



Eksplorasi Berpikir Aljabar Siswa Kelas 5 dalam Menyelesaikan Soal Pemodelan

Sinta Devi Kusuma Ardi¹, Masduki²

^{1,2}*Pendidikan Matematika, Universitas Muhammadiyah Surakarta.*

Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Sukoharjo, Jawa Tengah

e-mail: a410190150@student.ums.ac.id¹, masduki@ums.ac.id²

ABSTRAK

Berpikir aljabar penting untuk mengembangkan kemampuan generalisasi matematis siswa, mengidentifikasi bentuk pola, dan simbol. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang bertujuan mendeskripsikan profil berpikir aljabar siswa dalam menyelesaikan soal pemodelan. Subjek penelitian ini sebanyak 158 siswa kelas 5 di dua sekolah swasta di Surakarta, Indonesia. Instrumen pengumpulan data yang digunakan yaitu enam soal tes terkait komponen pemodelan yang diadopsi dari Ralston. Sebelum digunakan, instrumen divalidasi terlebih dahulu oleh 3 orang ahli pembelajaran matematika sekolah dasar dan diujicobakan pada 10 siswa yang bukan menjadi subjek penelitian. Berdasarkan hasil tes, terdapat 12 siswa yang memperoleh skor kategori tinggi. Penelitian ini memfokuskan pada analisis profil berpikir aljabar pada siswa dengan kategori tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa subjek kategori tinggi mampu mendemonstrasikan pemahaman terkait indikator pemodelan dalam berpikir aljabar yaitu pemahaman terhadap makna tanda sama dengan (=) sebagai hubungan kesetaraan, penggunaan variabel untuk menyelesaikan permasalahan dalam bentuk persamaan, serta pemahaman terhadap hubungan antar operasi hitung. Namun, sebagian kecil subjek masih mengalami kesalahan perhitungan dan kesalahan pemahaman pada operasi aljabar. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa subjek dengan kategori tinggi mampu menunjukkan kemampuan berpikir aljabar pada komponen pemodelan.

Kata Kunci: berpikir aljabar, masalah pemodelan, hubungan operasi hitung.

ABSTRACT

Algebraic thinking is important for developing students' mathematical generalization abilities, and identifying patterns, shapes, and symbols. This study uses a qualitative descriptive approach that aims to describe the profile of students' algebraic thinking in solving modeling problems. The subjects of this study were 158 fifth-grade students in two private schools in Surakarta, Central Java. The data collection instrument used was six test questions related to the modeling component adopted from Ralston. Prior to use, the instrument was validated by 3 elementary school mathematics learning experts and tested on 10 students who were not the subject of the study. Based on the test results, there were 12 students who scored in the high category. This study focuses on analyzing the algebraic thinking profile of students with high categories. The results showed that high-category subjects were able to demonstrate understanding related to modeling indicators in algebraic thinking, namely understanding the meaning of the equal sign (=) as an equivalence relationship, using variables to solve problems in the form of equations, and understanding the relationships between arithmetic operations. However, a small number of subjects still experience calculation errors and understanding errors in algebraic operations. Hence, it can be concluded that subjects with high categories are able to demonstrate algebraic thinking skills in the modeling component.

Keywords: algebraic thinking, modeling problems, arithmetic relationship.

PENDAHULUAN

Berpikir aljabar merupakan pengalaman generalisasi dengan pola yang dapat membentuk pemahaman tentang fungsi serta bilangan dan sifat-sifatnya sebagai dasar untuk menyelesaikan permasalahan menggunakan simbol dan ekspresi aljabar (Kieran, 2004). Ide aljabar tidak hanya mencakup pola, hubungan, generalisasi, dan representasinya dengan berbagai jenis simbol, namun juga sifat bilangan. Kamol & Har (2010) menjelaskan bahwa berpikir aljabar adalah kemampuan siswa dalam menggunakan keterampilan berpikirnya untuk menggeneralisasi pola dan menganalisis hubungan antar bilangan pada tiap sisi tanda sama dengan. Blanton & Kaput (2011) menjelaskan bahwa berpikir aljabar adalah aktivitas generalisasi ide-ide matematika, menggunakan representasi simbol literal, dan mewakili hubungan fungsional. Sementara, Patton (2012) mengungkapkan bahwa berpikir aljabar adalah kemampuan dalam mengoperasikan bilangan yang disimbolkan dengan variabel. Berdasarkan rumusan para ahli, dapat disimpulkan bahwa berpikir aljabar adalah proses dan keterampilan siswa dalam melakukan kegiatan menggeneralisasikan pola, menganalisis hubungan pada operasi hitung, representasi simbol, serta penggunaan pola.

Para peneliti mempunyai pandangan yang bervariasi terkait komponen atau dimensi yang merepresentasikan kemampuan atau aktifitas berpikir aljabar siswa. Lew (2004) menjelaskan bahwa terdapat enam komponen untuk mengidentifikasi kemampuan berpikir aljabar siswa, yaitu generalisasi, abstraksi, berpikir analitik, berpikir dinamis, modeling, dan organisasi. Generalisasi yaitu proses untuk menemukan suatu pola seperti mengidentifikasikan permasalahan. Abstraksi yaitu proses untuk mengekstrak simbol matematika dan hubungan berdasarkan generalisasi. Berpikir analitik merupakan proses penyelesaian persamaan seperti menemukan beberapa nilai dan variabel. Berpikir dinamis merupakan proses memahami konsep variabel. Pemodelan merupakan proses untuk merepresentasikan masalah yang kompleks, memodelkan masalah, dan menarik kesimpulan. Kemudian, organisasi merupakan proses memilah dengan menggunakan tabel dan diagram. Kriegler (2007) menjelaskan bahwa berpikir aljabar meliputi dua komponen yaitu pengembangan alat berpikir matematis dan studi ide-ide aljabar dasar. Alat berpikir matematis memiliki tiga topik yaitu keterampilan masalah, keterampilan representasi, dan keterampilan penalaran kuantitatif. Selanjutnya, ide-ide aljabar di eksplorasi melalui tiga topik yaitu aljabar sebagai pemodelan matematika, aljabar sebagai bahasa, dan aljabar untuk pemodelan dan fungsi matematika.

Peneliti lain, Ralston (2013) melakukan penyelidikan terkait aktifitas berpikir aljabar yang berkembang pada siswa sekolah dasar. Hasil penelitian Ralston menjelaskan bahwa aktifitas berpikir aljabar siswa sekolah dasar ditunjukkan dalam tiga komponen yaitu manipulasi numerik, pemodelan, dan fungsi. Manipulasi numerik meliputi efisiensi numerik dan generalisasi. Pemodelan meliputi penyelesaian kalimat bilangan terbuka, persamaan derajat, arti tanda sama dengan, dan bekerja dengan variabel. Sementara, fungsi terdiri dari pola numerik dan pola figural. Penelitian ini menggunakan acuan komponen berpikir aljabar yang dikembangkan oleh Ralston (2013), yaitu manipulasi numerik, pemodelan, dan fungsi. Komponen yang dikembangkan oleh Ralston dipandang

relevan pada penelitian ini karena komponen yang dikembangkan mengacu pada hasil penelitian dengan subjek siswa sekolah dasar.

Pentingnya kemampuan berpikir aljabar dalam matematika telah dinyatakan oleh para peneliti. Windsor (2010) menyatakan bahwa berpikir aljabar dapat membantu kemampuan siswa dalam memecahkan masalah abstraksi dan mengoperasikan entitas matematika secara logis dan independen. Berpikir aljabar juga dapat memperluas pemikiran matematis siswa dengan mendorong mereka untuk berinteraksi dengan hal-hal umum yang melekat dalam matematika. Blanton & Kaput (2011) menjelaskan bahwa mengembangkan berpikir aljabar dapat membantu siswa untuk membangun representasi dan linguistik yang kritis untuk dapat menganalisis, menggambar, dan melambungkan pola dan hubungan. Sementara, Pourdavood et al., (2020) menyatakan bahwa berpikir aljabar memberi siswa kemampuan untuk menganalisis hubungan matematika dalam mendeteksi pola serta memahami fungsi tanda sama dengan. Sibgatullin et al., (2022) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa kemampuan berpikir aljabar yang kuat dapat mengembangkan kemampuan simbolisasi dan generalisasi. Hasil-hasil penelitian yang telah disebutkan menjelaskan bahwa kemampuan berpikir aljabar dapat membantu siswa dalam menyelesaikan masalah abstraksi, membangun representasi, mendeteksi pola dan memahami tanda sama dengan, serta mengembangkan kemampuan simbolisasi dan generalisasi.

Penelitian tentang berpikir aljabar pada siswa SD telah dilakukan oleh beberapa peneliti (Afonso & Mc Auliffe, 2019; Apsari et al., 2020; H. Eriksson & Eriksson, 2021; H. Eriksson & Sumpter, 2021; I. Eriksson & Tabachnikova, 2022; Somasundram, 2021; Wettergren, 2022). Afonso & Mc Auliffe (2019) meneliti perkembangan pemikiran aljabar siswa sekolah dasar melalui studi pola yang bermakna. Hasil penelitian yang dilakukan menemukan bahwa beberapa siswa kelas 3 dapat menunjukkan pemikiran fungsional umum yang muncul untuk memecahkan masalah dan mengembangkan generalisasi matematika dalam berpikir aljabar. Apsari et al., (2020) meneliti tentang peningkatan berpikir aljabar siswa melalui fungsi dari geometri representasi yang menunjukkan bahwa hasil dari pola di kelas pra-algebra yang digambarkan secara geometris mendukung siswa untuk mengidentifikasi bentuk pola dan membangun generalisasi. Eriksson & Sumpter (2021) meneliti tentang eksplorasi pecahan yang berasal dari perbandingan panjang. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa berpikir aljabar dan berpikir pecahan terlihat saling mempengaruhi berpikir matematis kolektif sebagai interaksi antara argumen yang berbeda. Argumen mengenai mengidentifikasi, memprediksi, dan memverifikasi beberapa sifat matematika yang merupakan bagian dari situasi tugas.

Peneliti lain yaitu Somasundram (2021) dalam penelitiannya mengenai uji faktor-faktor kognitif yang mempengaruhi pemikiran aljabar di kalangan siswa kelas lima menjelaskan bahwa indera simbol diperoleh sebagai kontributor paling berpengaruh dalam berpikir aljabar pada siswa kelas lima, diikuti oleh indera pola, indera bilangan, dan indera operasi. Eriksson & Eriksson (2021) meneliti mengenai berpikir aljabar tentang bilangan bulat positif dan bilangan rasional di kelas

multibahasa dan menyimpulkan bahwa siswa sekolah dasar berhasil menganalisis struktur aritmetika bilangan bulat positif dan bilangan rasional melalui tindakan reflektif bersama yang dimediasi alat penjumlahan, pengurangan, dan pembagian seperti yang disarankan dalam kurikulum. [Eriksson & Tabachnikova \(2022\)](#) dalam penelitiannya tentang bagaimana beberapa aspek persamaan aljabar dapat dieksplorasi dan direfleksikan secara teoritis menemukan bahwa siswa sekolah dasar memiliki kesempatan untuk mengembangkan pemikiran aljabar mengenai persamaan sebagai hasil dari aktivitas pembelajaran mereka. Kemudian, [Wettergren \(2022\)](#) dalam penelitian tentang ekspresi aljabar melalui situasi pengajaran menemukan indikator berpikir aljabar siswa seperti menetapkan persamaan, menyesuaikan ketidaksetaraan menjadi persamaan, dan menggeneralisasikan persamaan.

Meskipun banyak peneliti telah melakukan kajian terhadap kemampuan berpikir aljabar siswa sekolah dasar, namun penelitian terkait kemampuan berpikir aljabar siswa sekolah dasar di Indonesia masih relatif terbatas ([Sibgatullin et al., 2022](#)). Sebagian besar penelitian terkait berpikir aljabar di Indonesia lebih memfokuskan pada level SMP. Dengan demikian penelitian untuk mengungkap profil berpikir aljabar siswa sekolah dasar masih terbuka sangat luas. Mengingat pentingnya kemampuan berpikir aljabar siswa ([Blanton & Kaput, 2011](#); [Pourdavood et al., 2020](#); [Sibgatullin et al., 2022](#); [Windsor, 2010](#)), maka pemahaman terhadap kemampuan berpikir aljabar siswa khususnya sekolah dasar sangat penting untuk dipelajari karena bermanfaat bagi guru dalam merancang strategi atau program untuk mengembangkan kemampuan berpikir aljabar siswa.

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengungkap dan mendeskripsikan profil kemampuan berpikir aljabar siswa kelas 5 sekolah dasar dalam menyelesaikan soal terkait berpikir aljabar pada komponen pemodelan. Penelitian ini difokuskan pada penyelidikan pemahaman siswa terhadap makna tanda sama dengan ($=$) dan hubungan kesetaraan, penggunaan variabel untuk menyelesaikan permasalahan dalam bentuk persamaan, serta pemahaman terhadap hubungan antar operasi hitung.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif untuk menyelidiki profil berpikir aljabar siswa dalam menyelesaikan soal terkait komponen pemodelan. Subjek penelitian adalah sebanyak 158 siswa kelas 5 pada dua sekolah dasar swasta di kota Surakarta, Jawa Tengah. Instrumen penelitian yang digunakan yaitu instrumen tes yang diadopsi dari [Ralston \(2013\)](#) yang meliputi komponen manipulasi numerik, pemodelan, dan fungsi. Peneliti menyusun 15 soal yang terdiri dari 4 soal komponen manipulasi numerik, 6 soal komponen pemodelan, dan 5 soal komponen fungsi. Sebelum digunakan, soal terlebih dahulu divalidasi oleh 3 orang ahli pembelajaran matematika dan dilakukan uji coba kepada 10 siswa. Setelah peneliti memperbaiki soal sesuai saran dan masukan dari ahli dan hasil ujicoba, instrumen digunakan untuk pengumpulan data. Instrumen soal tes berpikir aljabar yang digunakan untuk mengungkap kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal terkait pemodelan disajikan pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Soal Komponen Pemodelan

No	Soal
1	Tentukan nilai p yang memenuhi pernyataan berikut! Berikan penjelasan! $p + 54 = 37 + 55$
2	Tentukan nilai q yang memenuhi pernyataan berikut! Berikan penjelasan! $4 \times q = 28$
3	Johan memiliki 12 apel. Dia memakan beberapa apel dan tersisa 9 apel. Jika apel yang dimakan Johan dilambangkan dengan x , manakah diantara pernyataan berikut yang tepat untuk menjelaskan kejadian Johan memakan apel? a. $12 + 9 = x$ b. $9 = 12 + x$ c. $12 - x = 9$ d. $9 - x = 12$
4	Tentukan nilai y yang memenuhi pernyataan berikut! Berikan penjelasan! $8 + y = 9 + 3$
5	Jika $x = 3$, dan $x + y = 12$. Berapa nilai y ? Berikan penjelasan!
6	m merupakan banyak pensil yang dimiliki Budi. Kemudian Dimas memberi Budi 3 pensil lagi. Berapa jumlah pensil yang dimiliki Budi sekarang? Berikan penjelasan!

Jawaban siswa dianalisis menggunakan rubrik penilaian sebagaimana disajikan pada [Tabel 2](#).

Tabel 2. Rubrik Penilaian

Kriteria Penilaian	Skor
Langkah Penyelesaian dan jawaban benar	3
Langkah penyelesaian benar dan jawaban tidak tepat	2
Langkah penyelesaian sebagian benar dan jawaban tidak tepat	1
Langkah penyelesaian salah atau tidak dapat menjawab soal	0

Berdasarkan hasil tes berpikir aljabar, dari 158 siswa, peneliti mengkategorikan kemampuan siswa dalam kategori tinggi, sedang, dan rendah. Kriteria kategorisasi kemampuan siswa dan banyak siswa pada setiap kategori disajikan pada [Tabel 3](#).

Tabel 3. Kategorisasi Siswa Berdasarkan Skor Tes

Kategori	Kriteria (Skor)	Jumlah Siswa
Tinggi	33,75 - 45	12
Sedang	11,25 - 33,75	107
Rendah	0 - 11,25	39

Hasil tes menunjukkan persentase siswa yang mampu menyelesaikan soal dengan tepat pada soal komponen manipulasi numerik rata-rata 43.4%, soal pemodelan rata-rata 24.7%, dan soal fungsi rata-rata 28.2%. Tampak bahwa sebagian sebagian besar siswa relatif kesulitan dalam menyelesaikan soal terkait komponen pemodelan. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada analisis kemampuan berpikir aljabar terkait komponen pemodelan. Selain itu, peneliti juga memfokuskan pada analisis kemampuan berpikir aljabar siswa dengan skor tinggi untuk mengungkap cara berpikir siswa dengan kemampuan tinggi dalam menyelesaikan soal terkait komponen pemodelan dimana sebagian besar siswa mengalami kesulitan. Untuk memudahkan analisis, ke-12 siswa kategori tinggi diberikan kode S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, dan S12.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini disajikan hasil analisis dokumentasi 12 subjek terkait penyelesaian soal berpikir aljabar komponen pemodelan. Rekapitulasi skor siswa kategori tinggi dalam menyelesaikan soal pemodelan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Skor Siswa

No Soal	Skor				Total
	Skor 0	Skor 1	Skor 2	Skor 3	
1	0	3	0	9	12
2	0	0	0	12	12
3	0	0	0	12	12
4	1	0	0	11	12
5	2	0	0	10	12
6	3	1	5	3	12

Analisis Soal Nomor 1

Soal nomor 1 digunakan untuk mengungkap kemampuan siswa melakukan pemodelan operasi hitung bilangan bulat dengan pemahaman konseptual tentang hubungan antara penjumlahan dan pengurangan. Berdasarkan Tabel 4, terdapat 9 subjek yang mampu menyelesaikan soal dengan langkah penyelesaian dan jawaban yang benar. Kemudian 3 subjek menyelesaikan soal namun hanya sebagian langkah penyelesaian yang benar dan jawaban yang diperoleh tidak tepat. Contoh jawaban soal nomor 1 subjek S1 dan S7, subjek yang mampu menyelesaikan soal dengan langkah penyelesaian dan jawaban yang benar, serta S5 dan S8, subjek yang menyelesaikan dengan sebagian langkah penyelesaian yang benar dan jawaban yang diperoleh tidak tepat, disajikan pada Gambar 1.

(a) (b)

(c) (d)

Gambar 1. Jawaban Soal Nomor 1: (a) S1, (b) S7, (c) S5, (d) S8

S1 dan S7 merupakan subjek yang mampu menyelesaikan soal nomor 1 dengan menggunakan langkah penyelesaian yang tepat dan memperoleh jawaban yang benar. Pada Gambar 1(a), S1 terlebih dahulu menghitung operasi pada ruas kanan dengan operasi penjumlahan yaitu $37 + 55$ diperoleh 92 dengan menggunakan cara penjumlahan bersusun. Kemudian, S1 melakukan perhitungan pada ruas kiri dengan operasi penjumlahan bersusun yaitu $54 + 38$ diperoleh 92. Dalam hal ini, S1 dapat menentukan nilai p yaitu 38. Berdasarkan jawaban S1 pada Gambar 1(a), tampak

bahwa, dalam menyelesaikan soal nomor 1, S1 terlebih dahulu memahami makna tanda sama dengan (=) sebagai hubungan kesetaraan sebelum melakukan perhitungan. Berdasarkan pemahaman tersebut, S1 melakukan operasi penjumlahan pada kedua ruas sedemikian hingga diperoleh hasil penjumlahan yang sama, yaitu 92. Dengan kata lain, S1 mampu menunjukkan aktifitas berpikir aljabar pada komponen pemodelan yaitu memahami kesetaraan dan makna tanda sama dengan untuk menyelesaikan masalah. Jawaban soal nomor 1 sebagaimana disajikan pada [Gambar 1\(a\)](#) juga dilakukan oleh S2, S3, dan S6.

Pada [Gambar 1\(b\)](#), tampak bahwa dalam menyelesaikan soal nomor 1, S7 terlebih dahulu memahami bahwa tanda sama dengan (=) merepresentasikan hubungan kesetaraan ruas kiri dan ruas kanan. Berdasarkan pemahaman tersebut, S7 menjumlahkan bilangan pada ruas kanan yaitu $37+55$ sehingga diperoleh 92. Pada langkah berikutnya, S7 menggunakan konsep invers, yaitu invers penjumlahan, dimana bilangan 54 di ruas kiri digunakan untuk mengurangi hasil penjumlahan di ruas kanan, yaitu 92 sehingga diperoleh 38 sebagai nilai p . Kemudian, S7 mengevaluasi ketepatan jawaban untuk mengetahui kesetaraan ruas kiri dan ruas kanan dengan menjumlahkan bilangan 54 dan 38. Dengan kata lain, S1 mampu menunjukkan aktifitas berpikir aljabar pada komponen pemodelan yaitu memahami kesetaraan dan makna tanda sama dengan melakukan operasi perhitungan sedemikian hingga ruas kiri dan kanan hasilnya sama. Selain S7, jawaban sebagaimana pada [Gambar 1\(b\)](#) juga ditunjukkan oleh S4, S9, S10, dan S12.

[Gambar 1\(c\)](#) menunjukkan jawaban S5 dalam menyelesaikan soal dengan menggunakan sebagian langkah benar namun jawaban yang diperoleh tidak tepat. Tampak bahwa S5 sebenarnya memahami makna sama dengan (=) sebagai kesetaraan ruas kanan dan kiri. Hal ini ditunjukkan dengan terlebih dahulu melakukan operasi penjumlahan pada bilangan di ruas kanan dengan cara bersusun yaitu $37 + 55$. Kemudian, melakukan operasi seperti S7, yaitu menggunakan invers penjumlahan untuk menentukan nilai p . Namun, karena S5 melakukan kesalahan perhitungan dalam operasi penjumlahan pada ruas kanan, maka jawaban yang diperoleh tidak tepat. Berdasarkan jawaban S5 pada soal nomor 1 dapat disimpulkan bahwa subjek memahami makna tanda sama dengan (=) sebagai hubungan kesetaraan, namun operasi penjumlahan yang dilakukan mengalami kesalahan sehingga hasil yang diperoleh tidak tepat.

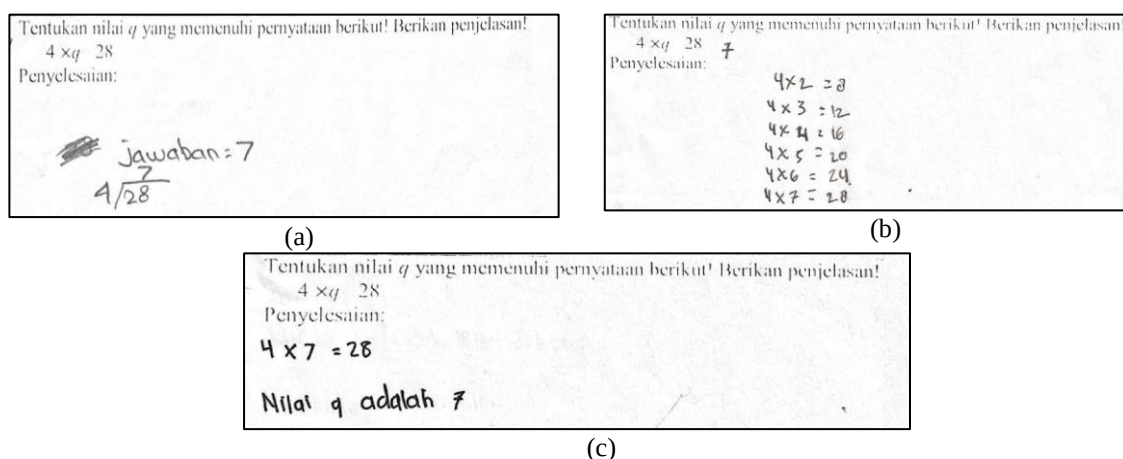
Pada [Gambar 1\(d\)](#), S8 menyelesaikan soal dengan hanya sebagian langkah penyelesaian yang benar dan jawaban yang diperoleh tidak tepat. Tampak bahwa S8 memahami makna tanda sama dengan (=) sebagai hubungan kesetaraan yang ditunjukkan dengan terlebih dahulu melakukan operasi penjumlahan bilangan di ruas kiri, yaitu $55 + 37 = 92$. Berdasarkan hasil penjumlahan pada ruas kanan, S8 melakukan perhitungan pada ruas kiri dengan mencari suatu bilangan jika ditambah dengan 54 hasilnya 92. Tampak bahwa S8 menggunakan cara *trial-error* atau mencoba bilangan tertentu untuk mendapatkan jawaban. Hal ini ditunjukkan dengan percobaan S8 menjumlahkan bilangan 54 dengan 8 dan 54 dengan 22 dimana hasilnya penjumlahan tidak sama dengan 92.

Berdasarkan jawaban S8 dapat disimpulkan bahwa subjek memahami makna tanda sama dengan ($=$) sebagai hubungan kesetaraan, namun cara yang digunakan untuk menentukan jawaban kurang tepat.

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa subjek dengan kemampuan tinggi mampu memahami makna tanda sama dengan ($=$) sebagai hubungan kesetaraan ruas kiri dan kanan yang merupakan salah satu indikator komponen pemodelan dalam berpikir aljabar. Sebagian besar siswa juga sudah mampu menentukan jawaban dengan tepat menggunakan perhitungan langsung dan invers penjumlahan. Sebagian kecil siswa yang tidak memperoleh jawaban yang tepat disebabkan kesalahan perhitungan dan menggunakan *trial-error* untuk menentukan jawaban.

Analisis Soal Nomor 2

Soal nomor 2 digunakan untuk mengungkap kemampuan siswa melakukan pemodelan operasi hitung bilangan bulat dengan pemahaman konseptual tentang hubungan perkalian dan pembagian. Berdasarkan Tabel 4, semua subjek mampu menyelesaikan soal menggunakan langkah yang tepat dan memperoleh jawaban yang benar, namun konsep penyelesaian yang digunakan berbeda. Contoh jawaban S1 dan S5 disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Jawaban Soal Nomor 2: (a) S5, (b) S11, dan (c) S1

Pada Gambar 2(a), S5 memahami hubungan operasi perkalian dan pembagian dengan melakukan pembagian bersusun, yaitu 28 dibagi 4 sehingga diperoleh 7. Berdasarkan jawaban S5 pada soal nomor 2, dapat disimpulkan bahwa subjek mampu menggunakan hubungan operasi hitung dengan operasi hitung yang lain untuk menyelesaikan masalah. Dalam hal ini, S5 dapat memahami hubungan operasi perkalian di ruas kiri dengan operasi pembagian di ruas kanan untuk menentukan nilai q . Selain S5, jawaban sebagaimana pada Gambar 2(a) juga disajikan oleh S4, S9 dan S10.

Kemudian pada Gambar 2(b), S11 tampak menggunakan pemahaman terhadap makna sama dengan ($=$) sebagai hubungan kesetaraan ruas kiri dan kanan. Pada perhitungan ruas kiri, S11 menuliskan langkah penyelesaian dengan melakukan operasi perkalian beberapa bilangan dengan 4, yaitu $4 \times 2 = 8$, $4 \times 3 = 12$, $4 \times 4 = 16$, $4 \times 5 = 20$, $4 \times 6 = 24$ dan $4 \times 7 = 28$. Karena sudah memperoleh hasil perkalian yang sama dengan ruas kanan, yaitu 28, S11 menghentikan perhitungan dan menuliskan jawabannya adalah 7. Berdasarkan jawaban S11 pada soal nomor 2 dapat disimpulkan

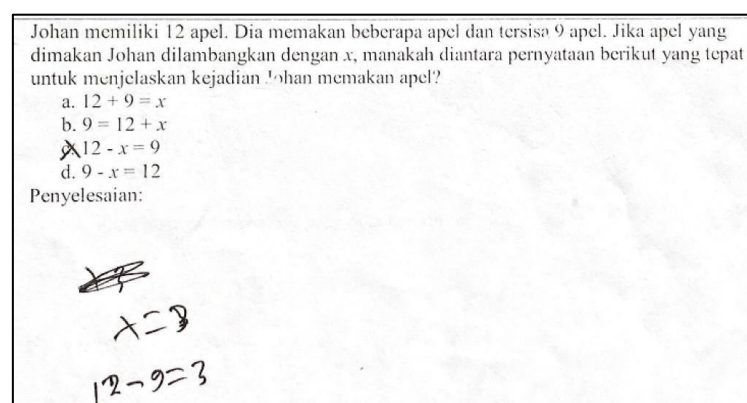
bahwa subjek mampu memahami tanda sama dengan ($=$) sebagai hubungan kesetaraan dua ruas untuk menyelesaikan masalah. Selain S11, jawaban sebagaimana pada [Gambar 2\(b\)](#) juga disajikan oleh S2.

Pada [Gambar 2\(c\)](#), S1 tampak menggunakan pemahaman terhadap makna sama dengan ($=$) sebagai hubungan kesetaraan ruas kiri dan kanan. S1 menentukan nilai q yang memenuhi hasil perkaliannya dengan 4 menghasilkan 28. Dalam hal ini, S1 memperoleh nilai $q=7$ yang memenuhi perkalian $4 \times 7 = 28$. Berdasarkan jawaban S1 pada soal nomor 2, dapat disimpulkan bahwa subjek menggunakan pemahaman terhadap makna tanda sama dengan ($=$) sebagai hubungan kesetaraan untuk menentukan nilai q . Selain S1, jawaban sebagaimana pada [Gambar 2\(c\)](#) juga disajikan oleh S3, S6, S7, S8, dan S12.

Berdasarkan hasil analisis dokumen, terdapat perbedaan strategi dari 12 siswa kategori tinggi dalam menyelesaikan soal nomor 2 yaitu menggunakan konsep hubungan antar operasi perhitungan dan makna tanda sama dengan ($=$) sebagai hubungan kesetaraan. Meskipun soal nomor 2 bertujuan untuk mengungkap pemahaman siswa terkait hubungan antar operasi perhitungan, namun menariknya terdapat beberapa siswa menggunakan strategi yang berbeda yaitu pola bilangan. Dengan kata lain, semua subjek menunjukkan kemampuan berpikir aljabar pada komponen pemodelan yaitu memahami hubungan antar operasi hitung dan hubungan kesetaraan pada makna sama dengan ($=$).

Analisis Soal Nomor 3

Soal nomor 3 digunakan untuk mengungkap kemampuan siswa menggunakan variabel dalam persamaan. Berdasarkan data pada [Tabel 4](#), semua subjek yang memiliki kemampuan aljabar tinggi mampu menyelesaikan soal dengan langkah penyelesaian dan jawaban yang benar. Contoh jawaban S6 disajikan pada [Gambar 3](#).

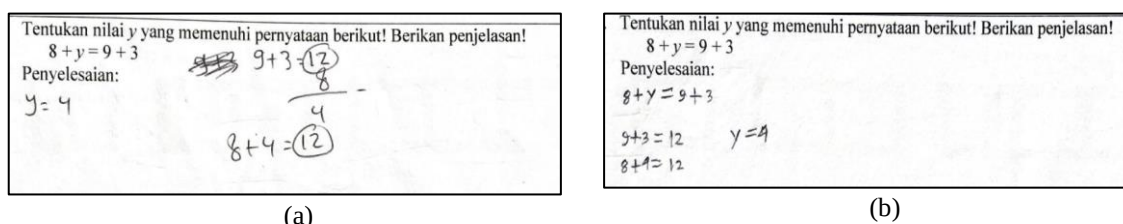


Gambar 3. Jawaban Soal Nomor 3

Berdasarkan [Gambar 3](#), tampak bahwa S6 memahami penggunaan variabel untuk merepresentasikan banyak apel serta hubungan operasi penjumlahan dan pengurangan dalam suatu persamaan. Hal ini menunjukkan bahwa subjek dengan kategori tinggi memenuhi indikator komponen pemodelan dalam berpikir aljabar.

Analisi Soal Nomor 4

Soal nomor 4 digunakan untuk mengungkap kemampuan siswa memahami makna tanda sama (=) sebagai hubungan kesetaraan. Berdasarkan data pada [Tabel 4](#), terdapat 11 subjek mampu menyelesaikan soal dengan langkah penyelesaian dan jawaban yang benar. Dengan kata lain, subjek memahami makna tanda sama dengan (=) sebagai hubungan kesetaraan dua ruas. Sedangkan 1 siswa tidak mampu menyelesaikan menggunakan langkah yang tepat sehingga jawaban yang diberikan juga tidak tepat. Subjek menuliskan langkah penyelesaian yang tidak jelas sehingga tampak tidak memahami permasalahan yang dimaksud dalam soal. Contoh jawaban S7 dan S12, subjek yang mampu menyelesaikan dengan langkah dan jawaban yang tepat disajikan pada [Gambar 4](#).



Gambar 4. Jawaban Soal Nomor 4: (a) S7 dan (b) S12

Pada [Gambar 4\(a\)](#), S7 menyelesaikan soal dengan terlebih dahulu melakukan operasi penjumlahan pada ruas kanan yaitu $9 + 3$ diperoleh 12. Kemudian S7 melakukan operasi pengurangan dari hasil penjumlahan pada ruas kanan dengan bilangan pada ruas kiri yaitu 8 sehingga diperoleh 4. Dalam hal ini, S7 menggunakan pemahaman terhadap invers penjumlahan untuk menentukan nilai y . Selanjutnya, S7 mengecek kembali ketepatan jawaban dengan menjumlahkan $8 + 4$ hasilnya adalah 12. Kemudian, S7 menyimpulkan bahwa nilai dari y pada ruas kiri adalah 4. Berdasarkan jawaban S7 pada [Gambar 4\(a\)](#), tampak bahwa S7 memahami makna tanda sama dengan (=) sebagai hubungan kesetaraan ruas kiri dan kanan. Dalam hal ini, S7 melakukan operasi penjumlahan bilangan pada ruas kanan, kemudian menggunakan hasil penjumlahan untuk menentukan nilai y pada ruas kiri. Dengan kata lain, S7 menunjukkan pemahaman terhadap indikator pemahaman terhadap makna tanda sama dengan dan kesetaraan sebagai bagian dari komponen pemodelan dalam berpikir aljabar. Selain S7, jawaban sebagaimana pada [Gambar 4\(a\)](#) juga dilakukan oleh S4, S5, S9, dan S10.

Pada [Gambar 4\(b\)](#), S12 menyelesaikan soal dengan terlebih dahulu menuliskan operasi penjumlahan pada ruas kanan yaitu $9 + 3$ diperoleh 12. Kemudian S7 melakukan operasi penjumlahan $8 + 4$ diperoleh 12. Kemudian, S12 menyimpulkan bahwa nilai dari y adalah 4. Berdasarkan jawaban S12 pada soal nomor 4, tampak bahwa S12 menggunakan pemahaman terhadap makna tanda sama (=) dan kesetaraan untuk menyelesaikan masalah. S12 memahami hubungan kesetaraan ruas kiri dan kanan pada tanda sama dengan (=) sehingga kedua ruas harus mempunyai nilai yang sama yaitu 12. Meskipun, dalam menyelesaikan soal nomor 4, S12 tampak langsung dapat menentukan nilai y yaitu 4. Selain S12, jawaban sebagaimana pada [Gambar 4\(b\)](#) juga dilakukan oleh S2, S3, S6, S8, dan S11.

Berdasarkan hasil analisis dokumen, tampak bahwa subjek kategori tinggi mampu memahami makna tanda sama dengan ($=$) sebagai hubungan kesetaraan dua ruas. Dengan kata lain, subjek kemampuan tinggi mampu menunjukkan pemahaman terhadap indikator pemodelan sebagai komponen berpikir aljabar. Kemudian, terdapat dua strategi yang digunakan untuk menyelesaikan soal nomor 4 yaitu menggunakan invers penjumlahan dan menentukan secara langsung bilangan yang sesuai.

Analisis Soal Nomor 5

Soal nomor 5 digunakan untuk mengungkap kemampuan siswa menggunakan variabel dalam bentuk persamaan. Berdasarkan data pada Tabel 4, terdapat 10 subjek yang mampu menyelesaikan soal dengan langkah penyelesaian dan jawaban yang benar. Sedangkan 2 subjek tidak mampu menyelesaikan menggunakan langkah penyelesaian yang tepat sehingga jawaban yang diperoleh tidak benar. Kedua subjek menggunakan langkah penyelesaian yang tidak jelas sehingga tampak tidak memahami permasalahan yang dimaksud dalam soal. Contoh jawaban S1 dan S7, subjek yang mampu menyelesaikan soal dengan langkah penyelesaian dan jawaban yang benar, disajikan pada Gambar 5.

Jika $x = 3$, dan $x + y = 12$. Berapa nilai y ? Berikan penjelasan!

Penyelesaian:

$$x = 3$$

$$3 + ? = 12$$

$$12 - 3 = 9$$

$$y = 9$$

$$3 + 9 = 12$$

Jika $x = 3$, dan $x + y = 12$. Berapa nilai y ? Berikan penjelasan!

Penyelesaian:

$$3 + y = 12$$

$$3 + 9 = 12$$

$$y = 9$$

(a)
(b)

Gambar 5. Jawaban Soal Nomor 5: (a) S7 dan (b) S1

Pada Gambar 5(a), S7 menyelesaikan soal dengan terlebih dahulu menuliskan bentuk persamaan $3 + ? = 12$ dimana 3 adalah nilai x dan ? adalah nilai y yang akan ditentukan. S7 menggunakan invers penjumlahan untuk menentukan nilai yang dicari yaitu $12 - 3$ diperoleh 9. Kemudian, S7 menyimpulkan bahwa nilai dari y adalah 9. S7 memeriksa kembali ketepatan jawaban dengan menjumlahkan nilai y dengan 3 sehingga diperoleh $9 + 3 = 12$. Berdasarkan jawaban S7 pada soal nomor 5, tampak bahwa S7 memahami penggunaan variabel untuk menyelesaikan soal nomor 5. Selain itu, S7 juga memahami makna tanda sama dengan ($=$) sebagai hubungan kesetaraan dua ruas dimana S7 memeriksa kembali hasil penjumlahan nilai x dan y pada ruas kiri dengan nilai pada ruas kanan. Berdasarkan jawaban S7, dapat disimpulkan bahwa S7 mampu menunjukkan kemampuan menggunakan variabel dalam persamaan untuk menyelesaikan soal serta memahami makna tanda sama dengan ($=$) sebagai hubungan kesetaraan. Selain S7, jawaban sebagaimana pada Gambar 5(b) juga dilakukan oleh S1, S5, S9, dan S10.

Pada Gambar 5(b), S12 menyelesaikan soal dengan terlebih dahulu menuliskan persamaan dengan mensubstitusi $x = 3$ pada persamaan $x + y = 12$ sehingga diperoleh $3 + y = 12$. Kemudian S12 melanjutkan dengan operasi penjumlahan $3 + 9$ diperoleh 12. Tampak bahwa S12 dapat menentukan secara langsung bahwa nilai y adalah 9. Berdasarkan jawaban S12 pada soal nomor 5,

tampak bahwa S12 memahami penggunaan variabel untuk menyelesaikan masalah dalam bentuk persamaan. Selain itu, S12 menunjukkan pemahaman terhadap makna tanda sama dengan (=) sebagai hubungan kesetaraan ruas kiri dan kanan dimana S12 menentukan nilai y sedemikian hingga apabila dijumlahkan dengan 3 pada ruas kiri hasilnya sama dengan 12 pada ruas kanan. Selain S12, jawaban sebagaimana pada Gambar 5(b) juga dilakukan oleh S4, S6, S8, dan S11.

Berdasarkan hasil analisis dokumen, subjek kategori tinggi menunjukkan kemampuan penggunaan variabel untuk menyelesaikan masalah dalam bentuk persamaan. Selain itu, subjek juga memahami makna tanda sama dengan (=) sebagai hubungan kesetaraan ruas kiri dan kanan. Dengan kata lain, subjek dengan kemampuan tinggi mampu menunjukkan indikator pemodelan sebagai komponen berpikir aljabar. Kemudian, terdapat dua strategi penyelesaian yang digunakan untuk menyelesaikan soal nomor 5 yaitu menggunakan invers penjumlahan dan menentukan secara langsung bilangan yang sesuai.

Analisis Soal Nomor 6

Soal nomor 6 digunakan untuk mengungkap kemampuan siswa dalam penggunaan variabel untuk menyelesaikan permasalahan dalam bentuk persamaan. Berdasarkan data Tabel 4, terdapat 3 subjek yang mampu menyelesaikan soal dengan langkah penyelesaian dan jawaban yang benar. Kemudian, 5 subjek menyelesaikan soal dengan langkah penyelesaian yang benar namun jawaban yang diperoleh tidak tepat. Selanjutnya, 1 subjek menyelesaikan soal dengan sebagian langkah penyelesaian yang benar namun jawaban yang diperoleh tidak tepat. Sedangkan 3 subjek menjawab soal dengan langkah penyelesaian yang tidak tepat dan tidak dapat menyelesaikan soal. Contoh jawaban subjek menyelesaikan soal dengan langkah penyelesaian yang benar namun jawaban yang diperoleh tidak tepat (S5), subjek yang mampu menyelesaikan soal dengan langkah penyelesaian dan jawaban yang benar (S1), subjek yang menjawab soal dengan langkah penyelesaian yang tidak tepat dan tidak dapat menyelesaikan soal (S4), dan subjek menjawab soal dengan langkah penyelesaian sebagian benar namun jawaban yang diperoleh tidak tepat (S3) disajikan pada Gambar 6.

m merupakan banyak pensil yang dimiliki Budi. Kemudian Dimas memberi Budi 3 pensil lagi. Berapa jumlah pensil yang dimiliki Budi sekarang? Berikan penjelasan!
Penyelesaian:

$$M + 3 = M3$$

(a)

m merupakan banyak pensil yang dimiliki Budi. Kemudian Dimas memberi Budi 3 pensil lagi. Berapa jumlah pensil yang dimiliki Budi sekarang? Berikan penjelasan!
Penyelesaian:

$$M + 3$$

karna m tidak bisa diketahui

(b)

m merupakan banyak pensil yang dimiliki Budi. Kemudian Dimas memberi Budi 3 pensil lagi. Berapa jumlah pensil yang dimiliki Budi sekarang? Berikan penjelasan!
Penyelesaian:

$$\begin{array}{r} m = 13 \text{ pensil Budi} \\ 3 \text{ diberi Dimas} \\ \hline 16 \text{ pensil Budi sekarang} \end{array}$$

(c)

m merupakan banyak pensil yang dimiliki Budi. Kemudian Dimas memberi Budi 3 pensil lagi. Berapa jumlah pensil yang dimiliki Budi sekarang? Berikan penjelasan!
Penyelesaian:

$$M + 3 = 4$$

$$M = 4$$

(d)

Gambar 6. Jawaban Soal Nomor 6: (a) S5, (b) S1, (c) S4, dan (d) S3

Pada [Gambar 6\(a\)](#), S5 dapat merepresentasikan permasalahan dalam bentuk aljabar yaitu $M+3$. Namun, S5 tampak belum memahami konsep penjumlahan pada aljabar dimana subjek menjumlahkan variabel dan bilangan yaitu $M+3=M3$. Berdasarkan jawaban S5 pada soal nomor 6, tampak bahwa S5 menunjukkan kemampuan penggunaan variabel untuk merepresentasikan permasalahan, namun S5 tidak memahami sifat operasi penjumlahan aljabar. Selain S5, jawaban sebagaimana pada [Gambar 6\(a\)](#) juga dilakukan oleh S2, S3, S6, dan S11.

Pada [Gambar 6\(b\)](#), S1 dapat merepresentasikan permasalahan dalam bentuk aljabar yaitu $m+3$. S1 menjelaskan bahwa operasi penjumlahan variabel dan bilangan tersebut tidak dapat dilakukan karena m tidak diketahui. Berdasarkan jawaban S1 pada soal nomor 6, tampak bahwa S1 menunjukkan kemampuan penggunaan variabel untuk merepresentasikan permasalahan dan memahami sifat operasi penjumlahan pada aljabar. Selain S1, jawaban sebagaimana pada [Gambar 6\(b\)](#) juga dilakukan oleh S7 dan S10.

Pada [Gambar 6\(c\)](#), S4 memisalkan variabel m dengan bilangan 13 yang merepresentasikan 13 pensil yang dimiliki Budi. Kemudian, S4 menjumlahkan dengan 3 pensil yang diberikan oleh Dimas sehingga diperoleh 16 pensil. Berdasarkan jawaban S4 pada soal nomor 6, tampak bahwa S4 belum mampu menggunakan variabel untuk merepresentasikan permasalahan dalam bentuk persamaan. S4 cenderung membawa bentuk aljabar pada penyelesaian permasalahan nomor 6 menjadi operasi aritmetika. Selain S4, jawaban sebagaimana [Gambar 6\(b\)](#) juga dilakukan oleh S8 dan S9.

Kemudian pada [Gambar 6\(d\)](#), S3 dapat merepresentasikan permasalahan dalam bentuk aljabar yaitu $m+3$. Namun, S3 menambahkan hasil operasi penjumlahan aljabar tersebut yaitu $m+3=14$. Tampak bahwa S3 menambahkan informasi yang tidak diberikan dalam soal. Berdasarkan jawaban S3 pada soal nomor 6, tampak bahwa S3 menunjukkan kemampuan penggunaan variabel untuk merepresentasikan permasalahan namun S3 mengalami kesalahan dengan memberikan informasi tambahan yang tidak diberikan dalam soal untuk menentukan nilai m .

Berdasarkan hasil analisis dokumen, subjek kategori tinggi menunjukkan kemampuan yang bervariasi dalam penggunaan variabel untuk menyelesaikan masalah. Sebagian besar subjek telah menunjukkan kemampuan pemahaman terhadap penggunaan variabel untuk merepresentasikan permasalahan dalam bentuk aljabar. Namun, sebagian subjek masih belum memahami sifat operasi penjumlahan pada aljabar. Dengan kata lain, subjek kategori tinggi sebagian besar sudah menunjukkan kemampuan pada indikator pemodelan sebagai komponen berpikir aljabar.

Hasil analisis 6 soal terkait pemodelan pada komponen berpikir aljabar menunjukkan bahwa subjek dengan kategori tinggi tampak telah dapat menunjukkan pemahaman terhadap makna tanda sama dengan ($=$) sebagai hubungan kesetaraan, penggunaan variabel untuk menyelesaikan permasalahan dalam bentuk persamaan, serta pemahaman terhadap hubungan antar operasi hitung. Dengan demikian, subjek dengan kategori tinggi mampu menunjukkan kemampuan indikator-indikator pemodelan pada komponen berpikir aljabar. Kemudian terdapat strategi yang

bervariasi dalam menyelesaikan permasalahan pemodelan, yaitu menggunakan invers penjumlahan, penentuan nilai yang tidak diketahui secara langsung, hubungan antar operasi, dan pola bilangan. Namun demikian, sebagian kecil subjek masih mengalami kesalahan perhitungan dan kesalahan pemahaman pada operasi aljabar.

Kajian para ahli terkait kemampuan berpikir aljabar siswa kategori tinggi mendukung temuan pada penelitian ini. [Rahmawati et al., \(2019\)](#) menunjukkan bahwa siswa kemampuan tinggi memiliki pemahaman konsep aljabar serta pengetahuannya tentang strategi dalam pemecahannya. Kemudian, [Utomo \(2020\)](#) menjelaskan bahwa siswa sekolah dasar dengan kemampuan tinggi dapat melakukan prosedur operasi hitung dengan baik, sehingga siswa dapat memecahkan masalah dengan benar dan baik. Pemahaman konsep hubungan operasi hitung diperlukan bagi siswa untuk mengembangkan pemikiran aljabar. Selanjutnya, [Harti & Agoestanto \(2019\)](#) menunjukkan bahwa siswa dengan kemampuan berpikir kritis tinggi mampu mengoperasikan bentuk aljabar, menggunakan aljabar untuk menganalisis hubungan, dan menyelesaikan persamaan dalam aljabar.

Meskipun sebagian besar subjek sudah menunjukkan kemampuan terkait indikator-indikator pemodelan, namun temuan penelitian juga menunjukkan adanya kesalahan sebagian siswa kategori tinggi dalam perhitungan dan pemahaman sifat operasi aljabar, yaitu hubungan variabel dan bilangan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian [Permatasari et al., \(2021\)](#) yang menunjukkan bahwa siswa masih kesulitan menggunakan simbol atau variabel untuk menggeneralisasikan suatu permasalahan dan mengubah variabel tersebut menjadi bilangan tertentu. Kemudian, [Töman & Gökburun \(2022\)](#) juga menemukan bahwa siswa tidak dapat memahami penggunaan dan arti huruf atau simbol dengan tepat saat beralih dari aritmatika ke aljabar.

Pengembangan kemampuan berpikir aljabar sejak dini, khususnya pada siswa sekolah dasar perlu menjadi perhatian para peneliti. [Venenciano et al., \(2020\)](#) menjelaskan bahwa berpikir aljabar awal dapat mendorong pembelajaran yang tertuju kepada perhatian siswa pada hubungan yang diamati, dan juga membangun kesempatan bagi siswa untuk bernalar tentang dugaan hubungan perhitungan. Kemudian, [Pitta-Pantazi et al., \(2020\)](#) juga menjelaskan bahwa berpikir aljabar akan mengembangkan kemampuan siswa untuk mencari konsep sifat bilangan dan operasi yang memungkinkan hubungan aritmatika. Salah satu bentuk pengembangan berpikir aljabar pada siswa yaitu dengan menggunakan strategi pembelajaran yang tepat sebagaimana temuan [Veloso et al., \(2021\)](#) yang menjelaskan bahwa penggunaan *lesson study* pada siswa sekolah dasar mampu membedakan ekspresi aljabar dengan mudah dan mampu membuat hubungan yang bermakna antara konsep aljabar dan persamaan aljabar di kehidupan nyata.

SIMPULAN

Subjek dengan kategori tinggi mampu mendemonstrasikan pemahaman terhadap indikator pemodelan pada komponen berpikir aljabar. Subjek mampu memahami makna tanda sama dengan (=) sebagai hubungan kesetaraan, penggunaan variabel untuk menyelesaikan permasalahan dalam

bentuk persamaan, serta pemahaman terhadap hubungan antar operasi hitung. Meskipun demikian, sebagian kecil subjek masih mengalami kesalahan perhitungan dan kesalahan pemahaman pada operasi aljabar. Selain itu, terdapat strategi yang bervariasi untuk menyelesaikan permasalahan pemodelan, yaitu menggunakan invers penjumlahan, penentuan nilai yang tidak diketahui secara langsung, hubungan antar operasi, dan pola bilangan.

DAFTAR RUJUKAN

- Afonso, D., & Mc Auliffe, S. (2019). Children's capacity for algebraic thinking in the early grades. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 23(2), 219–232. <https://doi.org/10.1080/18117295.2019.1661661>
- Apsari, R. A., Putri, R. I. I., Sariyasa, Abels, M., & Prayitno, S. (2020). Geometry representation to develop algebraic thinking: A recommendation for a pattern investigation in pre-algebra class. *Journal on Mathematics Education*, 11(1), 45–58. <https://doi.org/10.22342/jme.11.1.9535.45-58>
- Blanton, M. L., & Kaput, J. J. (2011). *Functional thinking as a route into algebra in the elementary grades*. 5–23. https://doi.org/10.1007/978-3-642-17735-4_2
- Eriksson, H., & Eriksson, I. (2021). Learning actions indicating algebraic thinking in multilingual classrooms. *Educational Studies in Mathematics*, 106(3), 363–378. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10007-y>
- Eriksson, H., & Sumpter, L. (2021). Algebraic and fractional thinking in collective mathematical reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 108(3), 473–491. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10044-1>
- Eriksson, I., & Tabachnikova, N. (2022). “Learning models”: Utilising young students' algebraic thinking about equations. *Lumat*, 10(2), 215–238. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.10.2.1681>
- Harti, L. S., & Agoestanto, A. (2019). Analysis of algebraic thinking ability viewed from the mathematical critical thinking ability of junior high school students on problem based learning. *ARTICLE INFO. Unnes Journal of Mathematics Education*, 8(2), 119–127. <https://doi.org/10.15294/ujme.v8i2.32060>
- Kamol, N., & Har, Y. B. (2010). Upper primary school students' algebraic thinking. *Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, July*, 289–296. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED520911.pdf>
- Kieran, C. (2004). Algebraic thinking in the early grades : What is it? *Mathematics Educator*, 8(1), 139–151.
- Kriegler, S. (2007). Just what is algebraic thinking? *Introduction to algebra :Teacher handbook*, 1–11.
- Lew, H.-C. (2004). Developing algebraic thinking in early grades: Case study of korean elementary school mathematics 1. *The Mathematics Educator*, 8(1), 88–106.
- Patton, B. (2012). Analyzing algebraic thinking using “Guess My Number” problems. *International Journal of Instruction*, 5(1), 5–22.
- Permatasari, D., Azka, R., & Fikriya, H. (2021). Exploring students' algebraic thinking in generational activities and their difficulties. *Beta: Jurnal Tadris Matematika*, 14(1), 53–68. <https://doi.org/10.20414/betajtm.v14i1.418>
- Pitta-Pantazi, D., Chimoni, M., & Christou, C. (2020). Different types of algebraic thinking: an Empirical study focusing on middle school students. *International Journal of Science and*

- Mathematics Education*, 18(5), 965–984. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10003-6>
- Pourdavood, B. R., McCarthy, K., & McCafferty, T. (2020). The impact of mental computation on children's mathematical communication, problem solving, reasoning, and algebraic thinking. *Athens Journal of Education*, 7(3), 241–254. <https://doi.org/10.30958/aje.7-3-1>
- Rahmawati, A. W., Juniati, D., & Lukito, A. (2019). Algebraic Thinking profiles of junior high schools' pupil in mathematics problem solving. *International Journal of Trends in Mathematics Education Research*, 2(4), 202–206. <https://doi.org/10.33122/ijtmer.v2i4.137>
- Ralston, N. C. (2013). *The Development and validation of a diagnostic assessment of algebraic thinking skills for students in the elementary grades*. Retrieved from: <http://hdl.handle.net/1773/23606>
- Sibgatullin, I. R., Korzhuev, A. V., Khairullina, E. R., Sadykova, A. R., Baturina, R. V., & Chauzova, V. (2022). A systematic review on algebraic thinking in education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(1), 1–15. <https://doi.org/10.29333/EJMSTE/11486>
- Somasundram, P. (2021). The role of cognitive factors in year five pupils' algebraic thinking: a structural equation modelling analysis. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(1), 1–12. <https://doi.org/10.29333/ejmste/9612>
- Töman, U., & Gökburun, Ö. (2022). What was and is algebraic thinking skills at different education levels? *World Journal of Education*, 12(4), 8. <https://doi.org/10.5430/wje.v12n4p8>
- Utomo, D. P. (2020). The pattern of a relational understanding of fifth-grade students on integer operations. *JRAMathEdu (Journal of Research and Advances in Mathematics Education)*, 5(2), 119–129. <https://doi.org/10.23917/jramathedu.v5i2.9545>
- Veloso, M. G., Landanganon, L., Lamanilao, R., & Elipane, L. (2021). Integration of Ignatian values in the development of algebraic thinking via utilization of quasi-variables: A lesson study. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(4), 1298–1305. <https://doi.org/10.11591/IJERE.V10I4.21583>
- Venenciano, L. C. H., Yagi, S. L., Zenigami, F. K., & Dougherty, B. J. (2020). Supporting the development of early algebraic thinking, an alternative approach to number. *Investigations in Mathematics Learning*, 12(1), 38–52. <https://doi.org/10.1080/19477503.2019.1614386>
- Wettergren, S. (2022). Identifying and promoting young students' early algebraic thinking. *Lumat*, 10(2), 190–214. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.10.2.1617>
- Windsor, W. (2010). Algebraic thinking : A problem solving approach. *Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, 33, 665–672. Retrieved from: https://research-repository.griffith.edu.au/bitstream/handle/10072/36557/67823_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y