

PENGEMBANGAN *HYPOTHETICAL LEARNING TRAJECTORY* MATERI PENJUMLAHAN DAN PENGURANGAN ALJABAR KELAS VII DENGAN PENDEKATAN *REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION*

Gina Silvia¹, Dewi Soleha², Muhammad Rafi Wardihen³, Farah Rakhimy Azzahra⁴, Selvi Afmailia⁵, Dani Kurniawan⁶, Nadya Fitriani⁷

^{1,2,3}Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Padang, Indonesia

⁴Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang, Indonesia

⁵Teknik Elektro Industri, Universitas Negeri Padang, Indonesia

⁶Fisika, Universitas Negeri Padang, Indonesia

⁷Pendidikan Matematika, Universitas Sriwijaya, Indonesia

ginaazahri12@gmail.com¹, dewisoleha729@gmail.com², rafabuabdillah@gmail.com³

farahrakhimy17@student.unp.ac.id⁴, selviafmailia009@gmail.com⁵, danikurniawan@student.unp.ac.id⁶,

nadyafitriani777@gmail.com⁷

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 15-05-2026

Disetujui: 29-05-2026

Kata Kunci:

hypothetical learning trajectory
PMRI
bentuk aljabar design research siswa SMP

ABSTRAK

Abstrak: Materi aljabar merupakan salah satu materi yang dinilai sulit oleh sebagian besar siswa karena sifatnya abstrak. Penelitian ini bertujuan mengembangkan *hypothetical learning trajectory* (HLT) berbasis Pendekatan Matematika Realistik Indonesia (PMRI) pada materi penjumlahan dan pengurangan aljabar kelas VII SMP di Kota Padang. Metode penelitian yang digunakan adalah *design research tipe validation studies* yang terdiri tiga tahap yaitu *preliminary research*, *teaching experiment*, dan *retrospective analysis*. Subjek penelitian ini adalah tiga siswa kelas VII SMP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa HLT yang dikembangkan yang mencakup tujuan pembelajaran, rangkaian aktivitas kontekstual, serta prediksi strategi dan respon siswa, mampu mendukung pemahaman siswa dari konsep konkret menuju formal pada materi penjumlahan dan pengurangan aljabar.

Kata kunci: *hypothetical learning trajectory*, PMRI, bentuk aljabar, design research, siswa SMP

Abstract: Algebra is a subject that most students find difficult due to its abstract nature. This study aims to develop a hypothetical learning trajectory (HLT) based on the Indonesian Realistic Mathematics Education (PMRI) approach for seventh-grade junior high school algebraic addition and subtraction in Padang City. The research method used was a validation studies design, consisting of three stages: preliminary research, a teaching experiment, and retrospective analysis. The subjects of this study were three seventh-grade junior high school students. The results of the study indicate that the developed HLT, which includes learning objectives, a series of contextual activities, and predictions of student strategies and responses, is capable of supporting students' understanding from concrete to formal concepts in algebraic addition and subtraction.

Keywords: *hypothetical learning trajectory*, PMRI, algebraic form, design research, junior high school students

A. LATAR BELAKANG

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang memiliki tingkat kesulitan tinggi di berbagai jenjang pendidikan (Meilani et al., 2023). Namun, kemampuan matematika siswa di Indonesia cenderung rendah dan mengalami penurunan dari tahun ke tahun (Meilani et al., 2023).

Organisation for Economic Co-operation & Development (2023) menyatakan bahwa capaian matematika siswa pada tahun 2022 mengalami penurunan dibandingkan tahun 2018, yang mengindikasikan sebagian besar siswa Indonesia

mengalami kesulitan dalam memahami konsep matematika serta mengaplikasikannya dalam memecahkan soal kontekstual (Wahyuningsih et al., 2024). Salah satu materi matematika yang dinilai sulit oleh sebagian besar siswa adalah aljabar (Angriani et al., 2020). Siswa seringkali merasa kesulitan dalam memahami makna variabel, suku sejenis dan tidak sejenis, konstanta, serta melakukan operasi penjumlahan dan pengurangan aljabar dengan cara yang tepat (Aklimawati et al., 2022; Annisa, 2024). Kesulitan ini didasari bahwa aljabar diperkenalkan secara simbolik dan abstrak tanpa didahului dengan pengalaman belajar yang kontekstual dan bermakna (Adelabu & Alex, 2023).

Sebagai contoh, dalam pengelolaan distribusi barang, seorang pekerja perlu menghitung jumlah barang yang masuk dan keluar serta memodelkannya dalam bentuk operasi penjumlahan dan pengurangan aljabar. Misalnya, jika suatu toko menerima x barang dan mengirimkan y barang, maka sisa barang dapat dimodelkan dalam bentuk aljabar yaitu $x - y$. Konsep pengelolaan keuangan sederhana seperti menghitung pemasukan dan pengeluaran menggunakan konsep aljabar yang digunakan secara implisit. Namun, aljabar seringkali dianggap oleh siswa tidak memiliki manfaat dalam kehidupan sehari-hari sehingga pembelajaran menjadi kurang bermakna. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan pembelajaran yang mampu mengaitkan konsep matematika dengan situasi nyata sehingga siswa dapat membangun pemahaman secara bertahap dari pengalaman konkret menuju abstrak Ilma et al., 2022; Mareta & Zulkarnaen, 2024; & Lumahu et al., 2025).

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan agar siswa dapat mengaitkan konsep matematika dengan situasi kontekstual adalah Pendekatan Matematika Realistik Indonesia (PMRI) yang merupakan adaptasi dari *Realistic Mathematic Education* (Salifu, 2022). Kerangka yang dapat digunakan dalam pendekatan matematika realistik Indonesia adalah *hypothetical learning trajectory* (HLT) (Rohimatunnisa et al., 2025). HLT dapat memprediksi respon siswa serta memberikan strategi yang dapat digunakan guru untukantisipasi kesulitan siswa dalam proses pembelajaran (Faujiah et al., 2024); (Fujirahayu et al., 2022).

Berbagai pendekatan pembelajaran matematika telah dikembangkan untuk menciptakan

pembelajaran yang kontekstual bagi siswa, sehingga dapat meningkatkan kemampuan matematis siswa. Salah satu pendekatan pembelajaran yang bisa digunakan adalah Pendekatan Matematika Realistik Indonesia (Cahyani, 2018; Meilani et al., 2023). Penelitian Matematika Realistik Indonesia menggunakan berbagai konteks dalam situasi nyata yang dapat mengarahkan siswa membangun pemahaman abstrak (Malika et al., 2024). Namun, penelitian mengenai desain pembelajaran berbasis Pendekatan Matematika Realistik Indonesia pada materi penjumlahan dan pengurangan aljabar masih terbatas (Afifaturrhmaniyyah & Malasari, 2021). Sejalan dengan hal tersebut, materi aljabar merupakan bagian penting dalam capaian pembelajaran Fase D Kurikulum Merdeka untuk jenjang SMP, sehingga menjadi kompetensi yang penting untuk dikuasai oleh siswa. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) berbasis PMRI pada materi penjumlahan dan pengurangan bentuk aljabar kelas VII SMP di Kota Padang. Pengembangan HLT ini diharapkan dapat membantu siswa dalam memahami konsep aljabar secara bermakna serta mengaitkannya dalam situasi kontekstual.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode penelitian *design research* jenis *validation studies* yang bertujuan merancang *learning trajectory* pada materi penjumlahan dan pengurangan bentuk aljabar kelas VII menggunakan pendekatan matematika realistik Indonesia (Akker et al., 2006). Pendekatan PMRI digunakan karena menekankan pembelajaran matematika mulai dari konteks kehidupan nyata secara bertahap dari situasi konkret menuju konsep formal.

Tahapan *design research* bertujuan merancang *learning trajectory* dengan menguji *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT). Proses perancangan ini melalui tiga tahap yaitu 1) *preliminary research* 2) *teaching experiment* 3) *conducting retrospective analysis* (Cobb et al., 2003).



Gambar 1. Tahapan *design research*

Penelitian ini dilakukan selama April hingga Juni 2025 dengan subjek dalam penelitian ini adalah dua orang siswa di kelas VII SMP Pertiwi Padang dan satu orang siswa kelas VII SMP Negeri 15 Padang yang terlibat dalam *pilot experiment* dan Kelas VII.6 sebagai *teaching experiment class*. Pemilihan subjek dilakukan secara *purposive sampling* dengan memerhatikan kemampuan akademik siswa yang beragam yaitu siswa dengan kemampuan matematis yang tinggi, siswa dengan kemampuan matematis yang sedang, dan siswa dengan kemampuan matematis yang rendah. Instrumen peneliti yang digunakan dalam penelitian ini adalah Lembar kerja Peserta Didik (LKPD), observasi, wawancara, dan dokumentasi. Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara kualitatif melalui dua tahap *retrospective analysis*. Analisis ini bertujuan membandingkan lintasan pembelajaran yang telah dirancang *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) dengan proses pembelajaran yang terjadi selama *teaching experiment*.

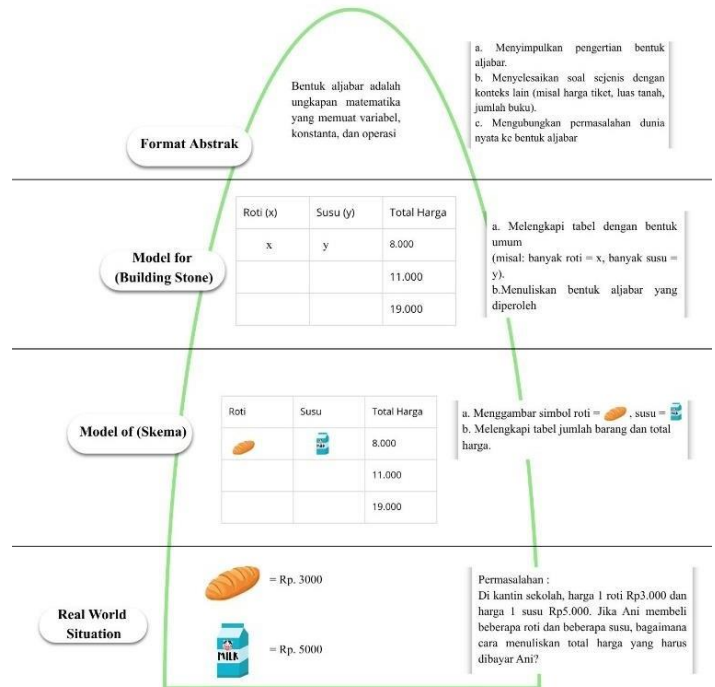
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Preliminary Research

Pada tahap *preliminary research*, peneliti melakukan analisis kurikulum, analisis kebutuhan siswa, serta kajian literatur terkait pembelajaran aljabar dan pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI). Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan melalui observasi awal dan diskusi dengan guru matematika, diperoleh informasi bahwa sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep suku sejenis dan melakukan operasi penjumlahan serta pengurangan bentuk aljabar. Siswa cenderung langsung menggunakan aturan tanpa memahami makna dari operasi aljabar tersebut.

Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti kemudian merancang lintasan pembelajaran (*Hypothetical Learning Trajectory* / HLT) yang memuat tujuan pembelajaran, rangkaian aktivitas pembelajaran, serta prediksi strategi dan respon siswa. Aktivitas pembelajaran dirancang menggunakan konteks yang

dekat dengan kehidupan siswa sehingga dapat membantu siswa memahami konsep aljabar secara bertahap. Lintasan pembelajaran yang dirancang digambarkan menggunakan model *iceberg* yang menunjukkan proses perkembangan pemahaman siswa dari situasi kontekstual menuju konsep matematika formal.



Gambar 2. *Iceberg* Materi Penjumlahan dan Pengurangan Aljabar

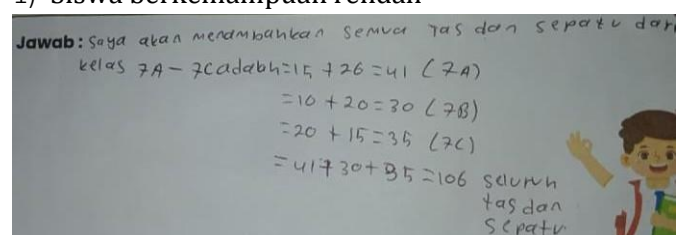
Model *iceberg* tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran dimulai dari masalah kontekstual yang dekat dengan kehidupan siswa, kemudian siswa menggunakan model atau representasi informal sebelum akhirnya sampai pada bentuk aljabar formal.

2. Teaching Experiment

Tahap *teaching experiment* bertujuan untuk mengimplementasikan lintasan pembelajaran yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini, pembelajaran dilaksanakan di kelas dengan menggunakan Lembar Kerja Siswa (LKPD) yang telah disusun berdasarkan pendekatan PMRI. Berikut Analisis Proses Penerapan HLT dan Respons Siswa terhadap Aktivitas Pembelajaran pada berbagai aktivitas

a) Aktivitas 1

1) Siswa berkemampuan rendah



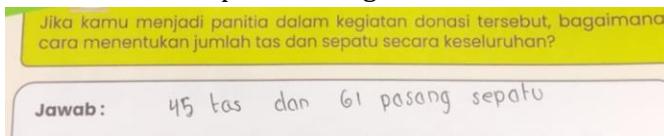
Gambar 3. Jawaban siswa

berkemampuan rendah pada aktivitas 1

Pada rancangan HLT diprediksi bahwa terdapat siswa yang mampu membaca tabel donasi, tetapi masih akan keliru dalam menafsirkan istilah jumlah keseluruhan. Prediksi ini sesuai dengan jawaban siswa yang menjumlahkan seluruh barang tanpa membedakan tas dan sepatu. Antisipasi yang telah dirancang dan digunakan adalah pemberian pertanyaan penuntun mengenai barang apa saja yang harus dijumlahkan. Antisipasi ini bertujuan mengarahkan siswa untuk memperhatikan jenis barang sebelum melakukan penjumlahan. Namun, pada jawaban siswa, antisipasi tersebut belum sepenuhnya berdampak karena siswa masih berpegang pada pemahamannya sendiri.

Kendala utama siswa adalah kesulitan menafsirkan istilah dalam soal, khususnya jumlah keseluruhan. siswa juga cenderung langsung menghitung semua data yang tersedia tanpa melakukan pengelompokan terlebih dahulu. Selain itu, siswa membutuhkan waktu lebih lama karena melakukan perhitungan berulang untuk memastikan jawabannya.

2) Siswa berkemampuan sedang



Gambar 4. Jawaban siswa

berkemampuan sedang pada aktivitas 1

Pada rancangan HLT diprediksi bahwa siswa berkemampuan sedang mampu membaca tabel donasi dengan baik dan mulai memahami makna istilah jumlah keseluruhan, meskipun masih memerlukan penguatan melalui diskusi atau pertanyaan penuntun. Prediksi ini sesuai dengan jawaban siswa yang mampu menjumlahkan barang berdasarkan jenisnya, yaitu tas dengan tas dan sepatu dengan sepatu. Antisipasi yang telah dirancang berupa pertanyaan klarifikasi digunakan untuk memastikan pemahaman siswa, dan pada

Siswa antisipasi tersebut bekerja dengan baik karena siswa dapat menjelaskan alasan dari langkah penyelesaian yang dilakukan. Pada aktivitas ini, siswa tidak menunjukkan kendala yang signifikan. Tantangan yang masih mungkin dihadapi adalah ketika permasalahan disajikan dalam bentuk yang lebih abstrak tanpa bantuan tabel atau konteks nyata, sehingga memerlukan penguatan lebih lanjut pada penggunaan aturan secara mandiri.

3) Siswa berkemampuan tinggi

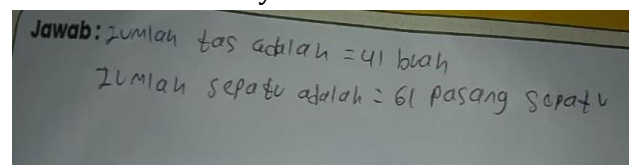
Pada rancangan HLT diprediksi bahwa siswa berkemampuan tinggi mampu membaca tabel donasi dengan baik, memahami maksud soal, serta membedakan jenis barang yang harus dijumlahkan. Prediksi ini sesuai dengan jawaban siswa yang secara langsung menjumlahkan tas dengan tas dan sepatu dengan sepatu. Antisipasi yang dirancang dalam HLT tidak banyak digunakan pada siswa karena siswa sudah mampu menyelesaikan masalah secara mandiri tanpa bantuan tambahan.

Pada aktivitas ini, siswa tidak mengalami kendala yang berarti. Tantangan yang mungkin dihadapi adalah ketika dihadapkan pada soal yang lebih kompleks atau memerlukan penalaran yang lebih abstrak, namun berdasarkan hasil aktivitas ini, siswa menunjukkan kesiapan untuk menghadapi tahap pembelajaran selanjutnya.

b) Aktivitas 2

1) Siswa berkemampuan rendah

Pada aktivitas ini, siswa dapat menentukan jumlah tas dan sepatu, namun masih melakukan kekeliruan karena menghitung langsung dari ilustrasi tanpa memanfaatkan informasi pada soal. Pada soal nomor 6, siswa juga keliru menafsirkan perintah dengan menjumlahkan tas dan sepatu sebagai satu total, yang menunjukkan bahwa siswa belum memahami perbedaan antara barang sejenis dan tidak sejenis. Hal ini menyebabkan siswa membutuhkan waktu lebih lama dalam menyelesaikan soal.



Gambar 5. Jawaban siswa

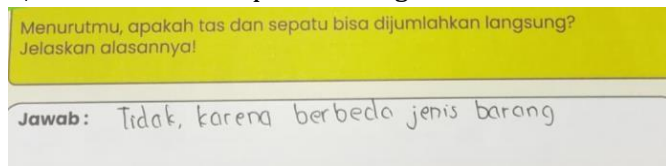
berkemampuan rendah pada aktivitas 2

Pada rancangan HLT diprediksi bahwa siswa berkemampuan rendah akan cenderung menghitung objek secara langsung dari ilustrasi dan masih mengalami kesulitan membedakan barang sejenis dan tidak sejenis. Prediksi ini sesuai dengan jawaban siswa yang menghitung jumlah tas berdasarkan gambar pada ilustrasi serta menjumlahkan tas dan sepatu sekaligus pada soal nomor 6. Antisipasi yang dirancang adalah mengarahkan siswa untuk kembali merujuk pada informasi yang tertulis pada soal dan menanyakan jenis barang yang sedang dihitung. Antisipasi ini telah dicoba

melalui pertanyaan peneliti, namun pada aktivitas iniantisipasi tersebut belum sepenuhnya berdampak karena siswa masih berpegang pada pemahamannya sendiri bahwa semua barang dapat dijumlahkan menjadi satu total.

Kendala utama siswa pada aktivitas ini adalah kecenderungan menghitung secara langsung dari ilustrasi tanpa memperhatikan informasi tertulis pada soal. Selain itu, siswa belum memahami perbedaan antara barang sejenis dan tidak sejenis, sehingga masih menjumlahkan tas dan sepatu sebagai satu kesatuan.

2) Siswa berkemampuan sedang



Gambar 6. Jawaban siswa berkemampuan sedang pada aktivitas 2

Dalam rancangan HLT diprediksi bahwa siswa berkemampuan sedang mulai mampu membedakan barang sejenis dan tidak sejenis, meskipun masih memerlukan penguatan melalui pertanyaan peneliti. Prediksi ini sesuai dengan jawaban SISWA yang menyatakan bahwa tas dan sepatu tidak dapat dijumlahkan karena berbeda jenis. Antisipasi berupa pertanyaan pemantik digunakan dan berfungsi dengan baik untuk menegaskan pemahaman siswa terhadap perintah soal.

Siswa tidak menunjukkan kendala yang berarti pada aktivitas ini. Tantangan yang mungkin muncul adalah ketika siswa dihadapkan pada soal serupa tanpa bantuan ilustrasi atau konteks visual yang jelas.

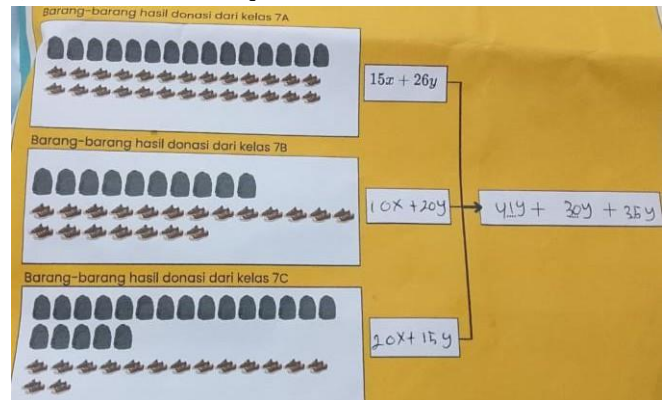
3) Siswa berkemampuan tinggi

Pada rancangan HLT diprediksi bahwa siswa berkemampuan tinggi mampu memahami perbedaan barang sejenis dan tidak sejenis serta menentukan kelayakan suatu operasi tanpa bantuan. Prediksi ini sesuai dengan jawaban siswa yang secara tegas menyatakan bahwa soal tidak dapat dijawab karena barangnya berbeda jenis. Antisipasi yang dirancang dalam HLT tidak diperlukan secara khusus karena SISWA sudah mampu menyelesaikan permasalahan secara mandiri.

Siswa tidak mengalami kendala pada aktivitas ini. Tantangan ke depan adalah mempertahankan konsistensi pemahaman ketika dihadapkan pada bentuk soal yang lebih kompleks dan abstrak.

C) Aktivitas 3

1) Siswa berkemampuan rendah

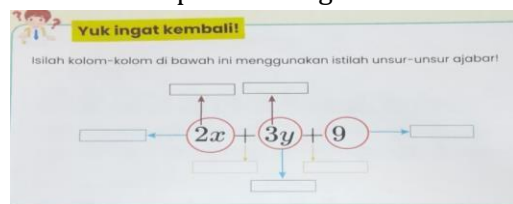


Gambar 7. Jawaban siswa berkemampuan rendah pada aktivitas 3

Dalam rancangan HLT diprediksi bahwa siswa berkemampuan rendah akan mengalami kesulitan dalam menggunakan simbol aljabar secara konsisten, khususnya dalam membedakan simbol untuk barang yang berbeda jenis. Prediksi ini sesuai dengan jawaban siswa yang menggunakan simbol yang sama untuk tas dan sepatu. Antisipasi yang dirancang dalam HLT berupa penegasan kesepakatan simbol (misalnya tas dilambangkan dengan x dan sepatu dengan y) serta pertanyaan penuntun mengenai makna setiap simbol. Namun, pada pelaksanaannya, antisipasi tersebut belum sepenuhnya berdampak karena siswa masih menganggap simbol bersifat bebas dan dapat digunakan untuk semua jenis barang.

Kendala utama yang dialami siswa adalah ketidakpahaman terhadap fungsi simbol aljabar sebagai representasi jenis objek yang berbeda. Siswa juga masih menganggap bahwa simbol dapat digunakan secara bebas tanpa aturan tertentu. Tantangan selanjutnya adalah membantu siswa memahami makna variabel dan membangun keterkaitan antara jenis barang dan simbol yang merepresentasikannya secara konsisten.

2) Siswa berkemampuan sedang



Gambar 8. Jawaban siswa berkemampuan sedang pada aktivitas 3

Dalam rancangan HLT diprediksi bahwa siswa berkemampuan sedang mampu mempresentasikan situasi konkret ke dalam simbol aljabar, namun masih

berpotensi lupa atau belum mantap dalam memahami unsur-unsur aljabar. Prediksi ini sesuai dengan kondisi siswa yang mampu menuliskan simbol aljabar untuk tas dan sepatu, tetapi tidak dapat mengingat kembali unsur-unsur aljabar yang telah dipelajari sebelumnya. Antisipasi yang dirancang dan digunakan adalah pemberian pertanyaan pancing serta arahan langsung dari peneliti untuk membantu siswa mengaitkan kembali simbol yang digunakan dengan unsur-unsur aljabar. Antisipasi ini terbukti efektif karena setelah diberikan arahan, siswa mampu menuliskan bentuk penjumlahan dan pengurangan aljabar dengan lebih tepat.

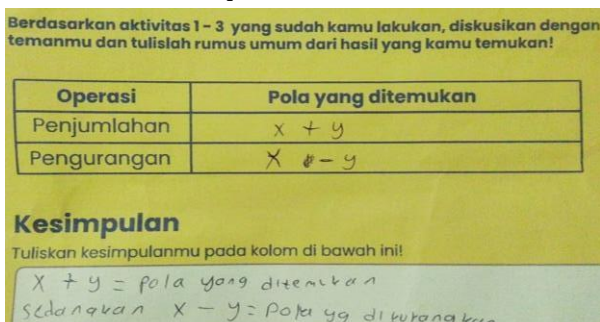
3) Siswa berkemampuan tinggi

Dalam rancangan HLT diprediksi bahwa siswa berkemampuan rendah akan mengalami kesulitan dalam menggunakan simbol aljabar secara konsisten, khususnya dalam membedakan simbol untuk barang yang berbeda jenis. Prediksi ini sesuai dengan jawaban siswa yang menggunakan simbol yang sama untuk tas dan sepatu. Antisipasi yang dirancang dalam HLT berupa penegasan kesepakatan simbol (misalnya tas dilambangkan dengan x dan sepatu dengan y) serta pertanyaan penuntun mengenai makna setiap simbol. Namun, pada pelaksanaannya, antisipasi tersebut belum sepenuhnya berdampak karena siswa masih menganggap simbol bersifat bebas dan dapat digunakan untuk semua jenis barang.

Kendala utama yang dialami siswa adalah ketidakpahaman terhadap fungsi simbol aljabar sebagai representasi jenis objek yang berbeda. Siswa juga masih menganggap bahwa simbol dapat digunakan secara bebas tanpa aturan tertentu. Tantangan selanjutnya adalah membantu siswa memahami makna variabel dan membangun keterkaitan antara jenis barang dan simbol yang merepresentasikannya secara konsisten.

d) Aktivitas 4

1) Siswa berkemampuan rendah



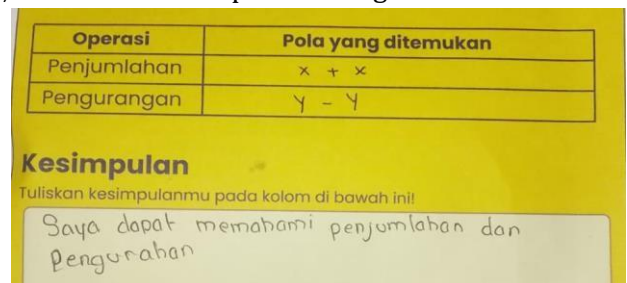
Gambar 9. Jawaban siswa

berkemampuan rendah pada aktivitas 4

Dalam rancangan HLT diprediksi bahwa siswa berkemampuan rendah akan mengalami kesulitan dalam menyimpulkan pola penjumlahan dan pengurangan bentuk aljabar secara mandiri. Prediksi ini sesuai dengan jawaban siswa yang menuliskan pola berdasarkan meniru contoh sebelumnya tanpa memahami keterkaitannya dengan aktivitas yang telah dilakukan. Antisipasi yang dirancang berupa diskusi kelas dan pertanyaan reflektif untuk membantu siswa merangkum hasil aktivitas menjadi aturan umum. Namun, pada jawaban siswa, antisipasi tersebut belum sepenuhnya berdampak karena siswa masih belum mampu menarik kesimpulan yang tepat.

Kendala utama siswa adalah ketidakmampuan merangkum hasil aktivitas sebelumnya menjadi kesimpulan yang bersifat umum. Siswa juga belum memahami hubungan antara simbol aljabar dan aturan operasi yang berlaku. Tantangan selanjutnya adalah memberikan bimbingan yang lebih intensif agar siswa mampu menghubungkan pengalaman konkret dan simbolik menjadi pemahaman konseptual yang lebih utuh.

b) Siswa berkemampuan sedang



Gambar 10. Jawaban siswa

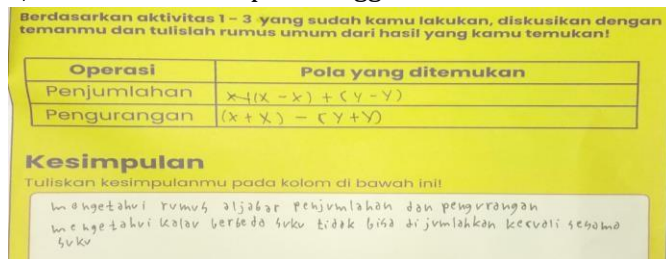
berkemampuan sedang pada aktivitas 4

Dalam rancangan HLT diprediksi bahwa siswa berkemampuan sedang akan mulai mencoba menyusun pola atau rumus penjumlahan dan pengurangan aljabar, namun belum sepenuhnya tepat. Prediksi ini sesuai dengan jawaban siswa yang sudah berupaya menuliskan rumus, tetapi bentuk yang dituliskan masih belum sesuai dengan konsep penjumlahan dan pengurangan aljabar. Antisipasi yang dirancang berupa pemberian contoh rumus yang telah dikenal siswa, seperti rumus luas atau keliling, serta pertanyaan penuntun untuk membantu mengaitkan konsep tersebut dengan bentuk aljabar. Antisipasi ini telah digunakan, namun

pemahaman siswa masih memerlukan penguatan lanjutan.

Kendala utama siswa adalah kesulitan dalam mengaitkan contoh rumus yang telah dikenal dengan konsep penjumlahan dan pengurangan bentuk aljabar. Selain itu, siswa belum mampu melakukan generalisasi secara mandiri. Tantangan selanjutnya adalah memperkuat kemampuan siswa dalam merumuskan pola dari hasil aktivitas sebelumnya melalui bimbingan dan refleksi yang lebih terarah.

c) Siswa berkemampuan tinggi



Gambar 11. Jawaban siswa berkemampuan tinggi pada aktivitas 4

Dalam rancangan HLT diprediksi bahwa siswa berkemampuan tinggi akan mulai mampu mengidentifikasi pola penjumlahan dan pengurangan bentuk aljabar serta mencoba menggeneralisasikannya menjadi rumus umum, meskipun kemungkinan masih terdapat ketidaktepatan pada tahap awal. Prediksi ini sesuai dengan jawaban siswa yang telah menunjukkan upaya menyusun rumus umum, di mana rumus pengurangan sudah mendekati benar, sedangkan rumus penjumlahan masih belum tepat. Antisipasi yang dirancang berupa pemberian analogi dengan rumus yang telah dikenal (misalnya rumus luas dan keliling) serta pertanyaan pemancing untuk membantu siswa menyadari pola. Antisipasi ini digunakan dan cukup membantu siswa dalam mengarahkan cara berpikirnya.

Kendala yang dialami siswa bukan terletak pada pemahaman konsep dasar, melainkan pada ketelitian dan sistematika dalam menyusun rumus umum. Tantangan utama adalah menyempurnakan pola yang telah diidentifikasi agar sesuai dengan kaidah penjumlahan dan pengurangan aljabar. Oleh karena itu, siswa masih memerlukan pendampingan berupa klarifikasi dan penguatan konsep agar generalisasi yang dibuat menjadi lebih tepat.

Berdasarkan hasil analisis jawaban siswa pada setiap aktivitas pembelajaran, penerapan *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) berbasis *Realistic Mathematics Education* (RME)

menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konsep siswa pada materi penjumlahan dan pengurangan bentuk aljabar. Peningkatan ini terlihat secara bertahap melalui perubahan cara siswa memahami masalah, menggunakan simbol aljabar, serta menyusun kesimpulan atau pola umum. Pada tahap awal pembelajaran, sebagian besar siswa, khususnya yang berkemampuan rendah, masih menunjukkan pemahaman konsep yang terbatas. Hal ini terlihat dari kecenderungan siswa menjumlahkan seluruh bilangan tanpa membedakan jenis barang atau suku, serta penggunaan simbol yang belum konsisten. Siswa juga belum mampu menjelaskan alasan dari langkah penyelesaian yang dilakukan. Kondisi ini sesuai dengan temuan pada aktivitas 1 dan 2, di mana konteks donasi masih dipahami secara harfiah tanpa pengelompokan yang tepat.

Setelah mengikuti rangkaian aktivitas HLT, terjadi perubahan yang cukup jelas pada cara berpikir siswa. Melalui aktivitas kontekstual yang berjenjang, siswa mulai mampu mengelompokkan barang sejenis, menolak penjumlahan barang yang berbeda jenis, dan mengaitkan konteks nyata dengan konsep matematis yang dipelajari. Siswa berkemampuan sedang dan tinggi menunjukkan peningkatan pemahaman dengan mulai menggunakan simbol aljabar secara konsisten dan memberikan alasan yang lebih tepat terhadap jawaban yang dituliskan.

Peningkatan pemahaman konsep juga terlihat pada aktivitas 3 dan 4, ketika siswa mulai merepresentasikan situasi konkret ke dalam bentuk aljabar dan mencoba menyusun pola penjumlahan dan pengurangan. Meskipun tidak semua siswa langsung mampu menuliskan rumus umum dengan benar, proses berpikir yang ditunjukkan sudah mengarah pada pemahaman konsep yang lebih dalam. Siswa tidak lagi sekadar meniru, tetapi mulai mencoba menggeneralisasi berdasarkan hasil pengamatan dari aktivitas sebelumnya. Perbedaan tingkat peningkatan juga terlihat pada masing-masing kelompok kemampuan. Siswa berkemampuan rendah menunjukkan peningkatan pada aspek pengenalan konsep, seperti mulai menyadari pentingnya membedakan barang atau suku sejenis, meskipun masih memerlukan bimbingan. Siswa berkemampuan sedang mengalami penguatan pemahaman, ditandai dengan berkurangnya kesalahan dan meningkatnya konsistensi dalam penggunaan

simbol. Sementara itu, siswa berkemampuan tinggi menunjukkan peningkatan dalam hal sistematika berpikir dan kemampuan mengaitkan konsep dengan bentuk umum, meskipun masih memerlukan penyempurnaan pada tahap generalisasi.

3. *Conducting retrospective analysis*

Berdasarkan hasil analisis jawaban siswa pada setiap aktivitas pembelajaran, penerapan *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) berbasis *Realistic Mathematics Education* (RME) menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konsep siswa pada materi penjumlahan dan pengurangan bentuk aljabar. Peningkatan ini terlihat secara bertahap melalui perubahan cara siswa memahami masalah, menggunakan simbol aljabar, serta menyusun kesimpulan atau pola umum. Pada tahap awal pembelajaran, sebagian besar siswa, khususnya yang berkemampuan rendah, masih menunjukkan pemahaman konsep yang terbatas. Hal ini terlihat dari kecenderungan siswa menjumlahkan seluruh bilangan tanpa membedakan jenis barang atau suku, serta penggunaan simbol yang belum konsisten. Siswa juga belum mampu menjelaskan alasan dari langkah penyelesaian yang dilakukan. Kondisi ini sesuai dengan temuan pada aktivitas 1 dan 2, di mana konteks donasi masih dipahami secara harfiah tanpa pengelompokan yang tepat. Setelah mengikuti rangkaian aktivitas HLT, terjadi perubahan yang cukup

jelas pada cara berpikir siswa. Melalui aktivitas kontekstual yang berjenjang, siswa mulai mampu mengelompokkan barang sejenis, menolak penjumlahan barang yang berbeda jenis, dan mengaitkan konteks nyata dengan konsep matematis yang dipelajari. Siswa berkemampuan sedang dan tinggi menunjukkan peningkatan pemahaman dengan mulai menggunakan simbol aljabar secara konsisten dan memberikan alasan yang lebih tepat terhadap jawaban yang dituliskan. Peningkatan pemahaman konsep juga terlihat pada aktivitas 3 dan 4, ketika siswa mulai merepresentasikan situasi konkret ke dalam bentuk aljabar dan mencoba menyusun pola penjumlahan dan pengurangan. Meskipun tidak semua siswa langsung mampu menuliskan rumus umum dengan benar, proses berpikir yang ditunjukkan sudah mengarah pada pemahaman konsep yang lebih dalam. Siswa tidak lagi sekadar meniru, tetapi mulai mencoba menggeneralisasi

berdasarkan hasil pengamatan dari aktivitas sebelumnya.

Perbedaan tingkat peningkatan juga terlihat pada masing-masing kelompok kemampuan. Siswa berkemampuan rendah menunjukkan peningkatan pada aspek pengenalan konsep, seperti mulai menyadari pentingnya membedakan barang atau suku sejenis, meskipun masih memerlukan bimbingan. Siswa berkemampuan sedang mengalami penguatan pemahaman, ditandai dengan berkurangnya kesalahan dan meningkatnya konsistensi dalam penggunaan simbol. Sementara itu, siswa berkemampuan tinggi menunjukkan peningkatan dalam hal sistematika berpikir dan kemampuan mengaitkan konsep dengan bentuk umum, meskipun masih memerlukan penyempurnaan pada tahap generalisasi.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Proses penerapan HLT berbasis RME berlangsung secara bertahap melalui aktivitas kontekstual yang mengaitkan pengalaman nyata dengan konsep aljabar. Siswa merespons aktivitas pembelajaran dengan cukup baik, terutama pada penggunaan konteks donasi yang membantu memahami makna operasi penjumlahan dan pengurangan. Siswa berkemampuan tinggi dan sedang mampu mengikuti alur pembelajaran dengan relatif lancar, sedangkan siswa berkemampuan rendah masih memerlukan bimbingan berupa pertanyaan penuntun dan arahan tambahan dalam memahami maksud soal dan penggunaan simbol.

Berdasarkan keseluruhan hasil aktivitas dan analisis jawaban siswa, penerapan HLT berbasis RME dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi penjumlahan dan pengurangan bentuk aljabar. Peningkatan ini terlihat dari perubahan cara berpikir siswa, dari penyelesaian yang bersifat langsung dan kontekstual menuju penggunaan simbol aljabar dan upaya menyusun pola atau aturan umum.

DAFTAR RUJUKAN

- Adelabu, F. M., & Alex, J. K. (2023). Analysis of Difficult Concepts in Senior Phase Mathematics Baseline Assessments : First-year Student Teachers ' Reflections. *Research in Social and Technology*, 8(4), 56–75.
- Afifaturrhmaniyyah, N., & Malasari, P. N. (2021). Problematika Guru dalam Mengajar Materi Aljabar di Era Pandemi Coronavirus Disease 2019 (Covid-

- 19). *Jurnal Pendidikan Matematika (Kudus)*, 4(1), 43–52.
- Akker, J. Van den, Gravemeijer, K., McKenney, S., & Nieveen, N. (2006). *Educational Design Research*.
- Aklmawati, Listiana, Y., Erna, I., Zainuddin, & Aulia, R. (2022). Pengembangan Hypothetical Learning Trajectory (HLT) Berbasis Realistic Mathematics Education (RME) Pada Materi Geometri. *Jurnal Serunai Matematika*, 14(2), 51–64.
- Angriani, A. D., Kusumayanti, A., & Yuliany, N. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Digital Book pada Materi Aljabar. *Delta-Pi: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 9(2), 13–30. <https://doi.org/10.33387/dpi.v9i2.2244>
- Annisa, F. (2024). Development of Manipulative : Understanding the Concept of Integer Addition and Subtraction. *International Conference on Research in Education and Technology*, 38, 29–39.
- Cahyani, C. A. (2018). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Pada Materi Operasi Penjumlahan dan Pengurangan Bentuk Aljabar Bagi Siswa Kelas VII SMP Kristen 2 Salatiga. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika*, 2(1), 26–30.
- Cobb, P., Confrey, J., Disessa, A. A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design Experiments in Educational Research. *Educational Researcher*, 32(1), 9–13.
- Development, O. for E. C. and. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*.
- Faujiah, E., Yurniwati, Y., & Yarmi, G. (2024). How to Support The Algebraic Thinking Skills of Elementary School Students Using The Generative Multi-Representation Learning Model Modification Schema-Based Instruction ? *Jurnal Elementaria Edukasia*, 7(2), 2700–2712. <https://doi.org/10.31949/jee.v7i2.9163>
- Fujirahayu, A. R., Fitrianna, A. Y., & Zanthi, L. S. (2022). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Operasi Bentuk Aljabar Berdasarkan Teori Kastolan. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 5(6), 1813–1820. <https://doi.org/10.22460/jpmpi.v5i6.1813-1820>
- Ilma, R., Putri, I., & Riskanita, A. D. (2022). Students' Problem-Solving Ability in Solving Algebra Tasks Using the Context of Palembang. *Journal on Mathematics Education*, 13(3), 549–564.
- Lumahu, A., Tilaar, A. L. F., & Salajang, S. M. (2025). Pendekatan Kontekstual dalam Pembelajaran Matematika : Eksperimentasi PMRI di Kelas VII SMP Negeri 3 Tondano Studi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 3(4), 4546–4556.
- Malika, A., Tarigan, D., & Tasyah, N. (2024). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Aljabar Linear : Identifikasi Pola Kesalahan dan Implikasi Pembelajaran. *OMEGA: Jurnal Keilmuan Pendidikan Matematika*, 3(3), 159–164.
- Mareta, D., & Zulkarnaen, R. (2024). Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Kelas VII pada Materi Bentuk Aljabar. *RADIAN Journal: Research and Review*, 3(1), 6–11.
- Meilani, G. A., Purwanegara, K. V., Mariani, M., & Fu'adin, A. (2023). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Dalam Memecahkan Soal Aljabar di Tingkat SMP. *PENDEKAR: Jurnal Pendidikan Berkarakter*, 1(6), 146–154.
- Rohimatunnisa, D., Jatisunda, M. G., & Santoso, E. (2025). From Learning Obstacles to Instructional Design : Bridging Theory and Practice in Algebra Education through Didactical Design Research. *International Journal of Educational Innovation and Research*, 4(2), 308–322.
- Salifu, A. S. (2022). Mathematics Tutors' Views on Benefits and Challenges of Using Algebra Tiles in Teaching Linear Equations in One Variable. *Mediterranean Journal of Education*, 2(1), 81–93.
- Wahyuningsih, Yuni, B., Hidayati, & Rachmatul, V. (2024). Studi Kasus: Kesulitan Belajar Matematika dan Implikasinya Terhadap Kemampuan Penyelesaian Soal pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 12(1), 34–43.