ISSN: 2746-3656

Penerapan Local Instruction Theory (LIT) dalam Pembelajaran Perkalian Matriks pada Siswa Kelas XI SMA Negeri 7 Medan

Ivy Insani Naila[1], Irene Aprilia Merolih Br. Cibro[2], Elsa Pakpahan[3], Annisa Rahmadini Lubis[4], Nadia Azzahra[5]

[1,2,3,4,5]Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Medan, Medan, 20221, Indonesia

*Coresponding Author: ivy.4251111027@mhs.unimed.ac.id

Diterima **5 September 2025**, disetujui untuk publikasi **30 Oktober 2026**

Abstrak

Matematika merupakan mata pelajaran krusial, namun siswa sering kali mengalami kesulitan dalam memahami operasi perkalian matriks. Kesulitan ini berakar pada kebiasaan menghafal algoritma tanpa memahami makna aturan perkalian baris dan kolom. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan penerapan Local Instruction Theory (LIT) berbantuan alat peraga visual manipulatif untuk mengatasi kesulitan pemahaman konsep siswa pada materi matriks. Pendekatan yang digunakan adalah Design Research melalui tiga tahapan: preliminary design, teaching experiment, dan retrospective analysis. Penelitian dilaksanakan di kelas XI-8 SMA Negeri 7 Medan dengan melibatkan 28 siswa. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis penemuan terbimbing dan tes kognitif. Hasil analisis retrospektif menunjukkan bahwa lintasan belajar aktual (Actual Learning Trajectory) berjalan selaras dengan lintasan hipotesis (Hypothetical Learning Trajectory). Penggunaan kertas mika transparan dan karton efektif sebagai perancah (scaffolding) visual yang menjembatani pemahaman matematis dari situasi informal (model of) menuju algoritma formal (model for). Evaluasi kognitif menunjukkan peningkatan rata-rata nilai siswa secara signifikan dari 58,93 menjadi 91,96. Kesimpulannya, LIT berbantuan alat peraga manipulatif efektif memfasilitasi rekonstruksi pemahaman siswa pada perkalian matriks secara bermakna.

Kata Kunci: Alat Peraga Manipulatif; Design Research; Local Instruction Theory; Pendidikan Matematika Realistik; Perkalian Matriks

Abstract

Mathematics is a crucial subject, yet students often face difficulties in understanding matrix multiplication. This difficulty stems from passively memorizing algorithms without understanding row and column multiplication rules. This study aims to describe the implementation of Local Instruction Theory (LIT) assisted by manipulative visual aids to overcome students' conceptual understanding difficulties in matrix operations. The methodology employed is Design Research, consisting of preliminary design, teaching experiment, and retrospective analysis. Conducted in class XI-8 at SMA Negeri 7 Medan, this study involved 28 students. Data were collected through observations using guided discovery-based Student Worksheets (LKPD) and individual cognitive assessments. The retrospective analysis revealed that the Actual Learning Trajectory (ALT) strongly aligned with the designed Hypothetical Learning Trajectory (HLT). Integrating transparent mica paper and cardboard is effective as a visual scaffolding tool, bridging students' mathematical understanding from informal situations (model of) to formal algorithms (model for). Cognitive evaluations demonstrated an increase in the students' average scores from 58.93 to 91.96. In conclusion, implementing LIT assisted by manipulative visual aids effectively facilitates the meaningful reconstruction of students' conceptual understanding in matrix multiplication.

Keywords: *Manipulative Visual Aids; Design Research; Local Instruction Theory; Realistic Mathematics Education; Matrix Multiplication*

Citation: Naila, A. I. I., Cibro, I. A. M., Pakpahan, E., Lubis, A. R. & Azzahra, N. (2026) Penerapan Local Instruction Theory (LIT) dalam Pembelajaran Perkalian Matriks pada Siswa Kelas XI SMA Negeri 7 Medan. *Jurnal Fibonaci: Jurnal Pendidikan Matematika*: 7(3), 51 – 64.

Junnal Fibonaci: Jurnal Pendidikan Matematika
Volume: 7, Nomor: 3, Tahun: 2026
ISSN: 2746-3656
Doi.https://doi.org/10.24114/0jbvrw08

Pendahuluan

Penguasaan aljabar tingkat lanjut, khususnya operasi matriks, merupakan salah satu kompetensi esensial dalam pembelajaran matematika; namun pada praktiknya, siswa kerap menghadapi kendala signifikan dalam memahaminya. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami materi matriks dan penerapan konsepnya dalam penyelesaian soal (Hamid et al., 2026). Kesulitan tersebut secara spesifik ditemukan pada operasi matriks, terutama ketika siswa harus menerapkan aturan secara tepat dalam penyelesaian masalah (Sudarsana et al., 2023). Berdasarkan observasi pendahuluan di kelas XI SMA Negeri 7 Medan, siswa baru menerima pengenalan dasar terkait bentuk matriks dari guru pengampu. Terbatasnya eksplorasi konsep ini mengakibatkan siswa kebingungan ketika dihadapkan pada permasalahan operasi perkalian matriks, yang terlihat dari tingginya tingkat kesalahan konseptual saat mereka mencoba menyelesaikan soal-soal latihan dasar. Berbagai penelitian juga memperkuat bahwa konsep operasi perkalian matriks sering menjadi kebingungan utama, di mana siswa cenderung kesulitan membedakan aturan baris dan kolom, sehingga hanya menghafal prosedur secara pasif tanpa memahami maknanya (Mutmainah & Sari, 2019). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam melakukan perkalian matriks masih perlu mendapat perhatian (Purwanti & Muyassaroh, 2024). Oleh karena itu, diperlukan suatu desain pembelajaran yang dapat menuntun siswa mengonstruksi pemahaman konsep tersebut secara mandiri dan bertahap.

Sebagai upaya menjembatani pemahaman matematis informal menuju matematika formal, pengembangan Local Instruction Theory (LIT) dengan pendekatan Pendidikan Matematika Realistik (RME) dapat diterapkan (Laurens et al., 2017). LIT menyajikan serangkaian lintasan belajar dan aktivitas eksperimen spesifik guna melatih kemampuan pemecahan masalah matematis (Simorangkir et al., 2023; Muhammad et al., 2026; Samura et al., 2024). Beberapa penelitian terdahulu telah mengeksplorasi penggunaan pendekatan ini (Isnaini & Aini, 2024; Sagita et al., 2024). Namun, kajian tersebut mayoritas berfokus pada peningkatan kemampuan berpikir kritis pada pendidikan dasar atau sekadar melatih penalaran matematis secara umum. Penelitian yang secara spesifik mengintegrasikan LIT dengan alat peraga manipulatif untuk mengatasi miskonsepsi algoritma perkalian matriks tingkat menengah masih sangat terbatas. Kebaruan penelitian ini terletak pada perancangan lintasan belajar matriks yang diintervensi dengan media visual berlapis. Dalam konteks perkalian matriks, proses pemahaman konsep matematis ini difasilitasi dengan alat peraga visual berupa kertas mika transparan dan karton. Sifat mika yang transparan sangat ideal untuk memvisualisasikan penumpukan baris dan kolom secara fisik, memungkinkan siswa melihat langsung titik persilangan elemen-elemen matriks secara nyata sebelum mereka beralih mengerjakan rumus perkalian pada Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).

Berdasarkan permasalahan dan kajian teoretis tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan penerapan Local Instruction Theory (LIT) berbantuan alat peraga visual manipulatif pada pembelajaran perkalian matriks kelas XI di SMA Negeri 7 Medan. Manfaat utama dari penelitian ini adalah dihasilkannya rancangan lintasan belajar faktual yang dapat digunakan oleh pendidik untuk meminimalisasi kesulitan belajar siswa pada materi matriks, serta memberikan bukti empiris mengenai efektivitas kerja kelompok dan intervensi media mika dalam menjembatani transisi pemahaman matematika siswa. Penelitian terdahulu telah mengembangkan media pembelajaran untuk membantu siswa memahami materi matriks. Arifin et al. (2024) mengembangkan media manipulatif visual rainbow matrix pada materi determinan dan perkalian matriks. Penelitian tersebut relevan dengan penelitian ini karena sama-sama memanfaatkan media visual untuk mendukung pemahaman konsep matriks. Namun, penelitian ini berfokus pada penerapan Local Instruction Theory (LIT) berbasis Realistic Mathematics Education (RME) dengan

Junnal Fibonaci: Jurnal Pendidikan Matematika
Volume: 7, Nomor: 3, Tahun: 2026
ISSN: 2746-3656
Doi.https://doi.org/10.24114/0jbvrw08

bantuan kertas mika transparan dan karton, serta menganalisis lintasan belajar siswa selama proses pembelajaran.

Perkalian matriks merupakan salah satu topik esensial dalam aljabar linier yang menuntut pemahaman struktur dan operasi ruang dimensi. Berbeda dengan penjumlahan matriks yang dilakukan antar elemen seletak, operasi perkalian matriks melibatkan perpaduan antara elemen pada baris matriks pertama dengan elemen pada kolom matriks kedua. Kompleksitas aturan ini sering kali membuat siswa terjerumus pada aktivitas menghafal algoritma tanpa memaknai operasi matematis yang mendasarinya. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang tidak langsung menyodorkan rumus formal, melainkan membimbing siswa melalui proses penemuan terbimbing (guided reinvention) agar mereka dapat mengonstruksi pemahaman konsep tersebut secara bermakna (Suci, 2022). Proses pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk menemukan pola dan membangun penalaran secara bertahap dapat mendukung terbentuknya pemahaman matematis yang lebih bermakna (In'am et al., 2021). Prinsip ini sejalan dengan pendekatan Realistic Mathematics Education (RME), yang menekankan peran aktivitas siswa dalam membangun dan mengembangkan pemahaman matematis (Gravemeijer, 2020).

Local Instruction Theory (LIT) merupakan teori pembelajaran spesifik yang dirancang untuk suatu topik bahasan tertentu, yang berakar pada prinsip pendidikan matematika realistik (RME). Ayu dan Syariffuddin (2021) menunjukkan penerapan LIT berbasis RME dalam pengembangan bahan ajar pada topik perkalian pecahan, sedangkan Armiati et al. (2022) mengembangkan LIT berbasis RME pada topik probabilitas. Dalam penerapannya, desain lintasan instruksional membantu guru bertindak sebagai fasilitator yang memberikan perancah (scaffolding) agar siswa dapat mengembangkan pemahaman dari aktivitas awal menuju penalaran matematis yang lebih formal. Salah satu komponen penting dalam pengembangan pembelajaran tersebut adalah Hypothetical Learning Trajectory (HLT), yaitu dugaan awal mengenai bagaimana pemikiran dan pemahaman siswa berkembang ketika terlibat dalam aktivitas yang telah dirancang. HLT memuat tujuan pembelajaran, rangkaian aktivitas, serta prediksi mengenai strategi dan respons siswa. Dugaan tersebut kemudian dibandingkan dengan proses pembelajaran yang sebenarnya untuk mengevaluasi dan memperbaiki desain pembelajaran. Dengan demikian, LIT menjadi landasan untuk mengembangkan pembelajaran pada topik tertentu, sedangkan HLT digunakan untuk merancang lintasan aktivitas dan memprediksi perkembangan pemahaman siswa. Prinsip ini sejalan dengan RME yang menekankan penggunaan konteks yang dapat dibayangkan siswa sebagai titik awal dalam membangun pemahaman konsep matematika (Gravemeijer, 2020).

Salah satu prinsip penting dalam RME adalah emergent modeling, yaitu proses berkembangnya model dari representasi aktivitas informal siswa menjadi sarana untuk membangun penalaran matematis yang lebih formal. Gravemeijer (2020) menjelaskan bahwa model dalam RME tidak hanya berfungsi untuk menggambarkan situasi yang sedang dipelajari, tetapi juga dapat berkembang menjadi alat untuk memahami hubungan matematis. Dalam proses tersebut, dikenal istilah model of dan model for. Model of merupakan model yang merepresentasikan situasi atau aktivitas yang dilakukan siswa, sedangkan model for merupakan model yang mulai digunakan sebagai sarana untuk menemukan pola, menjelaskan hubungan matematis, dan menyelesaikan persoalan yang lebih umum. Perkembangan ini dapat dijelaskan melalui empat tingkat pemodelan, yaitu situasional, referensial, general, dan formal. Pada tingkat situasional, siswa memahami masalah berdasarkan aktivitas yang dilakukan. Pada tingkat referensial, siswa menggunakan representasi untuk menggambarkan aktivitas tersebut. Pada tingkat general, siswa mulai mengidentifikasi pola dan hubungan matematis yang lebih umum.

Sementara itu, pada tingkat formal, siswa menggunakan simbol, notasi, dan prosedur matematika untuk menyelesaikan masalah. Penelitian Bos et al. (2020) juga membahas perkembangan model dalam aktivitas penemuan kembali matematika dan menunjukkan pentingnya

Junnal Fibonaci: Jurnal Pendidikan Matematika
Volume: 7, Nomor: 3, Tahun: 2026
ISSN: 2746-3656
Doi.https://doi.org/10.24114/0jbvrw08

representasi dalam mendukung pembentukan pemahaman matematis. Dalam penelitian ini, kertas mika transparan dan karton dapat berfungsi sebagai model of ketika digunakan untuk menggambarkan hubungan antara baris dan kolom matriks. Ketika siswa mulai menggunakan representasi tersebut untuk menjelaskan pola perhitungan dan membangun aturan umum perkalian matriks, media tersebut berpotensi berkembang menjadi model for. Dengan demikian, perubahan fungsi model tidak hanya ditentukan oleh bentuk medianya, tetapi juga oleh cara siswa menggunakan representasi tersebut dalam membangun penalaran matematis.

Transisi dari tahapan informal menuju formal dalam pembelajaran membutuhkan instrumen mediasi atau model yang sesuai dengan karakteristik konsep yang dipelajari. Penggunaan alat peraga manipulatif dapat mendukung pembelajaran matematika dengan memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengamati, menyusun, memindahkan, dan mengeksplorasi representasi konsep secara langsung. Angco dan Angco (2024), melalui meta-sintesis terhadap 12 penelitian kualitatif atau metode campuran, mengidentifikasi berbagai manfaat penggunaan alat peraga manipulatif dalam pembelajaran matematika, termasuk keterlibatan siswa, motivasi, kepercayaan diri, dan kemampuan matematika. Namun, manfaat tersebut bergantung pada kesesuaian media dengan tujuan pembelajaran serta cara guru mengarahkan siswa untuk menghubungkan aktivitas manipulatif dengan konsep matematis. Oleh karena itu, alat peraga tidak hanya digunakan untuk memperlihatkan bentuk visual, tetapi juga untuk membantu siswa memahami hubungan dan prosedur matematika yang mendasarinya. Dalam konteks perkalian matriks, penggunaan kertas mika transparan dan karton dirancang sebagai media representasi yang membantu siswa mengamati hubungan antara baris matriks pertama dan kolom matriks kedua. Transparansi mika memungkinkan susunan pada lapisan yang berbeda diamati secara bersamaan, sedangkan karton dapat digunakan sebagai bidang dasar atau penanda posisi elemen. Melalui aktivitas tersebut, siswa diarahkan untuk mengidentifikasi elemen-elemen yang bersesuaian, memahami proses perkalian dan penjumlahan elemen, serta menghubungkan hasil pengamatan dengan notasi formal perkalian matriks.

Penggunaan media manipulatif dalam pembelajaran matematika juga perlu memperhatikan fungsi representasionalnya, yaitu membantu siswa mengamati dan memahami hubungan matematis melalui aktivitas yang terarah (Angco & Angco, 2024). Dalam penelitian ini, karakteristik transparan pada kertas mika dimanfaatkan agar susunan elemen pada lapisan yang berbeda dapat diamati secara bersamaan, sedangkan karton digunakan untuk membantu menunjukkan posisi dan susunan elemen matriks. Rancangan tersebut diarahkan untuk memperjelas hubungan antara elemen baris dan kolom yang terlibat dalam perkalian matriks. Penelitian mengenai penggunaan mika transparan pada materi matematika lain dapat menjadi rujukan pendukung bahwa bahan transparan pernah dimanfaatkan sebagai media manipulatif, tetapi hasil penelitian pada materi yang berbeda tidak dapat langsung dijadikan bukti efektivitas media untuk perkalian matriks. Oleh karena itu, penggunaan kertas mika dan karton dalam penelitian ini diposisikan sebagai rancangan media pembelajaran yang perlu dianalisis berdasarkan implementasi dan respons siswa. Melalui penggunaan media tersebut, siswa diharapkan dapat menghubungkan representasi visual dengan aturan perkalian matriks, mengidentifikasi pola perhitungan, dan secara bertahap menggunakan notasi matematika formal. Dengan demikian, media mika dan karton tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visual, tetapi juga sebagai sarana yang mendukung perkembangan pemahaman siswa dalam pembelajaran perkalian matriks berbasis RME.

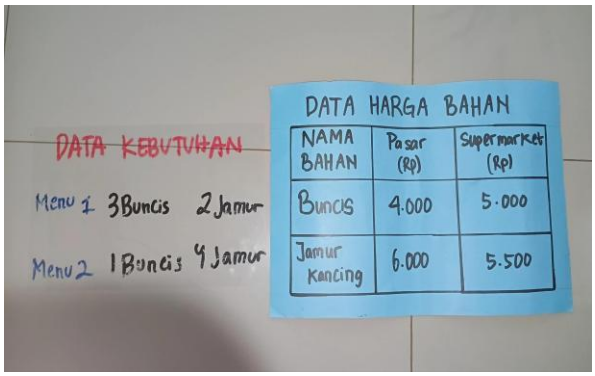
Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 7 Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara. Pelaksanaan eksperimen pembelajaran beserta pengambilan data dilakukan di kelas XI-8 pada semester ganjil tahun ajaran 2026/2027, tepatnya pada tanggal 25 September 2026. Eksperimen berlangsung dalam satu kali pertemuan (satu siklus) selama 105 menit, dari pukul 08.30 hingga 10.15 WIB. Pelaksanaan teaching

Junnal Fibonaci: Jurnal Pendidikan Matematika
Volume: 7, Nomor: 3, Tahun: 2026
ISSN: 2746-3656
Doi.https://doi.org/10.24114/0jbvrw08

experiment yang hanya memakan waktu 2 Jam Pelajaran ini direfleksikan sebagai salah satu keterbatasan penelitian. Pemilihan lokasi dan waktu ini didasarkan pada pertimbangan kesesuaian karakteristik kognitif siswa di kelas tersebut terhadap kebutuhan observasi lintasan belajar pada materi perkalian matriks. Kelas XI-8 dipilih karena berdasarkan observasi kognitif awal, siswa belum pernah mempelajari operasi perkalian matriks, namun secara kesiapan mereka telah dikenalkan pada identifikasi dasar bentuk baris dan kolom oleh guru tepat sebelum eksperimen.

Alat dan bahan yang digunakan dalam pelaksanaan pembelajaran meliputi kertas mika transparan, karton, salindia presentasi (PPT), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) kelompok yang dibantu kertas mika transparan dan karton digunakan sebagai alat peraga visual untuk membantu siswa memahami titik persilangan perkalian matriks, serta instrumen berupa soal pre-test dan post-test. Alat peraga disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alat peraga kertas karton dan mika



Gambar 2. Mika diputar 90 derajat dan di atas karton

Berdasarkan gambar 1, alat peraga mika dan karton berisi Data Harga Bahan dan Data Kebutuhan yang berkaitan dengan isi LKPD, membantu siswa memahami titik persilangan Perkalian Matriks dengan cara mika diputar 90 derajat dan ditumpuk di atas kertas karton seperti di Gambar 2 untuk mengalikan baris (menu 1) dengan kolom 1 (pasar), kemudian mika digeser seperti pada Gambar 3 untuk mengalikan baris (menu 1) dan kolom 2 (supermarket). Kemudian untuk baris 2, langkah dapat diulangi.



Gambar 3 Mika diputar 90° dan digeser di atas karton

LKPD digunakan sebagai perangkat utama yang memuat serangkaian aktivitas penemuan terbimbing (guided discovery) berbasis konteks permasalahan kebutuhan menu masakan dan daftar harga. Aktivitas di dalam LKPD dirancang untuk menjembatani siswa dari pemahaman kontekstual situasional (model of) menuju pemahaman matematis formal (model for). Adapun pre-test dan post-test digunakan untuk mendeskripsikan kemampuan siswa sebelum dan sesudah pembelajaran terkait materi perkalian matriks. Penilaian tes individu menggunakan rubrik analitik pada dua butir soal yang menitikberatkan pada proses pengerjaan dengan rentang skor 0 hingga 2.

Tes individu terdiri dari *pre-test* (2 butir soal esai menghitung matriks abstrak) dan *post-test* (2 butir soal esai yang melibatkan perhitungan matriks abstrak dan pemecahan masalah situasional). Keduanya tidak identik namun mengukur konstruksi konsep baris-kolom yang sama. Rubrik penilaian analitik pada tes berskala 0–2 untuk tiap tahapan penyelesaian, dengan konversi nilai akhir: $(skor\ perolehan)/(skor\ maksimal) \times 100$. LKPD kelompok dinilai berdasar rubrik keakuratan pengisian matriks, kesimpulan aturan, dan hasil komputasi antar anggota. Data observasi kualitatif direkam melalui hasil pemecahan tertulis di LKPD. Sementara itu, penilaian LKPD menggunakan rubrik kesesuaian langkah penemuan terbimbing. Perlu

dicatat bahwa skor LKPD merupakan cerminan pemahaman kelompok, bukan pemahaman individu secara mutlak.

Validasi instrumen bersandar pada validitas isi *(content validity)* melalui penelaahan pakar *(expert judgement)*. Sebelum diimplementasikan, soal tes uraian telah ditelaah, didiskusikan, dan disetujui oleh guru mata pelajaran matematika. Penelaahan ini mengonfirmasi bahwa butir soal yang disusun telah sepenuhnya selaras dengan indikator capaian pada *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) dan sesuai dengan tingkat kognitif siswa kelas XI, sehingga instrumen dinyatakan valid secara logis untuk mengukur pemahaman konsep matriks.

Penelitian ini menggunakan desain Design Research yang bertujuan untuk merancang, mengujicobakan, menganalisis, dan merevisi rancangan pembelajaran guna mengembangkan Local Instruction Theory (LIT) pada materi perkalian matriks (Fauzan et al., 2020). Pendekatan yang digunakan adalah kualitatif deskriptif untuk mendeskripsikan proses belajar siswa secara mendalam, yang didukung oleh pengumpulan data kuantitatif deskriptif (Creswell & Creswell, 2018; Sahir, 2021). Penelitian ini bukan merupakan penelitian eksperimen kuantitatif dan tidak ditujukan untuk menguji pengaruh suatu perlakuan, melainkan difokuskan murni pada proses rekonstruksi pembelajaran di dalam satu kelas tanpa adanya kelompok kontrol (Bakker, 2018; McKenney & Reeves, 2019). Rangkaian penelitian ini dilaksanakan melalui tiga tahapan utama, yakni preliminary design, teaching experiment, dan retrospective analysis (Komatsu et al., 2025).

Luaran dari tahapan ini adalah terbentuknya rancangan LKPD dan Hypothetical Learning Trajectory (HLT) (disajikan pada Tabel 4 di bagian Hasil). Sebelum diimplementasikan, rancangan HLT dan LKPD ini telah didiskusikan dan divalidasi oleh guru mata pelajaran matematika setempat untuk memastikan kesesuaiannya dengan kurikulum dan tingkat kognitif siswa.

Tahap pertama, *preliminary design*, diawali dengan kegiatan menelaah materi perkalian matriks, mempertimbangkan karakteristik siswa, dan menentukan konteks pembelajaran. Berdasarkan hasil telaah tersebut, peneliti merancang aktivitas pembelajaran, menyusun LKPD, menyiapkan alat peraga dan PPT, serta menyusun instrumen pre-test dan post-test. Luaran dari tahapan ini adalah terbentuknya Hypothetical Learning Trajectory (HLT) yang mendeskripsikan tujuan pembelajaran, rangkaian aktivitas, dugaan strategi dan respons siswa, kemungkinan kesulitan, serta langkah antisipasi (Meika et al., 2019; Rawani et al., 2023).

Tahap kedua adalah teaching experiment, yang dalam konteks *Design Research* merujuk pada uji coba rancangan pembelajaran dan HLT di kelas guna menelusuri proses belajar siswa, bukan sebagai uji coba statistik (Bakker, 2018). Kegiatan ini dipandu oleh peneliti dan diawali dengan pemberian soal pre-test individu. Kemudian peneliti yang bertindak sebagai pengajar dengan mempresentasikan PPT, sementara guru kelas bertindak sebagai observer. Selanjutnya, siswa didistribusikan ke dalam lima kelompok secara acak berdasarkan rekomendasi guru kelasuntuk melaksanakan aktivitas penemuan terbimbing menggunakan LKPD dan alat peraga untuk membantu pengerjaan. Melalui diskusi, aktivitas difokuskan untuk menggiring siswa dari penyelesaian masalah situasional hingga menemukan konsep formal. Proses diakhiri dengan pemberian instrumen post-test secara individu.

Tahap ketiga adalah *retrospective analysis*. Pada tahap ini, seluruh proses yang telah terjadi selama pembelajaran dianalisis dengan cara membandingkan lintasan belajar yang dihipotesiskan (HLT) dengan lintasan belajar aktual siswa di kelas atau *Actual Learning Trajectory* (ALT) (Komatsu et al., 2025). Data penelitian dianalisis dengan memadukan analisis kualitatif deskriptif dan kuantitatif deskriptif (Creswell & Creswell, 2018). Analisis kualitatif deskriptif merupakan prosedur analisis utama yang digunakan untuk mengevaluasi jawaban siswa pada LKPD, mengidentifikasi strategi dan respons siswa, memahami proses belajar, serta menelaah kesulitan dan miskonsepsi yang dialami siswa. Selain hasil lembar kerja siswa (LKPD), pengumpulan data selama teaching experiment didukung oleh dokumentasi rekaman video aktivitas belajar siswa. Rekaman video ini difokuskan untuk mengamati secara langsung interaksi siswa di dalam kelompok,

Junnal Fibonaci: Jurnal Pendidikan Matematika
Volume: 7, Nomor: 3, Tahun: 2026
ISSN: 2746-3656
Doi.https://doi.org/10.24114/0jbvrw08

cara mereka memanipulasi alat peraga visual (mika dan karton), serta dinamika percakapan matematis saat mereka berupaya merumuskan algoritma perkalian matriks. Seluruh data kualitatif dari rekaman video dan penyelesaian LKPD tersebut kemudian dianalisis secara retrospektif untuk merekonstruksi *Actual Learning Trajectory* (ALT). Hasil perbandingan antara rancangan HLT dan kesesuaiannya dengan ALT dijadikan landasan untuk merumuskan revisi rancangan pembelajaran dan mengembangkan LIT (Johar et al., 2025).

Pada tahap *model of*, analisis difokuskan pada kemampuan representasi siswa menerjemahkan masalah situasional menjadi matriks numerik dan pemaknaan kontekstual baris-kolom. Pada tahap *model for*, penilaian menelaah ketepatan algoritma siswa saat memanipulasi alat peraga. Terakhir, pada tahap konseptualisasi dan refleksi, evaluasi menelaah ketajaman logika siswa dalam menyimpulkan syarat ordo perkalian matriks serta metakognisi melalui catatan kendala belajar.

Lintasan belajar aktual (ALT) yang telah direkonstruksi kemudian dikomparasikan dengan *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) awal. Kriteria untuk menentukan tingkat kesesuaian antara HLT dan ALT disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kesesuaian HLT dan Lintasan Belajar Aktual (ALT)

Kategori Kesesuaian	Indikator / Kondisi Aktual Pembelajaran
Sesuai	Strategi dan lintasan berpikir aktual siswa berjalan selaras dengan dugaan awal HLT. Siswa mampu menemukan aturan perkalian matriks secara mandiri melalui alat peraga tanpa memerlukan *scaffolding* atau intervensi tambahan dari guru.
Sebagian Sesuai *(Sesuai dengan Intervensi)*	Siswa pada akhirnya berhasil mengonstruksi pemahaman konsep, namun dinamikanya bergeser dari HLT awal. Hal ini ditandai dengan: a) Kebutuhan *scaffolding* tambahan (misal: instruksi eksplisit merotasi mika); b) Intervensi kasus alternatif (misal: matriks jebakan berordo 2×1); atau c) Adanya kendala non-konseptual (*human error* pada aritmetika akhir).

Analisis kuantitatif deskriptif digunakan sebagai data pendukung untuk menggambarkan perkembangan hasil belajar siswa, tanpa melibatkan uji statistik inferensial (Sembiring et al., 2023; Sugiyono, 2019). Data kuantitatif deskriptif diperoleh dari hasil pre-test dan post-test yang diberikan kepada 28 siswa kelas XI-8 untuk mendeskripsikan kemampuan awal dan akhir siswa dalam menyelesaikan permasalahan perkalian matriks.

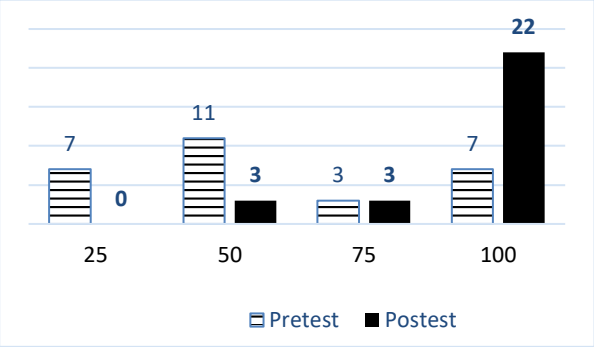
Hasil Penelitian

Data hasil kerja pada instrumen LKPD dari lima kelompok secara berurutan mencatatkan nilai 100, 90, 95, 85, dan 90, dengan rata-rata nilai sebesar 92. Dalam merumuskan syarat perkalian matriks pada LKPD, rancangan awal hanya menyajikan kasus matriks berordo persegi (2×2). Untuk memunculkan konflik kognitif agar siswa dapat menemukan syarat ordo secara mandiri, peneliti memberikan intervensi berupa kasus tambahan. Instrumen utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Realistic Mathematics Education* (RME) dan perangkat media visual manipulatif. Alat peraga yang dikembangkan terdiri atas kertas karton (merepresentasikan matriks Data Harga Bahan) dan kertas mika transparan (merepresentasikan matriks Data Kebutuhan). Siswa diminta mengalikan matriks kebutuhan (kertas mika) dengan matriks harga baru berordo 2×1 (karton yang hanya memuat satu kolom harga pasar). Ketika siswa memutar dan menumpuk mika pada matriks 2×1 tersebut, mereka secara visual menemukan adanya elemen kebutuhan (baris) yang 'menggantung' karena tidak memiliki pasangan kolom harga untuk disilangkan. Kegagalan pemasangan visual ini mendorong siswa untuk menyimpulkan bahwa perkalian matriks hanya dapat dilakukan jika jumlah elemen mendatar (kolom matriks pertama) sama dengan jumlah elemen menurun (baris matriks kedua). Secara prosedural, instrumen fisik ini dirancang untuk memandu pemahaman spasial siswa melalui serangkaian manipulasi rotasi sejauh 90 derajat dan pergeseran mika di atas bidang karton. Manipulasi tersebut memfasilitasi terjadinya 'titik persilangan' visual antarelemen (baris kebutuhan bersilangan dengan kolom lokasi belanja), yang secara konseptual

Junnal Fibonaci: Jurnal Pendidikan Matematika
Volume: 7, Nomor: 3, Tahun: 2026
ISSN: 2746-3656
Doi.https://doi.org/10.24114/0jbvrw08

berfungsi sebagai *scaffolding* bagi siswa untuk menemukan pola algoritma perkalian matriks secara mandiri.

Pada hasil tes individu, nilai pre-test mencatatkan total perolehan 1.650 dengan rata-rata 58,93. Setelah pembelajaran, nilai post-test mencatatkan total sebesar 2.575 dengan rata-rata yang meningkat menjadi 91,96. Terdapat selisih rata-rata nilai sebesar 33,04. Berdasarkan perbandingan nilai awal dan akhir, diketahui bahwa sebanyak 18 siswa mengalami peningkatan nilai, 9 siswa memperoleh nilai tetap, dan 1 siswa mengalami penurunan. Keseluruhan data kuantitatif tersebut diuraikan untuk mendukung interpretasi kualitatif terhadap lintasan pemahaman matriks yang dilalui siswa. Ditribusi jumlah nilai pretest dan postest disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Distribusi nilai pretest dan postest

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa pemahaman awal siswa mengenai operasi perkalian matriks secara umum belum optimal. Rata-rata kelas yang diperoleh pada *pre-test* adalah 58,93. Angka ini mengindikasikan bahwa pemahaman awal siswa masih terbatas pada pengenalan konsep dasar baris dan kolom, namun mayoritas belum mampu mengonstruksi aturan perkalian matriks secara mandiri. Setelah siswa melalui lintasan belajar (*learning trajectory*) dengan memanipulasi alat peraga mika transparan untuk memecahkan masalah kontekstual pada LKPD, tingkat pemahaman mereka dievaluasi kembali. Kemudian hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan capaian kognitif dimana rata-rata nilai kelas melonjak menjadi 91,96 pada postest. Peningkatan rata-rata ini mengonfirmasi bahwa penggunaan perancah (*scaffolding*) visual melalui perputaran dan penumpukan mika secara efektif membantu siswa memvisualisasikan aturan baris-kolom menjadi sebuah algoritma matematis yang terstruktur. Untuk melihat secara lebih rinci transisi capaian kognitif tiap individu, rekapitulasi perubahan nilai dari *pre-test* ke *post-test* dijabarkan pada Gambar 1. Dinamika pergerakan nilai dari keseluruhan 28 siswa yang terlibat dalam eksperimen. Secara rinci berdasarkan tabel 2, sebanyak 18 siswa mengalami peningkatan skor yang positif setelah diberikan intervensi pembelajaran. Sementara itu, 9 siswa memperoleh nilai yang tetap atau konstan. Berdasarkan analisis observasi, siswa bersangkutan telah memperoleh nilai tinggi sejak tes awal, serta adanya kendala dalam komputasi bilangan besar. Di sisi lain, terdapat 1 siswa yang mengalami penurunan skor. Penurunan ini teridentifikasi bukan karena miskonsepsi pada aturan baris dan kolom, melainkan akibat beban kognitif berlebih (*cognitive overload*) ketika siswa kesulitan dan kehilangan ketelitian saat mengalkulasikan angka ribuan pada masalah kontekstual harga tanpa menggunakan alat bantu hitung. Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa sebagian besar siswa (64,29%) atau 18 siswa mengalami peningkatan nilai.

Tabel 2. Perubahan nilai Pretest dan Postest

Perubahan Nilai	Frekuensi
Turun 50	1
Turun 25	0
Tetap	9
Naik 25	4
Naik 50	7
Naik 75	7

Selain data tes individu, proses belajar siswa selama teaching experiment dievaluasi melalui Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dikerjakan oleh lima kelompok. Hasil penilaian LKPD berturut-turut mencatatkan skor 100, 90, 95, 85, dan 90, dengan nilai rata-rata kelompok sebesar 92. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh kelompok mampu menyelesaikan aktivitas penemuan terbimbing (guided discovery) dengan baik.

Berdasarkan hasil pekerjaan pada LKPD, ditemukan bahwa siswa mengawali proses belajar dengan merepresentasikan masalah kontekstual (kebutuhan menu dan daftar harga bahan di pasar

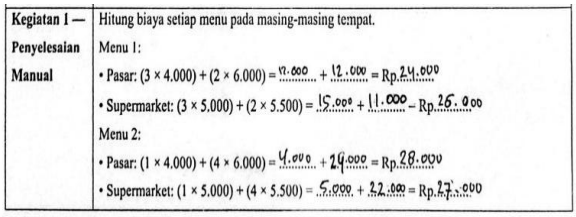
Junnal Fibonaci: Jurnal Pendidikan Matematika
Volume: 7, Nomor: 3, Tahun: 2026
ISSN: 2746-3656
Doi.https://doi.org/10.24114/0jbvrw08

serta supermarket) ke dalam bentuk tabel, lalu mengubahnya menjadi representasi matriks (model of). Pada tahap eksplorasi, siswa mempraktikkan penggabungan elemen menggunakan karton ("Data Harga Bahan") dan kertas mika transparan ("Data Kebutuhan"). Ketika mika transparan ditumpukkan di atas karton sesuai Gambar 2 dan Gambar 3, siswa menemukan pola titik persilangan secara visual yang memandu mereka untuk mengalikan angka pada baris dengan angka pada kolom. Siswa kemudian mencatat hasil persilangan tersebut dan merumuskan algoritma perkalian matriks secara mandiri. Nilai LKPD dari 5 kelompok disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai LKPD

LKPD	Nilai
Kelompok 1	100
Kelompok 2	90
Kelompok 3	95
Kelompok 4	85
Kelompok 5	90

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh nilai rata-rata LKPD secara klasikal sebesar 92 (Sangat Baik). Capaian ini menjadi bukti empiris yang kuat bahwa perancangan *Local Instruction Theory* (LIT) berbantuan media mika dan karton berhasil memfasilitasi interaksi dan diskusi kelompok yang efektif. Sebagian besar kelompok mampu menyelesaikan tantangan pemodelan matematis (*emergent modeling*) secara akurat, mulai dari pengelompokan harga kontekstual, penemuan titik persilangan visual, hingga penarikan kesimpulan syarat dan algoritma perkalian matriks secara mandiri.


Kegiatan 1 — Penyelesaian Manual

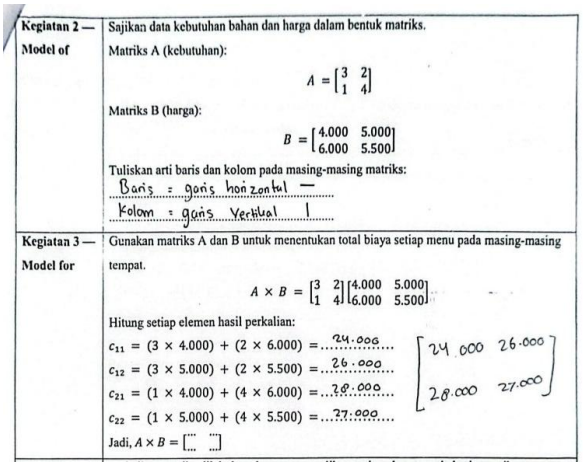
Hitung biaya setiap menu pada masing-masing tempat.

Menu 1:
- Pasar: (3 × 4.000) + (2 × 6.000) = 12.000 + 12.000 = Rp.24.000
- Supermarket: (3 × 5.000) + (2 × 5.500) = 15.000 + 11.000 = Rp.26.000

Menu 2:
- Pasar: (1 × 4.000) + (4 × 6.000) = 4.000 + 24.000 = Rp.28.000
- Supermarket: (1 × 5.000) + (4 × 5.500) = 5.000 + 22.000 = Rp.27.000

Gambar 5. Hasil kerja LKPD Kegiatan 1

Pada tahap awal, proses belajar siswa diawali dengan penyelesaian masalah secara manual berdasarkan konteks belanja (lihat Gambar 5). Berdasarkan lembar jawaban LKPD, siswa secara intuitif mampu mengidentifikasi dan mengalikan kuantitas kebutuhan bahan dengan harga satuan di masing-masing tempat secara akurat. Pada Menu 1, siswa menghitung biaya di Pasar sebesar Rp24.000 dan di Supermarket sebesar Rp26.000. Begitu pula pada Menu 2, siswa memperoleh biaya Rp28.000 untuk Pasar dan Rp27.000 untuk Supermarket melalui operasi perkalian dan penjumlahan berpasangan. Penyelesaian manual ini menjadi fondasi penting dalam *Actual Learning Trajectory* (ALT), karena membuktikan bahwa siswa telah memahami struktur operasi matematika kontekstual, yakni mengalikan pasangannya lalu menjumlahkan hasilnya sebelum masuk ke tahap formal matriks.


Kegiatan 2 — Model of

Sajikan data kebutuhan bahan dan harga dalam bentuk matriks.

Matriks A (kebutuhan):

$$A = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 1 & 4 \end{bmatrix}$$

Matriks B (harga):

$$B = \begin{bmatrix} 4.000 & 5.000 \\ 6.000 & 5.500 \end{bmatrix}$$

Tuliskan arti baris dan kolom pada masing-masing matriks:
Baris = garis horizontal —
Kolom = garis vertikal |

Kegiatan 3 — Model for

Gunakan matriks A dan B untuk menentukan total biaya setiap menu pada masing-masing tempat.

$$A \times B = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 1 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4.000 & 5.000 \\ 6.000 & 5.500 \end{bmatrix}$$

Hitung setiap elemen hasil perkalian:
c_{11} = (3 × 4.000) + (2 × 6.000) = 24.000
c_{12} = (3 × 5.000) + (2 × 5.500) = 26.000
c_{21} = (1 × 4.000) + (4 × 6.000) = 28.000
c_{22} = (1 × 5.000) + (4 × 5.500) = 27.000

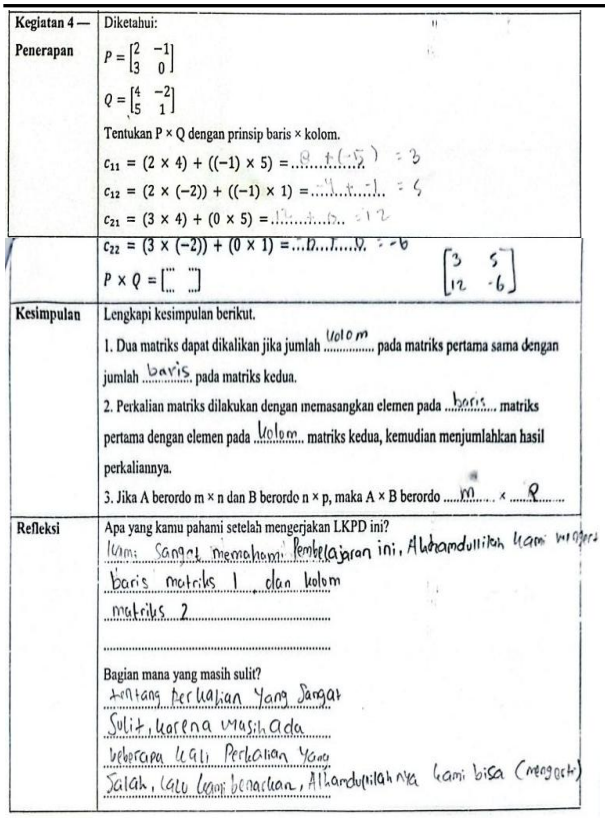
$$\begin{bmatrix} 24.000 & 26.000 \\ 28.000 & 27.000 \end{bmatrix}$$

Jadi, $A \times B$ = [... ...]

Gambar 6. Hasil kerja LKPD Kegiatan 2 dan 3

Pada tahap ini, siswa mentransformasikan data belanja kontekstual menjadi bentuk representasi matriks (lihat Gambar 6). Berdasarkan lembar jawaban siswa, kelompok mampu menyusun Matriks A (kebutuhan) dan Matriks B (harga) secara tepat. Selain itu, siswa menuliskan pemaknaan spasial dasar bahwa *"Baris = garis horizontal"* dan *"Kolom = garis vertikal"*. Hal ini menunjukkan bahwa siswa berhasil mengabstraksi situasi dunia nyata menjadi *model of* yang terstruktur sebelum masuk pada kalkulasi aljabar matriks. Kegiatan 3 merekam transisi pemahaman siswa menuju penggunaan alat peraga mika dan karton sebagai *model for*. Setelah memutar mika 90 derajat untuk menemukan titik persilangan, siswa mengaplikasikan pola persilangan tersebut untuk menentukan elemen-elemen matriks hasil $(c_{11}, c_{12}, c_{21}, c_{22})$. Data pada lembar kerja mengonfirmasi bahwa siswa secara akurat menghitung perkalian.

Junnal Fibonaci: Jurnal Pendidikan Matematika
Volume: 7, Nomor: 3, Tahun: 2026
ISSN: 2746-3656
Doi.https://doi.org/10.24114/0jbvrw08



Gambar 7. Hasil kerja LKPD Kegiatan 4, Kesimpulan, dan Refleksi

Pada Kegiatan 4, siswa diuji untuk mengaplikasikan pemahaman algoritma perkalian matriks secara mandiri tanpa bantuan alat peraga mika-karton maupun konteks cerita (lihat Gambar 7). Diberikan dua matriks abstrak, yakni matriks P dan matriks Q, yang melibatkan bilangan negatif dan angka nol. Bukti lembar kerja menunjukkan siswa mampu mengoperasikan prinsip baris dikali kolom secara terstruktur. Siswa berhasil menghitung operasi aritmetika yang memuat bilangan negatif secara teliti untuk keempat letak elemen. Siswa kemudian menyusun hasilnya menjadi matriks akhir yang tepat, dengan susunan baris pertama bernilai 3 dan negatif 5, serta susunan baris kedua bernilai 12 dan negatif 6. Hal ini mengonfirmasi bahwa skema pemahaman siswa telah tuntas berpindah dari representasi konkret-spasial menuju pemikiran matematis abstrak (*formal level*).

Bukti proses kualitatif yang krusial juga terekam pada kolom Refleksi. Siswa mengungkapkan: *"Kami sangat memahami pembelajaran ini... tentang perkalian yang sangat sulit, karena masih ada beberapa kali perkalian yang salah, lalu kami benarkan, Alhamdulillahnya kami bisa (mengerti)"*. Catatan reflektif ini membuktikan terjadinya *self-correction* (koreksi mandiri) di mana siswa menyadari kekeliruan perhitungan aritmetikanya di awal, lalu memperbaikinya sendiri hingga mencapai pemahaman tuntas.

Pada tahap *retrospective analysis*, dilakukan perbandingan antara Hypothetical Learning Trajectory (HLT) yang telah dirancang dengan Actual Learning Trajectory (ALT) yang terjadi di lapangan. Hasil perbandingan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan HLT dan ALT (Lintasan Belajar Aktual) pada Pembelajaran Matriks

Aktivitas LKPD	Dugaan dalam HLT	Proses ALT	Kesesuaian & Tindak Lanjut
Kegiatan 1 (Tahap Situasional / Penyelesaian Manual)	Siswa dapat menghitung total biaya menu di dua lokasi (pasar dan supermarket) secara manual menggunakan operasi perkalian dan penjumlahan kontekstual.	Siswa secara mandiri dan akurat menghitung biaya tiap menu di kedua lokasi belanja. Siswa mengalikan jumlah bahan dengan harga yang sesuai lalu menjumlahkannya tanpa kebingungan konsep, membuktikan pemahaman intuitif yang baik.	Sesuai; Dipertahankan. Konteks masalah belanja sangat bermakna dan menjadi *starting point* yang efektif bagi siswa.
Kegiatan 2 (Tahap Referensial / *Model of*)	Siswa membedakan data kebutuhan dan harga, memaknai orientasi baris-kolom, serta menyusunnya ke dalam representasi matriks secara tepat.	Siswa secara tepat menyusun Matriks A (kebutuhan) dan Matriks B (harga). Siswa juga mampu mendefinisikan orientasi spasial secara tertulis dengan benar, yakni baris sebagai "garis horizontal" dan kolom sebagai "garis vertikal".	Sesuai; Dipertahankan. Menjadi jembatan transisi yang kuat sebelum masuk ke tahap manipulasi visual.
Kegiatan 3 (Eksplorasi Perkalian /	Siswa menggunakan pola persilangan alat peraga (mika dan karton) untuk	Melalui pemaknaan geometris visual, siswa memutar mika sejauh 90 derajat untuk menemukan titik	Sesuai; Dipertahankan. Manipulasi alat peraga krusial dalam

Junnal Fibonaci: Jurnal Pendidikan Matematika
Volume: 7, Nomor: 3, Tahun: 2026
ISSN: 2746-3656
Doi.https://doi.org/10.24114/0jbvrw08

Model for)	memvisualisasikan elemen yang harus dikalikan secara tepat.	persilangan. Pola persilangan elemen ini berhasil membimbing siswa merumuskan seluruh nilai perhitungan matriks secara sistematis dan utuh.	membangun skema perkalian baris dan kolom.
Kegiatan 3 (Penarikan Kesimpulan Syarat Matriks)	Siswa secara mandiri merumuskan aturan kesamaan banyak kolom pada matriks pertama dengan baris pada matriks kedua.	Karena LKPD awal hanya memuat matriks persegi, siswa kesulitan menyimpulkan syarat ordo. Setelah diberi intervensi kasus matriks satu kolom, siswa menyadari ada elemen yang visualnya "menggantung". Sebagian besar berhasil merumuskan aturan, namun masih menggunakan istilah informal.	Sebagian Sesuai; Diperbaiki. Intervensi matriks berordo berbeda (misal 2×1) harus dimasukkan langsung ke rancangan desain awal, disertai penguatan *scaffolding* pada notasi ordo formal.
Kegiatan 4 (Penerapan Formal & Komputasi Akhir)	Siswa mampu menyusun bentuk perkalian matriks abstrak dan menghitung hasil akhirnya secara akurat.	Siswa berhasil menyusun algoritma perkalian matriks abstrak dengan tepat. Namun, pada penyelesaian akhir, terjadi kendala ketidaktelitian aritmetika (*human error*) akibat beban memori kerja saat menjumlahkan nominal angka yang besar.	Sebagian sesuai; Direvisi. Mendesain ulang HLT dengan menyederhanakan nominal angka (satuan atau puluhan kecil) agar fokus siswa tertuju pada algoritma matriks, bukan terdistraksi komputasi dasar.
Kesimpulan & Refleksi (Generalisasi & Metakognisi)	Siswa mampu menggeneralisasikan aturan formal dan merefleksikan proses penyelesaian masalahnya.	Siswa melengkapi prinsip kesimpulan perkalian secara tepat. Pada lembar refleksi, terekam bukti kualitatif bahwa siswa melakukan *self-correction* saat menyadari dan memperbaiki kesalahan perhitungannya secara mandiri.	Sesuai; Dipertahankan. Sangat baik untuk merekam proses metakognisi dan evaluasi diri siswa selama pembelajaran.

Berdasarkan analisis kesesuaian antara HLT dan ALT tersebut, lintasan pembelajaran yang dirancang dapat digunakan sebagai acuan awal dalam mengembangkan *Local Instruction Theory* (LIT) untuk materi perkalian matriks. Lintasan belajar ini menunjukkan bagaimana pemahaman siswa dapat difasilitasi secara bertahap melalui empat tahapan *emergent modeling*: diawali dengan pengenalan konteks situasional (kebutuhan belanja), dilanjutkan dengan representasi visual matriks sebagai *model of* (tahap referensial), eksplorasi strategi informal menggunakan mika dan karton sebagai *model for* (tahap general) untuk membantu pemaknaan geometris visual, hingga pada akhirnya siswa dapat menerapkan algoritma komputasi formal secara mandiri.

Pembahasan

Data kuantitatif deskriptif yang diperoleh dalam penelitian ini mengindikasikan bahwa rancangan pembelajaran yang dikembangkan mendukung perkembangan pemahaman siswa secara positif. Peningkatan selisih rata-rata nilai sebesar 33,04 dari *pre-test* ke *post-test* menggambarkan transisi pemahaman kognitif yang baik. Analisis lebih lanjut terhadap hasil tes juga memberikan interpretasi penting mengenai kasus khusus pada siswa yang nilainya tetap atau menurun, seperti pada kasus siswa bernama Zivilia. Berdasarkan evaluasi kualitatif lembar jawaban, penurunan skor tersebut bukan disebabkan oleh kesalahan konseptual dalam memahami struktur matriks, melainkan murni akibat kelalaian komputasi (*human error*) saat menjumlahkan nominal angka yang berskala besar. Hal ini menegaskan bahwa lintasan pembelajaran berbasis penemuan yang dirancang secara umum dapat mengarahkan siswa menuju penguasaan algoritma perkalian matriks.

Proses belajar siswa dalam penelitian ini difasilitasi secara bertahap melalui empat level *emergent modeling* yang konsisten. Pertama, pada tahap situasional, pendekatan kontekstual mengenai daftar belanja harian membantu membangun

Junnal Fibonaci: Jurnal Pendidikan Matematika
Volume: 7, Nomor: 3, Tahun: 2026
ISSN: 2746-3656
Doi.https://doi.org/10.24114/0jbvrw08

kemampuan representasi awal siswa. Kedua, pada tahap referensial, keberhasilan siswa mengaitkan susunan elemen baris dan kolom dengan jenis menu serta lokasi belanja bertindak sebagai representasi *model of* dari situasi nyata tersebut (Fauzan et al., 2020). Ketiga, pada tahap general, penggunaan kertas mika transparan di atas karton berfungsi sebagai perancah (*scaffolding*) visual. Manipulasi fisik memutar mika pada tahap ini bertindak sebagai *model for* yang memunculkan pemaknaan geometris visual untuk memahami aturan persilangan baris dan kolom. Terakhir, pada tahap formal, siswa melepaskan ketergantungan pada alat peraga dan konteks belanja untuk menyelesaikan algoritma perkalian matriks secara abstrak. Penggunaan lintasan ini berperan penting dalam membantu mengurangi kebingungan konseptual siswa. Temuan ini sejalan dengan penelitian Mutmainah & Sari (2019) yang melaporkan bahwa visualisasi berlapis dapat mengatasi kecenderungan siswa yang hanya menghafal prosedur tanpa makna.

Analisis perbandingan HLT dan ALT memperlihatkan sejumlah respons siswa yang menjadi temuan krusial. Dalam pendekatan *Design Research*, munculnya kendala penyelesaian bukanlah sebuah kelemahan penelitian, melainkan informasi fundamental untuk melakukan penyesuaian instruksional pada siklus berikutnya (Bakker, 2018; McKenney & Reeves, 2019). Temuan mengenai siswa yang kesulitan mengalikan angka berskala besar menunjukkan bahwa penggunaan nominal harga ribuan (seperti Rp15.000 atau Rp8.000) pada konteks belanja membebani memori kerja dan aritmetika dasar siswa. Oleh karena itu, rekomendasi revisi desain (Revised HLT) yang konkret untuk implementasi selanjutnya adalah memodifikasi masalah kontekstual dengan menggunakan angka nominal yang sangat sederhana (misalnya satuan atau puluhan). Penyederhanaan ini diperlukan agar fokus kognitif siswa murni tertuju pada penguasaan algoritma matriks, bukan terdistraksi oleh kerumitan komputasi dasar.

Kesesuaian lintasan aktual dengan desain teoretis memberikan kontribusi bagi penyusunan *Local Instruction Theory* (LIT) pada topik perkalian matriks. Temuan ini memperluas penelitian Johar et al. (2025) dengan menunjukkan bahwa RME yang dipadukan dengan kemampuan spasial sangat relevan untuk diaplikasikan pada materi aljabar tingkat menengah, bukan sekadar pada penalaran dasar. Oleh karena itu, HLT yang telah disesuaikan dan dikembangkan berdasarkan observasi faktual ini dapat menjadi acuan awal bagi pendidik untuk merancang kualitas pengajaran aljabar matriks yang lebih bermakna (Komatsu et al., 2025; Rawani et al., 2023).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis retrospektif, penerapan *Local Instruction Theory* (LIT) berbantuan alat peraga manipulatif (mika dan karton) menunjukkan indikasi positif dalam memfasilitasi transisi pemahaman siswa kelas XI pada materi perkalian matriks. Lintasan belajar aktual yang dilalui siswa berkembang secara terstruktur melalui empat tahapan *emergent modeling*: (1) tahap situasional, di mana siswa mengeksplorasi masalah kontekstual daftar belanja; (2) tahap referensial, saat siswa mentransformasikan data tersebut ke dalam representasi susunan matriks (*model of*); (3) tahap general, melalui pemaknaan geometris visual menggunakan rotasi mika di atas karton untuk menemukan algoritma persilangan baris dan kolom (*model for*); dan (4) tahap formal, di mana siswa menerapkan algoritma komputasi secara abstrak dan mandiri. Selain itu, melalui pemberian intervensi tambahan berupa kasus matriks berordo non-persegi, siswa terbimbing untuk merumuskan syarat kesamaan kolom dan baris pada perkalian matriks secara mandiri.

Kesesuaian antara rancangan awal dan lintasan aktual mengindikasikan bahwa desain ini dapat menjadi acuan awal yang baik untuk membantu mengurangi kebingungan konseptual siswa pada aljabar matriks. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan. Pelaksanaan *teaching experiment* hanya berlangsung dalam satu kali pertemuan (satu siklus) sehingga tingkat generalisasi desain masih memerlukan pengujian lebih lanjut. Selain itu, evaluasi lintasan belajar menemukan bahwa penggunaan angka dengan nominal ribuan dalam konteks masalah belanja membebani memori kerja aritmetika dasar

siswa, yang berujung pada terjadinya *human error* dalam penyelesaian komputasi akhir. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk memodifikasi rancangan desain awal dengan menyederhanakan nominal angka yang digunakan serta mengujicobakan desain instruksional ini pada siklus pembelajaran yang lebih luas.

Daftar Pustaka

Angco, R. J., & Angco, L. B. (2024). A Meta-Synthesis of Effective Practices and Outcomes in the Use of Manipulatives for Teaching Mathematics. *Human Behavior Development and Society*, 50. https://doi.org/10.62370/hbds.v25i2.274848

Arifin, Z., Hidayah, I. N., & Muksar, M. (2024). Development of Rainbow Matrix Manipulative Learning Media on Material of Determinants and Matrix Multiplication. *Forum paedagogik*, *15*(2), 297–315. https://doi.org/10.24952/paedagogik.v15i2.13506

Armiati, Fauzan, A., Harisman, Y., & Sya'bani, F. (2022). Local instructional theory of probability topics based on realistic mathematics education for eight-grade students. *Journal on Mathematics Education*, *13*(4), 703–722. https://doi.org/10.22342/jme.v13i4.pp703-722

Ayu, F., & Syariffuddin, H. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Local Instructional Theory Kelas V Sekolah Dasar Topik Perkalian Pecahan Berbasis Realistic Mathematics Education (RME). *Jurnal Basicedu*, *5*(6), 6339–6348. https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1725.

Bakker, A. (2018). *Design research in education : a practical guide for early career researchers*. Routledge.

Bos, R., Doorman, M., & Piroi, M. (2020). Emergent models in a reinvention activity for learning the slope of a curve. *The Journal of Mathematical Behavior*, *59*, 100773. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2020.100773

Creswell, J. W. ., & Creswell, J. D. (2018). *Research design : qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE Publications, Inc.

Fauzan, A., Yerizon, Y., Tasman, F., & Yolanda, R. N. (2020). Pengembangan Local Instructional Theory Pada Topik Pembagian dengan Pendekatan Matematika Realistik. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, *4*(1), 01. https://doi.org/10.24036/jep/vol4-iss1/417

Gravemeijer, K. (2020). *A Socio-Constructivist Elaboration of Realistic Mathematics Education* (hlm. 217–233). https://doi.org/10.1007/978-3-030-33824-4_12

Hamid, A., Asmaun, A., & Alimuddin, F. (2026). Analisis Kesulitan Belajar Siswa SMA dalam Pembelajaran Matriks: Systematic Literature Review. *Venn: Journal of Sustainable Innovation on Education, Mathematics and Natural Sciences*, *5*(1), 75–82. https://doi.org/10.53696/venn.v5i1.367

In'am, A., Maghfiroh, W., & Rachmawati, N. I. (2021). Designing math learning through teaching the material " Number Patterns " by developing means to train students' reasoning skills. *AMCA Journal of Education and Behavioral Change*, *1*(1). https://doi.org/10.51773/ajeb.v1i1.287

Isnaini, R. N., & Aini, N. (2024). Efektivitas Realistic Mathematics Education Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dalam Mata Pelajaran Matematika SDN Ploso. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, *8*(2), 1462–1471. https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i2.3279

Johar, R., Fauzan, A., Sugiman, S., Anwar, L., Sa'dijah, C., & Khairunnisak, C. (2025). Developing local instruction theory through ethnomathematics and technological-based realistic mathematics education to support students' spatial ability. *Asian Journal for Mathematics Education*, *4*(4), 553–587. https://doi.org/10.1177/27527263251383572

Komatsu, K., Shinno, Y., Stylianides, A. J., & Stylianides, G. J. (2025). Development of local theories in design-based research in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, *120*(3), 407–428. https://doi.org/10.1007/s10649-025-10398-w

Laurens, T., Batlolona, F. A., Batlolona, J. R., & Leasa, M. (2017). How Does Realistic Mathematics Education (RME) Improve Students' Mathematics Cognitive Achievement? *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*(2). https://doi.org/10.12973/ejmste/76959

McKenney, S. E. ., & Reeves, T. C. . (2019). *Conducting educational design research*. Routledge.

Meika, I., Suryadi, D., & Darhim, D. (2019). Developing a Local Instruction Theory for Learning Combinations. *Infinity Journal*, *8*(2), 157. https://doi.org/10.22460/infinity.v8i2.p157-166

Muhammad, I., Jupri, A., Kusnandi, & Fatimah, S. (2026). Local Instruction Theory Linear Inequality of One Variable Based on RME to Cultivate Students' Mathematical Communication. *RANGE: Jurnal Pendidikan Matematika*, *8*(1), 1–20. https://doi.org/10.32938/jpm.v8i1.10325

Mutmainah, D. S., & Sari, P. C. (2019). Analisis kesulitan belajar siswa kelas XI pada materi matriks ditinjau dari kemampuan komunikasi matematis SMK Bina Insan Bangsa. *Journal On Education*, *1*(2), 430–439.

Purwanti, L., & Muyassaroh, M. (2024). Analysis of Mathematical Ability of Matrix Multiplication of Class Xl Students. *International Journal of Mathematics and Science Education*, *1*(1), 29–35. https://doi.org/10.62951/ijmse.v1i1.9.

Rawani, D., Putri, R. I. I., Zulkardi, & Susanti, E. (2023). RME-based local instructional theory for translation and reflection using of South Sumatra dance context. *Journal on Mathematics Education*, *14*(3), 545–562. https://doi.org/10.22342/jme.v14i3.pp545-562

Sagita, N. K. D. L., Nurhanurawati, N., & Noer, S. H. (2024). Efektivitas Bahan Ajar Berbasis Local Instruction Theory dengan Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik untuk Meningkatkan Kemampuan Penalaran Matematis. *MATHEdunesa*, *13*(2), 335–349. https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v13n2.p335-349

Sahir, S. H. (2021). *Metodologi Penelitin*. KBM Indonesia.

Samura, A. O., Im, R., & Ruslan, J. (2024). Local instruction theory in the realistic mathematics education approach to improve students' mathematical proficiency in linear equation topics. *Beta: Jurnal Tadris Matematika*, *17*(1), 59–76. https://doi.org/10.20414/betajtm.v17i1.624.

Sembiring, T., Wahyono, D., Angkejaya, O. W., Ibrahim, A. L., & Silalahi, R. L. R. (2023). *Metodologi Penelitian*. PT Mafy Media Literasi Indonesia.

Simorangkir, F. M. A., Saragih, S., & Napitupulu, E. E. (2023). Pengembangan Local Instruction Theory Berbasis Model Pace untuk Melatihkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *PRISMA*, *12*(2), 370. https://doi.org/10.35194/jp.v12i2.3267.

Suci, D. W. (2022). Pengembangan Local Intructional Theory Penjumlahan untuk Meningkatkan Kemampuan Numerik Siswa Diskalkulia di Sekolah Dasar. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, *6*(2), 743–766. https://doi.org/10.26811/didaktika.v6i2.688.

Sudarsana, I. N. G., Sridana, N., Lu'luilmaknun, U., & Baidowi, B. (2023). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Kelas X TITL Dalam Menyelesaikan Soal Materi Operasi Matriks di SMKN 2 Gerung Tahun Ajaran 2022/2023. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, *8*(1b), 654–664. https://doi.org/10.29303/jipp.v8i1b.1318

Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (2 ed.). Alfabeta.