



Eksplorasi *Hypothetical Learning Trajectory* Berbasis Realistic Mathematics Education Pada Pembelajaran Pecahan di Sekolah Dasar

Melsya Reyuni

Program Magister Pendidikan Dasar, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

Email: melsyareyunii124@gmail.com

Syafri Ahmad

Program Magister Pendidikan Dasar, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

Email: syafriahmad95@yahoo.co.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 16-01-2026

Revised: 14-04-2026

Accepted: 15-04-2026

Published: 15-05-2026

ABSTRACT

This study addresses students' persistent difficulties in understanding fractions, particularly their tendency to rely on procedural calculations rather than conceptual reasoning and mathematical representation. The research aimed to explore a Hypothetical Learning Trajectory (HLT) based on Realistic Mathematics Education (RME) for fifth-grade students on fraction topics, including equivalent fractions and operations with different denominators. Using a design research approach, the study was conducted through three phases: preliminary design, teaching experiment, and retrospective analysis, involving six heterogeneous students. Data were collected through observations, interviews, documentation, and student work analysis, and were analyzed by comparing the Hypothetical Learning Trajectory (HLT) with the Actual Learning Trajectory (ALT). The findings reveal that the HLT effectively facilitated students' progression from informal to formal understanding through contextual activities, visual representations, and collaborative learning. The novelty of this study lies in its in-depth analysis of the alignment between HLT and ALT in fraction learning, which remains underexplored in prior RME-based studies. The results also indicate that deviations between predicted and actual learning trajectories provide valuable insights for refining instructional design. These findings imply that adaptive and well-structured learning trajectories are essential for supporting meaningful conceptual understanding and enhancing students' mathematical representation skills in fraction learning.

Keywords: *Hypothetical Learning Trajectory; Realistic Mathematics Education; Fractions; Mathematical Representation; Elementary Students*

How to cite:

Reyuni, M., Ahmad, S. (2025). Eksplorasi *Hypothetical Learning Trajectory* Berbasis Realistic Mathematics Education pada Pembelajaran Pecahan di Sekolah Dasar. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Pembelajaran Sekolah Dasar (JIPPSD)*, 9(2), 379–390. Article DOI: <https://doi.org/10.24036/jippsd.v9i2.137408>

Corresponding E-mail: melsyareyunii124@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Matematika di sekolah dasar memiliki peran penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, kritis, dan sistematis siswa. Salah satu kompetensi yang perlu dikembangkan adalah kemampuan representasi matematis, yaitu kemampuan mengungkapkan ide matematika dalam berbagai bentuk seperti visual, simbolik, dan verbal. Kemampuan ini berperan penting dalam



membantu siswa memahami konsep secara mendalam serta mengomunikasikan proses berpikirnya dalam pemecahan masalah (Hidayatullah et al., 2024).

Namun, dalam praktik pembelajaran, kemampuan representasi matematis siswa masih tergolong rendah, terutama pada materi pecahan yang bersifat abstrak dan kompleks. Siswa cenderung mengalami kesulitan dalam menghubungkan representasi konkret ke bentuk simbolik, sehingga pemahaman yang terbentuk bersifat prosedural dan kurang bermakna (Meitesya Putri et al., 2025). Kesulitan ini semakin diperkuat oleh kecenderungan pembelajaran yang menekankan pada prosedur algoritmik tanpa memberikan ruang bagi siswa untuk membangun makna konsep secara konseptual (Nasir et al., 2025).

Pecahan merupakan konsep fundamental yang menjadi dasar bagi berbagai topik matematika lanjutan. Namun, berbagai penelitian menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami makna pecahan, hubungan antara pembilang dan penyebut, serta operasi pecahan dengan penyebut berbeda (Hutagalung et al., 2024). Permasalahan ini menunjukkan bahwa pembelajaran pecahan memerlukan pendekatan yang mampu menghubungkan konsep dengan pengalaman nyata siswa.

Salah satu pendekatan yang relevan adalah *Realistic Mathematics Education* (RME), yang menempatkan konteks dunia nyata sebagai titik awal pembelajaran. Melalui pendekatan ini, siswa membangun pemahaman konsep secara bertahap melalui proses matematisasi dari situasi konkret menuju representasi formal (Handayani & Yoga Juanda, 2019). RME juga memberikan ruang bagi penggunaan berbagai representasi yang saling terhubung, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan kontekstual (Susandi & Widyawati, 2022).

Agar pembelajaran berbasis RME berjalan efektif, diperlukan perencanaan lintasan belajar yang sistematis melalui *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) (Napitupulu et al., 2021). HLT memuat tujuan pembelajaran, urutan aktivitas, serta prediksi respons siswa, sehingga dapat membantu guru merancang pembelajaran yang adaptif terhadap perkembangan berpikir siswa (Norairi et al., 2022). Dalam pembelajaran pecahan, HLT berperan penting dalam mengarahkan transisi pemahaman siswa dari tahap informal menuju formal secara bertahap (Witarsa & Wahyuni, 2024).

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa HLT berbasis RME dapat meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan representasi matematis siswa (Apriyanti et al., 2023). Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya berfokus pada hasil belajar, sementara kajian mengenai kesesuaian antara lintasan belajar hipotetis (HLT) dan lintasan belajar aktual (*Actual Learning Trajectory* / ALT) siswa masih terbatas, khususnya pada materi pecahan di sekolah dasar. Padahal, perbandingan antara HLT dan ALT penting untuk memahami dinamika berpikir siswa serta mengevaluasi keakuratan desain pembelajaran yang dikembangkan (Gampu & Ambarita, 2025).

Lebih jauh, RME memberikan ruang bagi siswa untuk menggunakan berbagai strategi representasi sesuai dengan tingkat pemahamannya, termasuk melalui manipulatif konkret, model

visual, dan simbol, yang semuanya saling terhubung dalam sebuah lintasan belajar progresif (Siregar Nur Afniasty et al., 2025). Dengan demikian, pendekatan ini mampu menghadirkan pembelajaran matematika yang lebih bermakna, memberdayakan, dan reflektif bagi siswa, terutama dalam materi yang menuntut pemahaman konseptual seperti pecahan. Hal ini diperkuat oleh (Sumarna et al., 2025) hasil penelitian yang menunjukkan bahwa pembelajaran RME membantu meningkatkan pemahaman konsep siswa sekaligus mendorong keterlibatan siswa dalam membangun makna sendiri terhadap ide-ide matematika yang abstrak.

Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada analisis mendalam terhadap kesesuaian dan deviasi antara *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) dan *Actual Learning Trajectory* (ALT) dalam pembelajaran pecahan berbasis RME (Uristu et al., 2024). Penelitian ini tidak hanya menilai hasil belajar, tetapi juga mengeksplorasi secara rinci bagaimana lintasan belajar siswa berkembang selama proses pembelajaran berlangsung, sehingga memberikan kontribusi pada pengembangan desain pembelajaran yang lebih adaptif dan berbasis pada dinamika kognitif siswa (Hesti et al., 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi *Hypothetical Learning Trajectory* berbasis *Realistic Mathematics Education* pada pembelajaran pecahan siswa sekolah dasar dengan menganalisis kesesuaian antara lintasan belajar hipotetis dan lintasan belajar aktual siswa.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *design research* yang bertujuan untuk mengembangkan sekaligus mengeksplorasi desain pembelajaran matematika berbasis *Realistic Mathematics Education* (RME) melalui perancangan dan analisis *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT). Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk tidak hanya menghasilkan desain pembelajaran yang valid secara teoretis, tetapi juga mengkaji secara mendalam bagaimana desain tersebut bekerja dalam praktik pembelajaran nyata melalui interaksi dinamis antara siswa, guru, konteks, dan materi ajar. Dalam kerangka *design research*, pembelajaran dipandang sebagai proses iteratif yang memungkinkan terjadinya revisi desain berdasarkan temuan lapangan, khususnya melalui perbandingan antara HLT dan *Actual Learning Trajectory* (ALT) (Susanto et al., 2024).

Selain itu, pendekatan ini relevan dengan tujuan penelitian yang tidak hanya berfokus pada hasil belajar, tetapi juga pada proses berpikir siswa, perkembangan representasi matematis, serta bagaimana siswa membangun konsep pecahan melalui aktivitas bermakna. Dengan demikian, *design research* memberikan ruang untuk mengeksplorasi hubungan antara desain pembelajaran, proses kognitif siswa, dan konteks sosial pembelajaran secara simultan.

Subjek penelitian terdiri dari enam siswa kelas V SD Pembangunan Laboratorium Universitas Negeri Padang yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Pemilihan subjek dilakukan berdasarkan variasi kemampuan akademik (tinggi, sedang, dan rendah) dengan tujuan untuk

memperoleh variasi data yang kaya (rich data) mengenai cara siswa membangun pemahaman konsep pecahan. Variasi kemampuan ini penting dalam konteks RME karena memungkinkan munculnya interaksi antar siswa yang berbeda tingkat pemahamannya, sehingga proses scaffolding alami dapat terjadi dalam diskusi kelompok.

Selanjutnya, siswa dibagi ke dalam dua kelompok heterogen yang masing-masing terdiri dari kombinasi kemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Pengelompokan ini bertujuan untuk menciptakan lingkungan belajar kolaboratif yang memungkinkan terjadinya negosiasi makna matematis, pertukaran strategi penyelesaian, serta penguatan konsep melalui interaksi sosial. Dalam konteks RME, interaksi ini menjadi bagian penting dalam proses *guided reinvention*.

Penelitian ini dilaksanakan melalui tiga tahap utama, yaitu *preliminary design*, *teaching experiment*, dan *retrospective analysis*, yang merupakan karakteristik utama dalam metodologi *design research*. Subjek penelitian terdiri dari enam siswa kelas V SD Pembangunan Laboratorium Universitas Negeri Padang yang dipilih secara *purposive sampling* dengan mempertimbangkan variasi kemampuan akademik (tinggi, sedang, rendah). Siswa dibagi ke dalam dua kelompok heterogen untuk mendukung interaksi dan proses scaffolding selama pembelajaran.

Tahap pertama, yaitu *preliminary design*, diawali dengan analisis mendalam terhadap kurikulum, karakteristik siswa, serta kajian literatur terkait konsep pecahan dan prinsip RME. Analisis ini mencakup identifikasi konsep prasyarat, kesulitan umum siswa dalam memahami pecahan, serta kemungkinan jalur perkembangan konsep yang dapat ditempuh siswa. Berdasarkan analisis tersebut, peneliti menyusun *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) yang terdiri atas tiga komponen utama, yaitu tujuan pembelajaran, rangkaian aktivitas pembelajaran berbasis konteks realistik, serta prediksi respons siswa (Safaredha, 2014).

Prediksi respons siswa disusun secara rinci, tidak hanya mencakup jawaban benar dan salah, tetapi juga mencakup kemungkinan strategi penyelesaian, bentuk representasi (konkret, visual, simbolik), serta potensi miskonsepsi yang mungkin muncul. Selain itu, peneliti juga mengantisipasi titik-titik transisi kritis dalam pembelajaran, khususnya pada perpindahan dari representasi konkret ke simbolik. Pada tahap ini juga dikembangkan perangkat pembelajaran berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), pedoman observasi, dan pedoman wawancara yang telah divalidasi oleh ahli. Hasil tahap ini berupa desain pembelajaran hipotetik yang siap diuji dalam konteks kelas nyata.

Tahap kedua adalah *teaching experiment*, yaitu tahap implementasi desain pembelajaran di kelas. Pada tahap ini, peneliti berperan sebagai fasilitator yang mengarahkan jalannya pembelajaran sesuai dengan desain HLT, namun tetap memberikan ruang bagi munculnya strategi spontan siswa. Pembelajaran dilakukan dalam situasi alami (natural classroom setting) agar data yang diperoleh merepresentasikan proses belajar yang autentik.

Proses pembelajaran diamati secara sistematis oleh satu *observer independen* untuk meminimalkan bias subjektivitas peneliti. Observer bertugas mencatat aktivitas siswa, interaksi

kelompok, komunikasi matematis, serta penggunaan representasi dalam proses pembelajaran. Observasi dilakukan menggunakan lembar observasi terstruktur yang telah disesuaikan dengan indikator RME, seperti keterlibatan konteks, aktivitas pemodelan, komunikasi matematis, dan kolaborasi kelompok (Oonk et al., 2020).

Data penelitian dikumpulkan melalui berbagai teknik, yaitu observasi langsung, dokumentasi berupa rekaman video dan audio, hasil kerja siswa (LKPD), serta wawancara singkat dengan siswa. Wawancara dilakukan untuk menggali lebih dalam alasan di balik strategi yang digunakan siswa, cara mereka memahami konteks, serta proses mereka dalam berpindah antar representasi. Data dari berbagai sumber tersebut kemudian dikonfirmasi melalui proses inter-observer agreement antara peneliti dan observer untuk meningkatkan reliabilitas data dan mengurangi bias interpretasi.

Tahap ketiga adalah *retrospective analysis*, yaitu tahap analisis reflektif yang dilakukan dengan membandingkan HLT yang telah dirancang dengan ALT yang muncul selama proses pembelajaran. Analisis dilakukan secara sistematis pada setiap aktivitas pembelajaran untuk melihat bagaimana siswa merespons tugas, menggunakan representasi, serta mengembangkan pemahaman konsep pecahan.

Respons siswa dikategorikan ke dalam tiga tingkat kesesuaian, yaitu: (1) konvergen, apabila respons sesuai dengan prediksi HLT; (2) semi-konvergen, apabila respons sebagian sesuai; dan (3) divergen, apabila respons menyimpang dari prediksi. Kategori ini tidak hanya digunakan untuk mendeskripsikan hasil, tetapi juga untuk mengidentifikasi pola belajar siswa serta menentukan titik kritis dalam pembelajaran yang membutuhkan intervensi pedagogis tambahan, terutama pada fase transisi antar representasi (Febriani & Sidik, 2020).

Analisis data dilakukan secara kualitatif dengan model analisis interaktif yang terdiri dari reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan secara berulang. Reduksi data dilakukan dengan menyaring data yang relevan dengan fokus penelitian, sedangkan penyajian data dilakukan dalam bentuk narasi deskriptif, tabel, matriks perbandingan HLT-ALT, serta deskripsi proses pembelajaran secara kronologis. Penarikan kesimpulan dilakukan secara iteratif berdasarkan pola yang muncul dari berbagai sumber data.

Triangulasi data dilakukan untuk memastikan keabsahan temuan dengan membandingkan hasil observasi, wawancara, dan artefak siswa. Melalui triangulasi ini, lintasan belajar aktual siswa dapat direkonstruksi secara lebih utuh, tidak hanya dari sisi hasil, tetapi juga proses berpikir dan strategi yang digunakan siswa dalam menyelesaikan masalah.

Dalam proses analisis, fokus tidak hanya diberikan pada jawaban akhir siswa, tetapi juga pada proses kognitif yang terjadi selama pembelajaran, termasuk perubahan strategi, penggunaan representasi, serta interaksi sosial dalam kelompok. Faktor-faktor seperti kualitas komunikasi matematis, penggunaan representasi visual, dan bentuk scaffolding guru dianalisis sebagai bagian dari dinamika pembelajaran (Kreatif-inovatif et al., 2025).

Validasi desain pembelajaran dan instrumen dilakukan melalui *expert judgment* yang melibatkan dua ahli pendidikan matematika dan satu praktisi (guru sekolah dasar). Validasi difokuskan pada kesesuaian desain dengan prinsip RME, kejelasan struktur HLT, koherensi alur pembelajaran, serta ketepatan prediksi lintasan berpikir siswa. Hasil validasi digunakan sebagai dasar revisi sebelum implementasi untuk memastikan desain pembelajaran memiliki validitas teoritis dan praktis.

Penelitian ini dibatasi pada eksplorasi lintasan belajar siswa pada materi pecahan di kelas V sekolah dasar, khususnya pada konsep pecahan senilai serta operasi penjumlahan dan pengurangan pecahan dengan penyebut berbeda. Penelitian ini tidak bertujuan untuk menguji efektivitas pembelajaran secara kuantitatif, melainkan untuk memahami secara mendalam dinamika lintasan belajar, proses matematisasi progresif, serta perkembangan representasi matematis siswa dalam konteks pembelajaran berbasis RME.

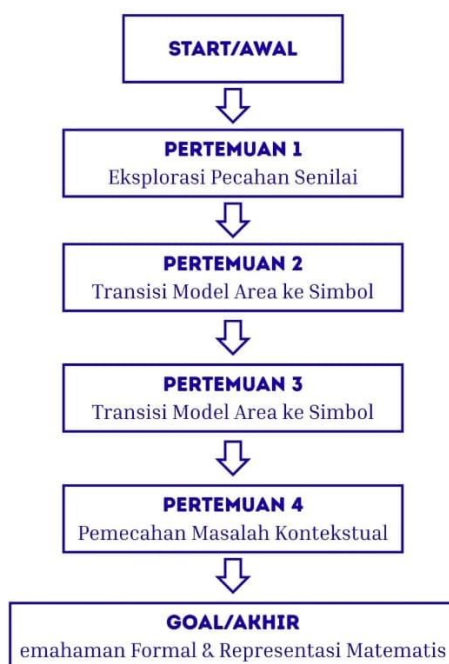
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil penelitian sekaligus pembahasan mendalam mengenai implementasi *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) dalam pembelajaran pecahan berbasis *Realistic Mathematics Education* (RME). Pembahasan dilakukan melalui analisis komparatif antara lintasan belajar yang dirancang (HLT) dan lintasan belajar aktual (*Actual Learning Trajectory*/ALT) yang muncul selama proses pembelajaran berlangsung di kelas.

Fokus analisis diarahkan pada tiga aspek utama, yaitu: (1) tingkat kesesuaian dan bentuk deviasi antara HLT dan ALT siswa, (2) perkembangan kemampuan representasi matematis siswa kelas V sebagai indikator utama keberhasilan matematisasi progresif, serta (3) dinamika lintasan belajar siswa dengan karakteristik partisipasi yang berbeda. Dengan pendekatan ini, bagian hasil dan pembahasan tidak hanya menampilkan data empiris, tetapi juga mengungkap makna pedagogis dari proses belajar yang terjadi.

3.1 Ilustrasi Rancangan *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT)

Untuk memberikan gambaran yang utuh mengenai alur pembelajaran yang dirancang, *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) divisualisasikan dalam bentuk peta lintasan belajar sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Visualisasi ini berfungsi sebagai representasi konseptual dari dugaan perkembangan berpikir siswa, sekaligus sebagai alat analisis untuk membandingkan lintasan belajar yang diprediksi dengan lintasan belajar yang benar-benar terjadi di kelas.



Gambar 1. Ilustrasi Lintasan Belajar Hipotetis *Hypothetical Learning Trajectory* Materi Pecahan

HLT divisualisasikan dalam Gambar 1. sebagai peta lintasan belajar yang menggambarkan perkembangan berpikir siswa secara bertahap dari konteks konkret menuju representasi formal. Lintasan ini disusun dalam empat tahap: *foundation*, *development*, *reinforcement*, dan *application*, yang masing-masing berfungsi sebagai prasyarat kognitif bagi tahap berikutnya.

Secara konseptual, struktur ini mencerminkan prinsip *progressive mathematisation* dalam RME, di mana siswa bergerak dari pemahaman informal berbasis konteks menuju formalisasi simbolik. Tahap *foundation* menekankan penggunaan model area untuk membangun konsep pecahan senilai, yang berperan sebagai dasar bagi operasi pecahan. Tahap *development* memunculkan konflik kognitif pada penjumlahan pecahan, sehingga mendorong siswa melakukan restrukturisasi pemahaman melalui strategi penyamaan. Tahap *reinforcement* memperkuat konsistensi strategi, sementara tahap *application* mengarahkan siswa pada pemecahan masalah kontekstual secara mandiri.

Dengan demikian, HLT tidak hanya berfungsi sebagai urutan aktivitas, tetapi sebagai desain lintasan matematisasi yang terstruktur, sejalan dengan konsep *emergent modeling* dalam RME, di mana model berkembang dari model of situasi menuju model for penalaran matematis.

3.2 Lintasan Belajar Aktual (*Actual Learning Trajectory*/ALT) Siswa

Lintasan belajar aktual (ALT) dianalisis berdasarkan hasil observasi selama implementasi HLT dalam empat pertemuan pembelajaran. Analisis difokuskan pada enam siswa subjek penelitian yang dipilih secara *purposive* untuk merepresentasikan variasi kemampuan kognitif (tinggi, sedang, dan rendah) serta perbedaan tingkat keaktifan dalam pembelajaran.

Observasi dilakukan secara sistematis menggunakan lembar observasi aktivitas siswa yang mencakup lima aspek utama pembelajaran berbasis RME, yaitu keterlibatan konteks, aktivitas pemodelan, strategi pemecahan masalah, komunikasi matematis, dan interaksi kelompok. Rekapitulasi hasil observasi keenam subjek penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Observasi Aktivitas Siswa Subjek Penelitian

No	Aspek yang Diamati	P1 (%)	P2 (%)	P3 (%)	P4 (%)	Rata-rata	Kategori
1	Keterlibatan Konteks	72	75	80	85	78,0	Baik
2	Aktivitas Pemodelan	70	74	82	88	78,5	Baik
3	Strategi Masalah	65	70	76	84	73,8	Cukup/Baik
4	Komunikasi Matematis	60	68	75	82	71,3	Baik
5	Interaksi Kelompok	75	78	85	90	82,0	Sangat Baik
Rata-rata Total		68,4	73,0	79,6	85,8	76,7	Baik

Berdasarkan data pada Tabel 1 dan catatan lapangan, diperoleh sejumlah temuan penting. Pertama, terdapat variasi lintasan belajar siswa yang dipengaruhi oleh kemampuan awal dan tingkat partisipasi. Siswa berkemampuan tinggi menunjukkan dominasi pada aspek strategi pemecahan masalah sejak pertemuan awal. Mereka relatif cepat mengidentifikasi pola, memilih strategi, dan mengomunikasikan ide matematisnya. Sebaliknya, siswa berkemampuan sedang dan rendah pada awalnya cenderung pasif dan bergantung pada arahan guru.

Namun, temuan utama tidak terletak pada peningkatan nilai semata, melainkan pada perubahan kualitas aktivitas belajar siswa. Siswa dengan kemampuan awal rendah yang pada awalnya pasif, mulai menunjukkan keterlibatan aktif pada fase *development* dan *reinforcement*. Hal ini menunjukkan bahwa konteks realistik dan diskusi kelompok dalam RME berfungsi sebagai *scaffolding* sosial yang mendorong pemerataan partisipasi kognitif.

Selain itu, dinamika ALT menunjukkan bahwa pembelajaran tidak selalu mengikuti lintasan linear sebagaimana diprediksi dalam HLT. Deviasi muncul terutama pada tahap *development*, ketika konflik kognitif pada penjumlahan pecahan lebih kompleks dari yang diperkirakan. Temuan ini menegaskan bahwa lintasan belajar bersifat adaptif dan memerlukan intervensi fleksibel dari guru.

3.3 Perkembangan Kemampuan Representasi Matematis Siswa

Analisis lintas pertemuan menunjukkan bahwa kemampuan representasi matematis siswa berkembang melalui pola matematisasi progresif. Perkembangan ini ditandai dengan pergeseran bertahap dari representasi yang berbasis situasi nyata menuju representasi formal yang bersifat abstrak. Proses tersebut tercermin melalui transisi representasi konkret, semi-konkret, hingga simbolik.

Temuan ini mengindikasikan bahwa implementasi HLT berbasis RME berhasil memfasilitasi perkembangan representasi matematis siswa secara sistematis, sejalan dengan Iceberg Model yang menempatkan pengalaman konkret sebagai fondasi pemahaman formal.

3.3.1 Tahap Representasi Konkret (Enaktif/Situasional)

Pada Pertemuan 1, kemampuan representasi matematis siswa sangat bergantung pada manipulasi objek fisik melalui aktivitas melipat dan menumpuk kertas. Aktivitas ini tidak sekadar bersifat motorik, tetapi berfungsi sebagai fondasi kognitif untuk memverifikasi konsep ekuivalensi pecahan. Melalui pengalaman langsung, siswa dapat mengamati bahwa meskipun bentuk dan jumlah potongan berbeda, nilai pecahan dapat tetap sama apabila luas bagian yang diwakili setara.

Tanpa bantuan representasi konkret, sebagian siswa menunjukkan miskonsepsi visual, terutama anggapan bahwa pecahan dengan jumlah potongan lebih banyak selalu bernilai lebih besar. Dalam konteks ini, representasi konkret berfungsi sebagai alat falsifikasi yang membantu siswa membongkar intuisi keliru dan membangun pemahaman konseptual yang lebih tepat mengenai makna pecahan sebagai bagian dari keseluruhan.

3.3.2 Tahap Representasi Semi Konkret (Ikonik/Model of)

Pada Pertemuan 2 dan 3, representasi siswa mulai bergeser dari benda nyata menuju diagram visual seperti lingkaran dan persegi panjang. Representasi visual ini berfungsi sebagai *cognitive bridge* yang menghubungkan pengalaman konkret dengan simbol matematika. Melalui gambar, siswa dapat “melihat” hubungan antar pecahan dan memaknai operasi hitung secara lebih konseptual. Analisis kesalahan pada Pertemuan 2, khususnya pada jawaban keliru seperti $5/4$, menunjukkan bahwa kegagalan prosedural terjadi ketika siswa mencoba melompati tahap visual dan langsung menggunakan simbol angka. Sebaliknya, pada Pertemuan 3, strategi visual berupa teknik “mencoret” terbukti efektif dalam menstabilkan pemahaman konsep pengurangan pecahan. Siswa dapat mengidentifikasi sisa bagian secara visual sebelum menuliskannya secara simbolik, sehingga mengurangi kesalahan konseptual.

3.3.3 Representasi sebagai Alat Berpikir (*Tool for Thinking*)

Analisis terhadap artefak LKPD dan diskusi kelas menunjukkan adanya transformasi strategi representasi siswa dari yang bersifat kaku menjadi fleksibel. Pada fase awal, siswa hanya menggunakan representasi jika diminta secara eksplisit oleh guru atau soal. Namun, pada fase akhir pembelajaran, siswa mampu melakukan alih representasi secara adaptif sesuai kebutuhan pemecahan masalah.

Strategi “mencoret” pada Pertemuan 3 berfungsi sebagai jangkar kognitif yang menstabilkan pemahaman siswa. Ketika mengalami keraguan, siswa secara reflektif merujuk kembali pada representasi visual untuk memvalidasi jawabannya. Hal ini menunjukkan bahwa representasi telah terinternalisasi sebagai bagian integral dari proses berpikir matematis, bukan sekadar alat bantu eksternal.

3.4 Respons Siswa dan Perbandingan HLT&ALT

Perbandingan antara HLT dan ALT menunjukkan bahwa lintasan belajar hipotetis cukup *valid* dalam memandu proses belajar siswa dari tahap informal menuju formal. Deviasi terbesar terjadi pada Pertemuan 2, ketika konflik kognitif pada penjumlahan pecahan lebih kompleks dari yang diprediksi. Temuan ini mengindikasikan perlunya pemberian scaffolding visual yang lebih intensif pada fase transisi dari *model of* ke *model for*.

Analisis respons siswa juga menunjukkan bahwa perbedaan awal antara siswa aktif dan kurang aktif tidak bersifat permanen. Melalui konteks realistik, representasi visual, dan diskusi kelompok, terjadi pemerataan partisipasi kognitif pada akhir pembelajaran. Siswa yang awalnya pasif menunjukkan peningkatan kepercayaan diri dan kemandirian dalam menyelesaikan masalah matematika.

3.5 Sintesis Temuan

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa HLT berbasis RME efektif dalam memfasilitasi perkembangan kemampuan representasi matematis siswa kelas V. Meskipun terdapat deviasi lintasan belajar pada fase tertentu, mekanisme koreksi diri melalui representasi visual dan interaksi sosial memungkinkan seluruh siswa mencapai tujuan pembelajaran.

Temuan ini menegaskan bahwa lintasan belajar siswa bersifat dinamis dan adaptif. Oleh karena itu, HLT perlu dipandang sebagai alat antisipatif yang fleksibel, bukan sebagai jalur pembelajaran yang kaku. Dengan desain pembelajaran yang responsif terhadap variasi kemampuan dan partisipasi siswa, pembelajaran pecahan dapat berlangsung lebih bermakna dan berkeadilan.

4. SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa desain pembelajaran matematika berbasis *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) yang dikembangkan melalui pendekatan *Realistic Mathematics Education* (RME) berperan penting dalam membantu siswa sekolah dasar memahami konsep pecahan secara bertahap dari konteks konkret menuju representasi simbolik. Hasil penelitian menegaskan bahwa kesulitan siswa dalam memahami pecahan tidak hanya disebabkan oleh kemampuan berhitung, tetapi juga oleh belum optimalnya lintasan belajar yang menghubungkan berbagai bentuk representasi matematis.

Perbandingan antara HLT dan *Actual Learning Trajectory* (ALT) menunjukkan bahwa proses belajar siswa pada umumnya sejalan dengan lintasan yang dirancang, meskipun terdapat variasi strategi, tempo, dan respons antar siswa. Deviasi yang muncul dalam ALT memberikan informasi penting untuk memperbaiki desain pembelajaran, khususnya pada tahap transisi dari representasi visual ke simbolik yang membutuhkan dukungan atau scaffolding tambahan. Hal ini menegaskan

bahwa HLT berfungsi sebagai panduan fleksibel untuk memahami dan mengantisipasi proses berpikir siswa, bukan sebagai alur yang kaku dan preskriptif.

Selain itu, penelitian ini menegaskan bahwa representasi matematis berperan sebagai alat berpikir yang esensial dalam pembelajaran pecahan. Aktivitas berbasis konteks, diskusi, dan pemodelan memungkinkan siswa mengembangkan kemampuan berpindah antar representasi secara lebih bermakna sehingga mendukung terjadinya proses matematisasi progresif dalam pembelajaran.

Secara teoretis, penelitian ini memperkuat kajian tentang hubungan antara HLT dan ALT dalam konteks pembelajaran matematika berbasis RME. Secara praktis, penelitian ini memberikan dasar bagi guru dalam merancang pembelajaran yang lebih responsif terhadap cara berpikir siswa dan penggunaan representasi matematis secara bertahap.

Bagi guru, disarankan untuk lebih menekankan penggunaan konteks nyata dan variasi representasi dalam pembelajaran pecahan serta memberikan scaffolding khusus pada tahap transisi dari representasi visual ke simbolik. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan penelitian HLT berbasis RME pada materi matematika lain dengan karakteristik konsep yang berbeda serta melibatkan subjek yang lebih luas untuk menguji konsistensi temuan.

DAFTAR RUJUKAN

- Apriyanti, E., Asrin, A., & Fauzi, A. (2023). Model Pembelajaran *Realistic Mathematics Education* Dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematika Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 9(4), 1978–1986. <https://doi.org/10.31949/educatio.v9i4.5940>
- Febriani, W. D., & Sidik, G. S. (2020). the Effect of *Realistic Mathematics Education* (Rme) on the Understand Mathematical Concepts Skills of Elementary Students Using *Hypothetical Learning Trajectory* (Hlt). *PrimaryEdu - Journal of Primary Education*, 4(1), 89. <https://doi.org/10.22460/pej.v4i1.1509>
- Gampu, G., & Ambarita, M. R. (2025). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Sekolah Dasar pada Materi Pecahan. *Pedagogik Journal of Islamic Elementary School*, 8(1), 398–406. <https://doi.org/10.24256/pijies.v8i1.7387>
- Handayani, H., & Yoga Juanda, R. (2019). Profile of Mathematical Representation Ability of Elementary School Students in South Sumedang District. *DIDAKTIKA Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar*, 2(2), 87–90. <https://journal.uny.ac.id/index.php/didaktika>
- Hesti, N., Anggraini, R. S., Ningsih, F., Terbiyah, F., Agama, I., Negeri, I., Terbiyah, F., Agama, I., & Negeri, I. (2025). *DESAIN ALUR BELAJAR MATERI PECAHAN TERINTEGRASI NILAI KEISLAMAN DENGAN PENDEKATAN REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION (RME) DESIGNING FRACTION LEARNING TRAJECTORY WITH ISLAMIC VALUES*. 8.
- Hidayatullah, F. M., Sari, A. F., & Lutfianto, M. (2024). Strategi Siswa SD dalam Merepresentasikan Pecahan dengan Mengarsir Bangun Datar. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(3), 471–486. <https://doi.org/10.31980/plusminus.v4i3.2346>

- Hutagalung, N. T., Nadapdap, S., Aruan, P. A., Nainggolan, T. A. ., Mailani, E., & Rarastika, N. (2024). Analisis Kesulitan Siswa Sekolah Dasar dalam Memahami Materi Bilangan Pecahan. *Cendekia Pendidikan*, 10(1), 0–5.
- Kreatif-inovatif, J. M., Putri, A. D., Agustiani, R., Zahra, A., Islam, U., Raden, N., & Palembang, F. (2025). *Augmented Reality : A Design research*. 16(1), 260–274.
- Meitesya Putri, Salmaini Safitri Syam, & Chandra Chandra. (2025). Kesulitan Siswa Sekolah Dasar dalam Memahami Konsep Pecahan. *Pentagon : Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 3(2), 43–54. <https://doi.org/10.62383/pentagon.v3i2.488>
- Napitupulu, R. C., Alim, J. A., Hermita, N., & Ibrahim, B. (2021). *Development of an RME-Based Hypothetical Learning Trajectory of Least Common Multiple for Elementary School Students*. 4(2).
- Nasir, F., Nurhidayah, S., Anindiyah, S., Indra, Y., Putra, P., Khodari, R., & Sundawan, M. D. (2025). *Primary : Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*. 14(5), 643–658.
- Norairi, S. A., Wiryanto, W., & Mariana, N. (2022). Representasi Siswa Sekolah Dasar dalam Pemecahan Soal Cerita Pecahan Ditinjau Berdasarkan Kemampuan Matematika dan Jenis Kelamin. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 1221–1231. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.2227>
- Oonk, W., Verloop, N., & Gravemeijer, K. P. E. (2020). *Analyzing student teachers ' use of theory in their reflections on mathematics teaching practice*. 563–588.
- Safaredha, E. D. (2014). 1163-Article Text-3062-1-10-20170419. 01(2), 61–72.
- Siregar Nur Afniasty, Mailani Elvi, & Saragih, M. D. U. (2025). Pendekatan *Realistic Mathematics Education* Terhadap Kemampuan Perkalian dan Pembagian Pecahan Siswa di Sekolah Dasar. *Pendekatan Realistic Mathematics Education.... Program Studi Pendidikan Matematika- Universitas Negeri Medan Jurnall Fibonacci : Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(6), 20–28. <https://doi.org/10.24114/jfi.v6i1.66677>
- Sumarna, M. S., Nindiasari, H., Pujiastuti, H., & Yuhana, Y. (2025). Systematic Literature Review: Penerapan *Realistic Mathematics Education* Meningkatkan Kemampuan Komunikasi dan Pemahaman Konsep Matematis Siswa. *Edukasiana: Jurnal Inovasi Pendidikan*, 4(3), 946–956. <https://doi.org/10.56916/ejip.v4i3.1606>
- Susandi, A. D., & Widyawati, S. (2022). *Implementation of realistic mathematic education (RME) learning model in improving critical thinking skills*. 13(2), 251–260.
- Susanto, J., Laurens, T., & Tamalene, H. (2024). Pengembangan *Hypothetical Learning Trajectory* Pada Materi Luas Persegi Dan Persegi Panjang Melalui Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (Pmri) Di Siswa Kelas Iv Mis Al-Hilaal Wanakarta. *Jurnal Pendidikan Matematika Unpatti*, 5(2), 79–87. <https://doi.org/10.30598/jpmunpatti.v5.i2.p79-87>
- Uristu, N., Firdaus, A., Usodo, B., & Kuswardi, Y. (2024). *The Effect of Learning Trajectory with the Traditional Congklak Game Context on Mathematical Reasoning Ability in Terms of Self-Efficacy in Statistics Learning* . 8(1), 59–74.
- Witarsa, R., & Wahyuni, M. (2024). *Pengaruh Realistic Mathematics Education terhadap Tiga Capaian Belajar Siswa Sekolah Dasar*. 5(2023), 445–449.