagi setiap bagian lebih kecil menjadi tiga. Dengan langkah ini, siswa mampu

memodelkan pembagian pecahan $\frac{1}{4}$ dibagi $\frac{1}{12}$ dan memperoleh hasil 3, yang menunjukkan pemahaman tentang pembagian pecahan dalam konteks konkret. Hal ini menunjukkan bahwa siswa tidak hanya memahami langkah-langkah matematis, tetapi juga dapat menghubungkan teori pembagian pecahan dengan situasi nyata.

Aktivitas 3:

Aktivitas ini bertujuan untuk menguji pemahaman siswa terhadap konsep pembagian pecahan dengan bilangan bulat melalui soal-soal berbantuan Geogebra. Siswa memindai *barcode* pada Lembar Aktivitas Siswa (LAS) dan mengerjakan soal yang diberikan.

L1 Peneliti : "Apa kamu mengerti, maksud dari soalnya?"

L2 Siswa : "Mengerti, Pak."

L3 Peneliti : "Apakah ada perintah yang kurang jelas?"

L4 Siswa : "Sudah jelas semua, Pak."

L5 Peneliti : "Baik, coba jelaskan bagaimana kamu menyelesaikan soal ini."

L6 Siswa : "Saya membagi pecahan sesuai langkah yang dijelaskan sebelumnya, yaitu dengan mengalikan pecahan dengan kebalikan dari pecahan pembagi."

L7 Peneliti : "Bagus! Jadi, jika $\frac{2}{3} \div \frac{1}{6}$, bagaimana cara menyelesaikannya?"

L8 Siswa : "Saya ubah pembagian menjadi perkalian dengan kebalikan, jadi $\frac{2}{3} \times \frac{6}{1} = \frac{12}{3}$."

L9 Peneliti : "Benar! Bagaimana dengan soal berikutnya, apakah kamu mengalami kesulitan?"

L10 Siswa : "Tidak, Pak. Saya sudah paham cara mengerjakannya."

Dari percakapan antara peneliti dan siswa, terlihat dari jawaban siswa yang kebanyakan menjawab benar, menunjukkan bahwa siswa sudah memahami konsep pembagian pecahan dengan pecahan dan mampu menyelesaikan soal-soal yang berkaitan dengan pembagian pecahan dengan pecahan.

Aktivitas 4:

Siswa menyelesaikan soal terkait pembagian pecahan dengan bilangan pecahan dalam kelompok. Semua kelompok berhasil menjawab dengan benar dan menyimpulkan bahwa pembagian pecahan dapat dilakukan dengan mengalikan kebalikannya. Setelah mengerjakan soal, tiap kelompok mempresentasikan hasilnya. Siswa mampu menyelesaikan soal dengan baik dan memahami konsep pembagian pecahan dengan pecahan. Hal ini ditunjukkan dengan jawaban yang benar serta kesimpulan yang disampaikan oleh masing-masing kelompok. Selain itu, siswa juga dapat menjelaskan kembali konsep yang telah dipelajari, termasuk penerapannya pada berbagai situasi. Dengan demikian, tujuan pembelajaran pada aktivitas ini telah berhasil tercapai, yaitu siswa mampu memahami dan menyelesaikan persoalan pembagian pecahan dengan bilangan bulat secara mandiri serta menyimpulkan konsep yang telah mereka pelajari.

Setiap aktivitas selama *Teaching Experiment* menunjukkan bahwa HLT yang direvisi terbukti sangat efektif dalam mencapai tujuan pembelajaran. Pada Aktivitas I (Konteks AI) dan Aktivitas II (Model Plastisin), siswa menunjukkan keterlibatan dan antusiasme tinggi, berhasil menggunakan media dan konteks untuk mencapai pemahaman konseptual yang solid, bahkan mampu menciptakan konteks lain sebagai bukti transfer pengetahuan. Sementara itu, pada Aktivitas III (Geogebra/Visualisasi) dan Aktivitas IV (Perumusan Pola), siswa menunjukkan penguasaan konsep prosedural dan berhasil menjawab soal dengan benar, meskipun masih ada sebagian kecil yang memerlukan panduan intensif untuk mencapai kesimpulan dan penalaran tertinggi. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa desain pembelajaran berhasil memperkuat konsep dasar dan prosedur operasional pecahan.

3.7 Tes Akhir (*Teaching Experiment*)

Tes akhir tahap *Teaching Experiment* dilakukan pada 30 siswa kelas VII SMP Negeri 44 Palembang dengan tiga soal literasi numerasi terkait pembagian pecahan dengan pecahan. Hasil tes menunjukkan variasi pemahaman siswa. Beberapa siswa memahami konsep dengan baik, sementara sebagian masih mengalami kesalahan, seperti langsung mengalikan pecahan tanpa membalikannya terlebih dahulu.

Berdasarkan indikator literasi numerasi: Indikator pertama (menggunakan angka/symbol untuk menyelesaikan masalah): 23 siswa berhasil menerapkan konsep dengan benar, sedangkan 7 siswa belum menunjukkan pemahaman yang sesuai. Indikator kedua (menganalisis informasi dalam berbagai bentuk, seperti grafik): 21 siswa dapat menerapkan konsep, sementara 9 siswa mengalami kesulitan. Indikator ketiga (menggunakan hasil analisis untuk mengambil keputusan): 23 siswa menjawab dengan benar, sedangkan 7 siswa belum bisa menyelesaikan soal dengan baik. Tes ini bertujuan untuk mengukur kemampuan literasi numerasi siswa setelah proses pembelajaran yang telah dilakukan. Berikut ini tabel rekapitulasinya.

Tabel 5. Hasil Tes Akhir *Teaching Experiment*

Indikator	Jumlah Siswa Berhasil (dari 30)	Persentase Keberhasilan
-----------	------------------------------------	----------------------------

Indikator 1 (Menggunakan Simbol)	23	76,7%
Indikator 2 (Menganalisis Informasi/Grafik)	21	70%
Indikator 3 (Mengambil Keputusan dari Analisis)	23	76,7%

3.8 Retrospective Analysis 2

Setelah *Teaching Experiment* selesai, dilakukan *retrospective analysis* kedua untuk mengevaluasi perkembangan siswa. Hasil menunjukkan penguatan signifikan dibandingkan tahap *Pilot Experiment*, di mana sebelumnya siswa mengalami kesulitan memahami konsep pembagian pecahan dengan pecahan. Setelah melalui *Teaching Experiment*, pemahaman mereka menguat, terlihat dari kemampuan menyelesaikan soal dan merespons aktivitas dengan lebih baik. Pembelajaran dengan bantuan *Artificial Intelligence* terbukti efektif dalam membantu siswa memahami konsep kompleks. Setiap tahapan aktivitas menunjukkan penguatan literasi numerasi siswa, dari memahami konteks hingga menyusun model matematika. Meski beberapa siswa awalnya mengalami kendala, bimbingan tambahan membantu mereka menguasai materi dengan lebih baik.

Hasil ini mengonfirmasi bahwa *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) yang dirancang tetap efektif dalam mendukung pembelajaran. Selain itu, analisis perbandingan antara HLT dan *Actual Learning Trajectory* (ALT) menunjukkan bahwa siswa semakin mampu menghubungkan konsep dengan kehidupan nyata, memahami konsep pecahan lebih mendalam, serta menggunakan alat digital seperti Geogebra untuk memperjelas pemahaman mereka. Berdasarkan analisis retrospektif kedua, tahap *teaching experiment* terbukti memberikan dampak positif terhadap pemahaman siswa dalam pembagian pecahan dengan pecahan. Keberhasilan ini terlihat dari keterlibatan aktif siswa, kepatuhan terhadap instruksi, dan penyelesaian tugas dengan baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa HLT yang dirancang efektif dan dapat dijadikan sebagai *Local Instruction Theory* (LIT) untuk pengembangan kurikulum atau pendekatan pembelajaran yang lebih sistematis.

3.9 Pembahasan

3.9.1. Desain Pembelajaran dan Efektivitas Awal

Penelitian ini mengadopsi metodologi desain penelitian (*design research*) untuk merancang *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) yang kemudian disempurnakan menjadi *Local Instruction Theory* (LIT). Pilihan materi pembagian pecahan dengan pecahan didasarkan pada kurangnya perhatian kurikulum konvensional terhadapnya, yang terbukti menjadi sumber kesulitan pemahaman siswa.

Solusi yang ditawarkan adalah penggunaan konteks lapangan gobak sodor sebagai pendekatan konkret. Penggunaan konteks budaya lokal ini terbukti berhasil memvisualisasikan konsep abstrak dan meningkatkan motivasi siswa. Hasil ini konsisten dengan penelitian etnomatematika sebelumnya yang menyimpulkan bahwa permainan tradisional seperti *gobak sodor* efektif meningkatkan motivasi, partisipasi aktif, dan mengkonkretkan konsep matematika abstrak, karena membuat pembelajaran lebih kontekstual dan relevan [17].

HLT awal divalidasi melalui *expert review*, dengan masukan yang berfokus pada perbaikan soal, visualisasi, dan aspek literasi numerasi. Tahap *design experiment* (melalui *pilot experiment* dan *teaching experiment*) selanjutnya berfungsi untuk menguji dan menyempurnakan efektivitas HLT ini, sejalan dengan prinsip pengembangan LIT yang bertujuan mengatasi *learning obstacle* siswa dan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis [18].

3.9.2 Analisis Hasil Eksperimen Berdasarkan Aktivitas

Aktivitas I: Eksplorasi Konteks dan Integrasi AI

Pada tahap *pilot experiment*, siswa mengalami kebingungan dalam memahami permasalahan pada komik AI dan mengikuti perintah di LAS. Hal ini terjadi karena integrasi teknologi baru memerlukan scaffolding dan instruksi yang sangat eksplisit di awal implementasi. Kerangka berpikir siswa masih terikat pada pembelajaran konvensional sehingga memerlukan waktu transisi untuk beradaptasi dengan alur komik AI dan penggunaan barcode.

Setelah revisi instruksi menjadi lebih jelas dari sketsa gambar sebelumnya dan perbaikan pertanyaan kesimpulan, hasil *teaching experiment* menunjukkan antusiasme yang tinggi dan pemahaman siswa yang meningkat, meskipun masih ada kesalahan kecil. Kekuatan desain, yakni penggunaan AI terbukti membantu meningkatkan pemahaman karena menyediakan media visual yang menarik, sehingga berhasil meningkatkan motivasi siswa.

Aktivitas II: Perancangan Model Konkret (Plastisin)

Aktivitas ini menggunakan plastisin, media yang fleksibel dan dapat dieksplorasi berulang kali [18]. Kesulitan awal siswa pada *pilot experiment* dalam memotong plastisin secara konsisten dan mentransfer konsep ke tabel menunjukkan tantangan dalam menjembatani representasi konkret (visual-spasial) ke representasi matematis (simbolik).

Peningkatan signifikan pada *teaching experiment* di mana siswa mampu menuliskan pecahan dengan benar dan bahkan menciptakan konteks lain adalah bukti keberhasilan scaffolding yang diberikan guru pada tahap sebelumnya [19]. Kemampuan siswa untuk menciptakan konteks baru (transfer konsep) menunjukkan penguasaan konseptual yang solid, yang merupakan kekuatan utama desain pembelajaran berbasis RME.

Aktivitas III: Visualisasi Konsep dengan Geogebra dan AI

Tujuan aktivitas ini adalah memvisualisasikan konsep pembagian pecahan dengan pecahan menggunakan Geogebra berbasis AI, yang sejalan dengan teori bahwa Geogebra membantu menjadikan konsep matematika lebih nyata dan mudah dipahami [20]. Temuan literatur juga menunjukkan bahwa GeoGebra memiliki pengaruh positif dalam meningkatkan pemahaman konsep matematis dan visualisasi [21].

Meskipun siswa menunjukkan antusiasme tinggi terhadap visualisasi 2D lapangan gobak sodor, mereka masih kesulitan dalam menerapkan konsep pada grafik dan menyusun kesimpulan. Kesulitan ini mengindikasikan bahwa interaksi pasif dengan visualisasi yang disajikan (komik AI) tidak cukup untuk mendorong penalaran tingkat tinggi. Diperlukan interaksi aktif agar siswa dapat memanipulasi sendiri variabel dan mengamati perubahan, sehingga mereka benar-benar mendalami eksplorasi konsep. Inilah alasan kuat mengapa disarankan untuk menambah fitur interaktif pada AI.

Aktivitas IV: Identifikasi Pola dan Perumusan Aturan

Aktivitas ini merupakan tahap penting dalam transisi dari pemahaman konseptual ke pemahaman prosedural. Kesulitan siswa dalam menemukan pola dan menghubungkannya dengan rumus matematis pada *pilot experiment* merupakan kendala umum dalam mengajarkan aturan operasional.

Meskipun siswa lebih aktif mengeksplorasi pola pada *teaching experiment*, mereka masih bingung dalam menyusun Kesimpulan. Transisi dari pola numerik ke perumusan aturan formal (perkalian terbalik) memerlukan keterampilan penalaran induktif yang kuat. Kelemahan desain yakni pada alat bantu AI yang digunakan belum memfasilitasi eksplorasi pola yang memadai. Guru perlu menyediakan *scaffolding* yang lebih bertahap, misalnya menggunakan tabel perbandingan antara hasil pembagian dan perkalian terbalik untuk membantu siswa secara eksplisit mengidentifikasi pola. Oleh karena itu, disarankan untuk meningkatkan aspek interaktif alat bantu AI agar siswa lebih mudah menemukan pola.

3.9.3 Kemampuan Literasi Numerasi Siswa

Analisis hasil Tes Kemampuan Awal (TKA), Lembar Aktivitas Siswa (LAS), dan Tes Akhir (TA) secara keseluruhan menunjukkan adanya peningkatan kemampuan literasi numerasi yang signifikan setelah *teaching experiment*. Hasil analisis kemampuan literasi numerasi siswa menunjukkan adanya penguatan signifikan setelah penerapan desain pembelajaran. Pada indikator dasar (menggunakan simbol dan menganalisis informasi), mayoritas siswa berhasil memenuhinya. Namun, pada indikator penalaran tertinggi, yaitu kemampuan menafsirkan hasil analisis untuk memprediksi dan mengambil Keputusan, hanya sebagian siswa yang berhasil mencapainya, mengindikasikan bahwa aspek ini masih memerlukan penguatan lebih lanjut dalam desain pembelajaran. Berikut tabel hasil literasi numerasi dari TKA, LAS, dan TA.

Tabel 6. Hasil literasi numerasi dari TKA, LAS, dan TA

Tahap Pengujian	Hasil	Elaborasi
TKA	Rendah, hanya indikator 1	Menunjukkan perlunya desain pembelajaran yang berfokus pada aplikasi (literasi numerasi), bukan hanya komputasi murni.
LAS	Hasil lebih baik, ketiga indikator terpenuhi	Kekuatan Desain: Proses pembelajaran yang terstruktur (LAS) berhasil melatih siswa dari analisis informasi hingga penarikan kesimpulan.
TA	Hasil lebih baik, terutama pada indikator ketiga.	Meskipun ada peningkatan, masih ada siswa yang kesulitan menafsirkan hasil analisis. Implikasi Praktis: Tugas asesmen akhir (dan aktivitas pembelajaran) harus diperkaya dengan skenario yang lebih kompleks yang benar-benar menuntut prediksi dan pengambilan keputusan berbasis data, sesuai dengan tuntutan literasi numerasi yang optimal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut. Penelitian ini menghasilkan Desain Pembelajaran berupa Local Instruction Theory (LIT) menggunakan konteks lapangan gobak sodor dengan teknologi artificial intelligence (AI) untuk

materi pecahan sub materi pembagian pecahan dengan pecahan. Desain pembelajaran yang dikembangkan berkontribusi dalam meningkatkan motivasi serta keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran sehingga diharapkan mampu memperkuat literasi numerasi mereka. Berikut ini merupakan desain akhir yang dihasilkan: (a) Aktivitas satu: Eksplorasi Konteks lapangan gobak sodor dalam konsep pembagian pecahan dengan pecahan. (b) Aktivitas dua: Perancangan Model persegi dari plastisin dengan konsep pembagian pecahan dengan pecahan. (c) Aktivitas tiga: Implementasi geogebra dalam visualisasi konsep pembagian pecahan dengan pecahan. (d) Aktivitas keempat: Identifikasi pola dan menyusun aturan pembagian pecahan dengan pecahan pada aktivitas sebelumnya.

Berdasarkan analisis perbandingan hasil tes kemampuan awal dan tes akhir, kemampuan literasi numerasi siswa menunjukkan adanya penguatan yang cukup signifikan. Hal ini dapat dilihat dari jawaban siswa yang memenuhi indikator literasi numerasi dalam penelitian ini, yaitu (a) Mampu menggunakan berbagai simbol yang terkait dengan matematika dasar dalam menyelesaikan masalah kehidupan sehari-hari, (b) Mampu menganalisis informasi yang ditampilkan dalam berbagai bentuk (grafik, tabel, bagan, diagram, dan lain sebagainya), (c) Mampu menafsirkan hasil analisis tersebut untuk memprediksi dan mengambil keputusan.

Berdasarkan analisis yang dilakukan melalui TKA, LAS, dan TA, ditemukan bahwa (a) Pada indikator literasi numerasi pertama, mayoritas siswa memenuhi indikator yang diterapkan. (b) Pada indikator literasi numerasi kedua, mayoritas siswa juga memenuhi indikator yang diterapkan. (c) Pada indikator literasi numerasi ketiga, hanya sebagian siswa yang berhasil mencapainya, sehingga masih terdapat ruang untuk perbaikan dalam aspek ini. Dengan demikian, desain pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini telah berhasil memperkuat literasi numerasi siswa, meskipun masih terdapat beberapa aspek yang perlu ditingkatkan untuk mencapai hasil yang lebih optimal. Secara khusus, untuk lebih menguatkan indikator literasi numerasi ketiga (menafsirkan hasil analisis untuk memprediksi dan mengambil keputusan), disarankan agar desain pembelajaran ke depan lebih menekankan pada aktivitas yang melibatkan tugas kontekstual otentik yang menuntut penalaran tingkat tinggi dan pengambilan keputusan berbasis data, serta mengintegrasikan fitur interaktif AI yang dapat memfasilitasi proses interpretasi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. D. Hastuti, Y. Mariyati, S. Sutarto, and C. Nasirin, "The effect of guided inquiry learning model to the metacognitive ability of primary school students," *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, vol. 8, no. 1, p. 37, 2020. doi: 10.33394/j-ps.v8i1.2615. [Online]
- [2] E. A. Susanti, "Pemahaman siswa SMP terhadap konsep pembagian pecahan berdasar tugas pengajuan soal analogis," *MATHEdunesa*, vol. 9, no. 3, pp. 607-620, 2020. [Online]
- [3] M. R. Baharuddin, F. Fitriani, and A. Wafda, "The urgency of developing digital teaching modules with Luwu cultural context for literacy skills," *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, vol. 17, no. 1, pp. 784-796, 2025. [Online]
- [4] W. Han et al., *Materi Pendukung Literasi Numerasi*. Jakarta: Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan, Tim GLN Kemendikbud, 2017. [Online]
- [5] A. Schleicher, *PISA 2018: Insights and Interpretations*. Paris: OECD Publishing, 2019. Accessed: Oct. 19, 2025. [Online].
- [6] D. Ambarwati and M. D. Kurniasih, "Pengaruh problem based learning berbantuan media Youtube terhadap kemampuan literasi numerasi siswa," *Jurnal cendekia: jurnal Pendidikan matematika*, vol. 5, no. 3, pp. 2857-2868, 2021. [Online].
- [7] N. Z. Salvia, F. P. Sabrina, and I. Maula, "Analisis kemampuan literasi numerasi peserta didik ditinjau dari kecemasan matematika," in *Proc. Sem. Nas. Pendidikan Matematika Univ. Pekalongan (ProSANDIKA UNIKAL)*, vol. 3, no. 1, pp. 351-360, Jan. 2022. [Online].
- [8] Z. Futuhal Aripin, U. Ruswandi, D. Muhammad, and A. Aziz, "Desain pembelajaran model Dick and Carey pada mata pelajaran Pendidikan Agama Islam," in *Proc. Gunung Djati Conf. Ser.*, vol. 10, 2022.
- [9] P. Cobb and K. Gravemeijer, "Design research from a learning design perspective," in *Educational Design Research*, London, U.K.: Routledge, 2006, pp. 29-63.
- [10] R. C. I. Prahmana, Y. S. Kusumah, and D. Darhim, "Keterampilan mahasiswa dalam melakukan penelitian pendidikan matematika: Studi eksplorasi pada mahasiswa PPG," *Infinity Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 123-132, 2016. [Online]. Available: <https://doi.org/10.22460/infinity.v5i2.p123-132>
- [11] J. Van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, and N. Nieveen, "Introducing educational design research," in *Educational Design Research*. Enschede, The Netherlands: SLO, 2006.
- [12] H. A. A. Van Eerde, "Design research: Looking into the heart of mathematics education," in *Proc. 1st South-East Asian Design Research Conf.*, Palembang, UNSRI, 2013, pp. 1-11.
- [13] M. Simon, "Hypothetical learning trajectories in mathematics education," in *Encyclopedia of Mathematics Education*. New York: Springer, 2020, pp. _____. doi: 10.1007/978-3-030-15789-0_72.
- [14] T. Plomp and N. Nieveen, Eds., *Educational Design Research: Part A—An Introduction*. Enschede, The Netherlands: SLO, 2013. doi: 10.1007/978-94-6300-275-6.
- [15] S. McKenney and T. C. Reeves, *Conducting Educational Design Research*, 2nd ed. New York: Routledge, 2019. doi: 10.4324/9781315105642.

- [16] B. Bustang, Zulkardi, Darmawijoyo, M. Dolk, and D. van Eerde, "Developing a local instruction theory for learning the concept of angle through visual field activities and spatial representations," *Int. Educ. Stud.*, vol. 6, no. 8, 2013. doi: 10.5539/ies.v6n8p58.
- [17] A. Imaniyah and R. Zuroida, "Eksplorasi etnomatematika konsep geometri dan bilangan dalam permainan gobak sodor," *Matematika Dan Matematika*, vol. 2, no. 2, pp. 1–9, 2020.
- [18] Y. Ratnawati, S. Muntomimah, and S. E. Haryono, "Peningkatan kemampuan kreativitas anak usia 5-6 tahun menggunakan media plastisin," *J. Caksana: Pendidik. Anak Usia Dini*, vol. 8, no. 1, pp. 418–431, 2025.
- [19] F. W. Dwi and G. S. Sidik, "Efektivitas Pengembangan Local Instructional Theory Berbasis RME pada Topik Pecahan Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa di Sekolah Dasar," *Jurnal Basicedu*, vol. 4, no. 1, pp. 1-10, 2020.
- [20] N. Aien, L. Laswadi, and M. Sari, "Penggunaan aplikasi Geogebra dalam pembelajaran matematika terhadap kemampuan pemahaman konsep dan minat belajar siswa," *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, vol. 5, no. 1, pp. 71-87, 2025.
- [21] S. S. A. S. Siagian, P. Wulandari, and B. Saragih, "Software GeoGebra pada Pembelajaran Matematika: Studi Literatur," *J. Ilm. Pendidik. Mat.*, vol. 7, no. 1, pp. 43-52, 2023.

