



## Eksplorasi Kemampuan Berpikir Aljabar Siswa Sekolah Dasar dalam Menyelesaikan Soal Manipulasi Numerik

*(Exploration of Elementary School Students' Algebraic Thinking Ability in  
Solving Numerical Manipulation Problems)*

**Annisa Nur Fauziah<sup>1</sup>, Masduki<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup> Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta – Sukoharjo, Jawa Tengah, Indonesia, 57169

<sup>2</sup> Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta – Sukoharjo, Jawa Tengah, Indonesia, 57169

\* email penulis korespondensi: [masduki@ums.ac.id](mailto:masduki@ums.ac.id).

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi kemampuan berpikir aljabar siswa sekolah dasar dalam menyelesaikan persoalan matematika. Metode yang digunakan yaitu kualitatif deskriptif. Subjek penelitian sebanyak 129 siswa kelas lima Sekolah Dasar dari dua sekolah swasta di Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia. Dalam makalah ini, peneliti membatasi analisis kemampuan berpikir aljabar siswa yang mempunyai kemampuan rendah. Teknik pengumpulan data menggunakan instrumen berupa 15 soal tes berpikir aljabar yang meliputi soal komponen manipulasi numerik, pemodelan, dan fungsi. Makalah ini menyajikan analisis pada empat soal komponen manipulasi numerik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa dengan kemampuan berpikir aljabar rendah menggunakan strategi penjumlahan, pengurangan dan perkalian bersusun dalam menyelesaikan soal komponen manipulasi numerik meskipun langkah yang digunakan kurang tepat. Selain itu, siswa juga mengalami kesalahan dalam menyelesaikan soal. Dengan kata lain, kemampuan siswa merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kemampuan berpikir aljabar.

**Kata kunci:** *berpikir aljabar; manipulasi numerik; siswa sekolah dasar*

### Abstract

*This study aims to explore the algebraic thinking skills of elementary school students in solving math problems. The method used is descriptive qualitative. The subjects of this study were 129 fifth-grade elementary school students from two private schools in Surakarta, Central Java, Indonesia. In this paper, the researcher limits the analysis of the algebraic thinking skills of students with low abilities. The data collection used test of 15 algebraic thinking questions consist of numerical manipulation, modeling, and functions components. This paper presents an analysis of the four numerical manipulation component problems. The results showed that students with low algebraic thinking skills used stacked addition, subtraction, and multiplication strategies in solving numerical manipulation component problems even though the steps were not precise. In addition, students also experience errors in solving problems. In other words, the students' ability is one of the factors that affect the ability to think algebraically.*

**Keywords:** *algebraic thinking; numerical manipulation; elementary school student*

**Cara mengutip dengan APA 7 style:** Fauziyah, A. N. & Masduki (2023). Eksplorasi kemampuan berpikir aljabar siswa sekolah dasar dalam menyelesaikan soal manipulasi numerik. *JMPM: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 8(2), 1-14. <https://dx.doi.org/10.26594/jmpm.v8i1.3626>.

## PENDAHULUAN

Kemampuan berpikir aljabar sangat diperlukan dalam menyelesaikan permasalahan matematika, khususnya terkait dengan topik aljabar. Berpikir aljabar juga dapat membantu siswa melakukan transisi berpikir dari cara berpikir aritmetika menuju cara berpikir aljabar. Carpenter dan Levi (2000) mengemukakan dua definisi berpikir aljabar, yaitu membuat generalisasi dan menggunakan simbol untuk mewakili ide-ide matematika. Pemikiran aljabar merupakan pembelajaran aljabar yang paling umum, dan aljabar memiliki kontribusi besar pada sebagian besar bidang matematika (Blanton & Kaput, 2003). Aljabar sering kali dikaitkan dengan variabel dan simbol, sebagaimana yang didefinisikan oleh Kieran. Kieran (2004) mendefinisikan berpikir aljabar sebagai kegiatan untuk menerapkan konsep aljabar yang terdiri dari menggeneralisasi, mentransformasi, dan global meta-level. Menggeneralisasi ini merupakan kegiatan untuk merepresentasikan persamaan matematika ke dalam bentuk aljabar yang meliputi penggunaan simbol atau notasi. Mentransformasi merupakan kemampuan menerapkan konsep aljabar yang berkaitan dengan perubahan melibatkan penggunaan variabel. Global meta-level merupakan kemampuan pemanfaatan aljabar untuk memecahkan permasalahan matematika lain di luar aljabar. Sementara itu, Kaput dkk. (2008) menguraikan definisi berpikir aljabar dari Carpenter & Levi (2000) menjadi sebuah kerangka konseptual yang merumuskan bahwa berpikir aljabar sebagai membuat generalisasi dan simbolisasi dua aspek yang berbeda yang meliputi tiga tahap yaitu aritmatika umum, pemodelan, dan fungsi. Sejalan dengan pemikiran Kaput, Van de Walle (2008) mendefinisikan berpikir aljabar sebagai proses generalisasi bilangan beserta perhitungannya, memformalisasikan berbagai ide dengan menggunakan simbol, dan mengeksplorasi berbagai macam konsep terkait fungsi. Ntsohi (2013) juga mendefinisikan berpikir aljabar sebagai penggunaan simbol dan alat matematika untuk merepresentasikan informasi secara matematis dalam bentuk kata, diagram, tabel, grafik dan persamaan dan untuk menganalisis berbagai kondisi seperti penempatan nilai yang tidak diketahui, bukti pengujian, dan mencari bukti.

Sejalan dengan pemikiran Kieran, berpikir aljabar adalah kemampuan untuk mengoperasikan kuantitas atau bilangan yang tidak diketahui seakan-akan sebagai kuantitas atau bilangan yang diketahui. Hal ini berbeda dengan penalaran aritmetika yang menggunakan operasi kuantitas atau bilangan yang diketahui (Patton, 2012). Pendapat tersebut didukung oleh Radford (2013) yang menyatakan bahwa berpikir aljabar sebagai proses bekerja dengan bilangan yang tidak diketahui. Hubungan dan struktur dalam bilangan yang tidak diketahui seolah-olah dapat diberi nama atau dilambangkan, bahkan dengan cara non-simbolis. Hardiani dkk. (2018) merumuskan berpikir aljabar sebagai proses berpikir yang melibatkan representasi ide-ide matematika termasuk koefisien, konstanta, variabel, rumus, fungsi, menggunakan ekspresi aljabar, dan menafsirkan solusi. Sedangkan Wettergren (2022) menyatakan bahwa terdapat dua aspek inti yang mengidentifikasi pemikiran aljabar, yaitu aljabar secara sistematis dan aljabar sebagai penalaran. Aljabar secara sistematis memberikan simbol generalisasi keteraturan dan kendala. Sedangkan aljabar sebagai penalaran dan tindakan diformulasikan dalam sistem symbol konvensional yang dipandu secara sintaksis pada generalisasi.

Lew (2004) menjelaskan bahwa keberhasilan siswa dalam berpikir aljabar ditentukan oleh enam jenis cara berpikir matematisnya, yaitu generalisasi, abstraksi, berpikir analitis, berpikir dinamis, pemodelan dan organisasi. Kieran (2004) mengemukakan bahwa kemampuan berpikir aljabar perlu dikembangkan agar siswa

memiliki perhatian pada relasi serta representasi dalam pemecahan masalah. Sukmawati dkk. (2018) juga menyatakan bahwa berpikir aljabar memiliki peran penting dalam menyelesaikan masalah matematika. Naziroh (2018) mengungkapkan pentingnya seseorang berpikir aljabar dalam mempelajari matematika memiliki kaitan erat dengan upaya mengembangkan dan mengomunikasikan pengetahuan. Sementara itu, dalam konteks ilmu lainnya, proses berpikir aljabar memiliki urgensi dikarenakan dapat menyelesaikan masalah pada konteks ilmu lainnya seperti, fisika, komputasi, bisnis dan masalah kehidupan sehari-hari (Saputro & Mampouw, 2018). Penting bagi siswa untuk menguasai kemampuan berpikir aljabar, karena berpikir aljabar dapat membantu siswa dalam pemahaman dan pemecahan persoalan matematika dalam kehidupan sehari-hari (Farida & Hakim, 2021). Selain itu, Sibgatullin, dkk. (2022) juga mengungkapkan pentingnya berpikir aljabar yaitu menekankan perlunya mengembangkan pemikiran aljabar, terutama pada usia dini.

Berpikir aljabar memiliki dua komponen yaitu, pengembangan perangkat berpikir matematis dan gagasan aljabar dasar (Kieran, 2004; Kriegler, 2007). Perangkat berpikir matematis terdiri tiga keterampilan, yaitu keterampilan pemecahan masalah, keterampilan representasional, dan keterampilan penalaran kuantitatif. Sedangkan gagasan aljabar dasar, meliputi tiga mata pelajaran, yaitu aljabar sebagai aritmatika umum, aljabar sebagai bahasa, dan aljabar sebagai alat untuk fungsi matematika dan pemodelan. Sedangkan, Kusumaningsih dkk. (2018) merumuskan empat komponen yang wajib dimiliki dalam proses berpikir aljabar, yaitu kemampuan dalam memahami pola dan hubungan, membuat analisa dan pemecahan dalam masalah matematika, menggunakan simbol-simbol serta model-model matematika, serta menganalisis berbagai kasus dalam matematika. Sementara itu, Ralston (2013) menyatakan bahwa terdapat tiga komponen berpikir aljabar yang diadaptasi dari kerangka konseptual yang dirumuskan oleh Kaput dkk. (2008). Komponen tersebut terdiri dari manipulasi numerik, permodelan, dan pola. Subkomponen manipulasi numerik meliputi efisiensi aritmetika secara umum dan generalisasi. Subkomponen pemodelan meliputi kalimat bilangan terbuka, kesetaraan, makna tanda sama dengan, dan penggunaan variabel. Kemudian, subkomponen pola meliputi fungsi numerik dan pola figural. Pernyataan tersebut sejalan dengan pemikiran Kaput. Penelitian ini mengadopsi komponen berpikir aljabar Ralston sebagai acuan dalam penyusunan instrumen tes. Alasan pemilihan komponen berpikir aljabar Ralston karena di dalamnya terdapat komponen manipulasi numerik dan beberapa subkomponen yang sesuai dengan karakteristik konsep aljabar di sekolah untuk mengukur kemampuan berpikir aljabar siswa. Selain itu, hasil penelitian yang dilakukan oleh Ralston sudah diakui keabsahannya.

Tantangan dalam pengembangan berpikir aljabar yaitu aljabar biasanya dikenalkan kepada siswa melalui aritmetika, misalnya dalam bentuk tugas yang berfokus pada persamaan di mana siswa diminta untuk menentukan nilai bilangan yang tidak diketahui (Kieran dkk., 2016). Hal tersebut menjadi alasan mengapa dalam pembelajaran aljabar siswa sering mengalami berbagai kesulitan, di mana siswa sering terjebak pada solusi numerik. Oleh karena itu, berpikir aljabar sebaiknya diperkenalkan kepada siswa sejak awal sekolah dasar (Wettergren, 2022). Guru perlu menggunakan strategi pembelajaran untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam berpikir aljabar, seperti membuat generalisasi dan menggunakan representasi aljabar (Wettergren, 2022).

Para peneliti telah mengkaji kemampuan berpikir aljabar pada siswa sekolah dasar. Somasundram (2021) yang mengusulkan untuk memperluas literatur pemikiran aljabar dengan memeriksa faktor kognitif yang mempengaruhi pemikiran aljabar siswa kelas lima di Malaysia. Penelitian tersebut menemukan bahwa pengertian angka, operasi, simbol, dan pola merupakan prediktor kognitif yang berpengaruh dalam pemikiran aljabar siswa kelas lima. Selanjutnya, penelitian Venenciano dkk. (2019) yang meneliti

mengenai perkembangan cara berpikir siswa dalam memahami konsep bilangan. Penelitian tersebut memberikan ide bagi guru untuk mempertimbangkan bagaimana dan kapan harus memperkenalkan konsep aljabar untuk anak kecil. Kemudian, penelitian Eriksson & Sumpter (2021) yang mengkaji tentang pemikiran aljabar dan fraksional siswa Sekolah Dasar menyimpulkan bahwa berpikir aljabar dan berpikir fraksional tampak memiliki keterkaitan antar keduanya.

Penelitian untuk menyelidiki kemampuan berpikir aljabar siswa sekolah dasar khususnya di Indonesia masih relatif terbatas. Keterbatasan kajian terkait kemampuan berpikir siswa khususnya sekolah dasar mengakibatkan kurangnya referensi terkait karakteristik berpikir aljabar siswa sekolah dasar di Indonesia. Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi kemampuan berpikir aljabar siswa khususnya yang memiliki tingkat kemampuan berpikir aljabar rendah dalam menyelesaikan permasalahan matematika. Penelitian ini memiliki kontribusi yang penting untuk membantu guru dalam memahami keterampilan berpikir aljabar siswa sehingga guru dapat merancang strategi pembelajaran yang efektif dan efisien untuk meningkatkan keterampilan berpikir aljabar siswa khususnya siswa sekolah dasar.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif deskriptif. Subjek yang terlibat dalam penelitian ini sebanyak 129 siswa kelas 5 Sekolah Dasar yang berasal dari dua Sekolah Dasar swasta di Kota Surakarta. Terdapat 42 siswa yang berpartisipasi pada sekolah pertama dan 87 siswa pada sekolah kedua yang berpartisipasi dalam penelitian. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu instrumen tes berpikir aljabar yang terdiri dari 15 soal. Soal tes ini bertujuan untuk menggali kemampuan berpikir aljabar siswa dalam menyelesaikan permasalahan matematika. Peneliti menyusun instrumen tes berpikir aljabar dengan mengadopsi permasalahan yang dikembangkan oleh Ralston (2013) yang terdiri dari tiga komponen, yaitu manipulasi numerik, pemodelan, dan fungsi. Penelitian ini mengadopsi empat soal manipulasi numerik, enam soal pemodelan, dan lima soal fungsi. Selanjutnya, instrumen tes terlebih dahulu dilakukan validasi oleh tiga orang ahli dalam pembelajaran matematika sekolah. Berdasarkan hasil validasi, peneliti memperoleh saran untuk perbaikan instrumen tes. Kemudian, peneliti melakukan perbaikan terhadap instrumen tes dengan mempertimbangkan saran dari para ahli. Sebelum digunakan, peneliti melakukan uji coba instrumen kepada 10 siswa kelas 5 yang tidak menjadi bagian dari subjek penelitian. Berdasarkan hasil uji coba, peneliti melakukan perbaikan lagi terhadap soal agar lebih mudah dipahami oleh siswa.

Pada makalah ini, peneliti menganalisis jawaban siswa pada empat soal manipulasi numerik untuk mengungkap kemampuan berpikir aljabar dan kesalahan yang dilakukan siswa. Soal komponen manipulasi numerik digunakan untuk mengungkap kemampuan siswa dalam melakukan operasi penjumlahan, pengurangan, dan perkalian bilangan bulat secara efisien dan akurat. Selain itu, soal komponen manipulasi numerik juga digunakan untuk mengungkap kemampuan siswa dalam menerapkan sifat-sifat operasi seperti strategi penjumlahan, pengurangan, dan perkalian. Soal komponen manipulasi numerik disajikan pada Tabel 1. Selain itu, peneliti melakukan penilaian terhadap hasil tes siswa menggunakan rubrik penilaian sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 1. Soal Tes Kemampuan Berpikir Aljabar Komponen Manipulasi Numerik**

No	Soal
1	Tentukan nilai $n$ yang memenuhi pernyataan berikut! Berikan penjelasan! $35 + 57 - 56 = n$
2	Nyatakan pernyataan berikut benar atau salah! Berikan penjelasan! $15 + 7 - 6 = 15 + 1$
3	Skala pada peta menunjukkan bahwa setiap 1 cm pada peta mewakili 4 km jarak sebenarnya. Jarak dari dua kota di peta adalah 8 cm. Berapa km jarak sebenarnya kedua kota tersebut?
4	Nyatakan pernyataan berikut benar atau salah! Berikan penjelasan! $(9 \times 57) + 57 = 10 \times 57$

**Tabel 2. Rubrik Penilaian Jawaban Siswa**

Skor	Keterangan
3	Langkah penyelesaian dan jawaban yang diperoleh benar atau sepenuhnya benar.
2	Langkah penyelesaian benar, namun jawaban yang diperoleh tidak tepat
1	Langkah penyelesaian sebagian benar dan jawaban yang diperoleh tidak tepat
0	Tidak menjawab atau langkah penyelesaian salah dan jawaban yang diperoleh tidak tepat

Berdasarkan hasil tes siswa, peneliti menentukan tiga kategori tingkat berpikir aljabar, yaitu kategori tinggi, sedang, dan rendah. Peneliti mengklasifikasikan kategori tinggi, sedang, dan rendah menggunakan kriteria sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Kriteria Berdasarkan Kategori Tingkat Berpikir Aljabar**

Kategori	Kriteria (Skor)
Tinggi	33,75 – 45
Sedang	11,25 – 33,75
Rendah	0 – 11,25

Berdasarkan hasil tes berpikir aljabar siswa, peneliti mengelompokkan 129 siswa berdasarkan kategori tingkat berpikir aljabar tinggi, sedang, dan rendah sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Kategorisasi Siswa**

Kategori	Jumlah Siswa	Persentase
Tinggi	4	3%
Sedang	92	71%
Rendah	33	26%

Tabel 4 menunjukkan bahwa dari 129 siswa, hanya ada 4 siswa atau 3% yang memiliki skor tes berpikir aljabar tinggi. Sebagian besar siswa yaitu 92 siswa atau 71% memiliki skor tes berpikir aljabar sedang. Sedangkan sebanyak 33 siswa atau 26% siswa termasuk dalam kategori kemampuan berpikir aljabar rendah. Pada penelitian ini, peneliti hanya memfokuskan untuk menganalisis kemampuan siswa kategori rendah dalam menyelesaikan soal. Analisis dilakukan dengan mengkaji langkah penyelesaian soal pada dokumen jawaban siswa. Untuk memudahkan proses analisis jawaban siswa pada setiap soal, peneliti memberikan kode S1, S2, S3, ..., S33 pada subjek kategori rendah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini disajikan hasil analisis semua subjek kategori berpikir aljabar rendah pada keempat soal manipulasi numerik. Berdasarkan hasil penskoran jawaban siswa pada setiap soal manipulasi numerik pada Tabel 3, diperoleh hasil rekapitulasi banyaknya siswa yang memperoleh skor 0, 1, 2, dan 3 pada soal manipulasi numerik sebagaimana disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Rekapitulasi Skor Siswa pada Soal Manipulasi Numerik**

No Soal	Banyak Siswa (%)			
	Skor 0	Skor 1	Skor 2	Skor 3
1	12 (36.4%)	8 (24.3%)	1 (3%)	12 (36.4%)
2	20 (60.6%)	10 (30%)	0	3 (9%)
3	26 (78.8%)	3 (9%)	0	4 (12%)
4	21 (63.6%)	11 (33%)	1 (3%)	0

### Analisis Soal Nomor 1

Soal nomor 1 terkait kemampuan siswa melakukan operasi bilangan bulat secara efisien dan akurat. Berdasarkan data pada Tabel 5, terdapat 12 (36.4%) siswa mendapatkan skor 3 dan 12 siswa mendapatkan skor 0. Hal ini berarti terdapat 12 siswa dengan kemampuan berpikir aljabar rendah sudah mampu menyelesaikan soal nomor 1 dengan menggunakan langkah penyelesaian yang tepat dan memberikan jawaban yang benar. Namun, terdapat pula 12 (36.4%) siswa dengan kemampuan berpikir aljabar rendah belum mampu menyelesaikan soal nomor 1 dengan menggunakan langkah penyelesaian yang tepat dan tidak memberikan jawaban benar. Selain itu, terdapat pula 8 (24.3%) siswa yang menjawab namun hanya sebagian langkah penyelesaian yang tepat dan jawaban yang diperoleh juga salah. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sekitar 60.7% siswa masih belum mampu melakukan operasi bilangan bulat secara efisien dan akurat. Hanya 36.4% siswa dengan kemampuan berpikir aljabar rendah mampu menyelesaikan soal nomor 1 dengan menggunakan langkah yang tepat serta memperoleh jawaban yang benar. Dengan kata lain, hanya sebagian kecil siswa yang mampu melakukan operasi bilangan bulat secara efisien dan akurat. Gambar 1 menunjukkan contoh subjek S2 yang mampu melakukan operasi bilangan bulat secara efisien dan akurat pada soal nomor 1.

1. Tentukan nilai  $n$  yang memenuhi pernyataan berikut! Berikan penjelasan!  
 $35 + 57 - 56 = n$   
 Penyelesaian:

$$\begin{array}{r} 35 \\ 57 \\ \hline 92 \end{array} + \begin{array}{r} 92 \\ 56 \\ \hline 36 \end{array} = 36$$

**Gambar 1. Jawaban S2 Pada Soal Nomor 1**

Pada Gambar 1, tampak bahwa S2 mampu merumuskan langkah penyelesaian dan jawaban dengan benar. S2 mampu melakukan operasi bilangan bulat pada soal nomor 1 menggunakan strategi penjumlahan bersusun. Siswa menuliskan perhitungan secara runtut yaitu dengan terlebih dahulu melakukan operasi penjumlahan  $35 + 57$ . Kemudian hasil dari penjumlahan tersebut yaitu 92 dikurangi dengan 56 diperoleh hasil 36. Kemudian siswa menyimpulkan bahwa nilai  $n$  yang memenuhi pada soal nomor 1 yaitu  $n$  adalah 36.

Selanjutnya, Gambar 2 menyajikan contoh jawaban S31, yaitu subjek yang tidak mampu menyelesaikan soal nomor 1. Dalam hal ini, S31 belum mampu melakukan operasi bilangan bulat secara efisien dan akurat.

1. Tentukan nilai  $n$  yang memenuhi pernyataan berikut! Berikan penjelasan!  
 $35 + 57 - 56 = n$   
 Penyelesaian: 85  

$$\begin{array}{r} 35 \\ + 57 \\ \hline 142 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r} 142 \\ - 57 \\ \hline 85 \end{array}$$

Gambar 2. Jawaban S31 pada Soal Nomor 1

Gambar 2 menunjukkan bahwa S31 belum dapat merumuskan langkah penyelesaian dan jawaban dengan tepat. S31 belum mampu melakukan operasi bilangan bulat pada soal nomor 1. Pada penyelesaian soal nomor 1, S31 menggunakan juga strategi penjumlahan dan pengurangan bersusun. S31 menuliskan perhitungan dengan terlebih dahulu melakukan operasi penjumlahan  $35 + 57$  namun hasilnya kurang tepat, yaitu 142. Selanjutnya, S31 melakukan operasi pengurangan  $142 - 37$  diperoleh hasil 85. Tampak bahwa siswa belum mampu melakukan operasi penjumlahan dan pengurangan menggunakan metode bersusun secara efisien dan akurat. S31 mengalami kesalahan dalam menentukan hasil operasi penjumlahan dan pengurangan. S31 melakukan kesalahan dalam menggunakan bilangan pada operasi pengurangan. Tampak bahwa S31 menuliskan bilangan 37 pada operasi pengurangan yang tidak sesuai dengan pernyataan pada soal.

### Analisis Soal Nomor 2

Soal nomor 2 terkait dengan operasi penjumlahan dan pengurangan bilangan bulat secara efisien dan akurat. Berdasarkan data pada Tabel 5, terdapat 20 (60.6%) siswa yang mendapatkan skor 0. Hal ini berarti sebanyak 60.6% siswa belum mampu menyelesaikan soal nomor 2 dengan menggunakan langkah penyelesaian yang tepat dan hasil jawaban yang diperoleh juga tidak tepat. Kemudian, sebanyak 10 (30%) siswa mendapatkan skor 1 yang menunjukkan bahwa 30% siswa belum mampu menyelesaikan soal nomor 2 dengan langkah penyelesaian yang tepat. Siswa menggunakan langkah penyelesaian namun hanya sebagian langkah yang tepat serta jawaban yang diperoleh tidak tepat. Dengan demikian, lebih dari 90% siswa dengan tingkat kemampuan berpikir aljabar rendah belum mampu menyelesaikan soal operasi penjumlahan dan pengurangan bilangan bulat secara efisien dan akurat. Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan contoh jawaban S3 dan S17 yaitu subjek yang belum mampu melakukan operasi bilangan bulat secara efisien dan akurat pada soal nomor 2.

2. Nyatakan pernyataan berikut benar atau salah! Berikan penjelasan!  
 $15 + 7 - 6 = 15 + 1$   
 Penyelesaian: 15 + 7 = 22 = 22 - 6 = 12 pernyataan ya salah  

$$\begin{array}{r} 15 \\ + 7 \\ \hline 22 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r} 22 \\ - 6 \\ \hline 12 \end{array}$$

Gambar 3. Jawaban S3 pada Soal Nomor 2

2. Nyatakan pernyataan berikut benar atau salah! Berikan penjelasan!  
 $15 + 7 - 6 = 15 + 1$   
 Penyelesaian: Benar

$$\begin{array}{r} 15 \\ + 7 \\ \hline 22 \\ - 6 \\ \hline 16 \end{array}$$

$$15 + 1 = 16$$

$$24 = 15 + 1 = 14$$

Gambar 4. Jawaban S17 pada Soal Nomor 2

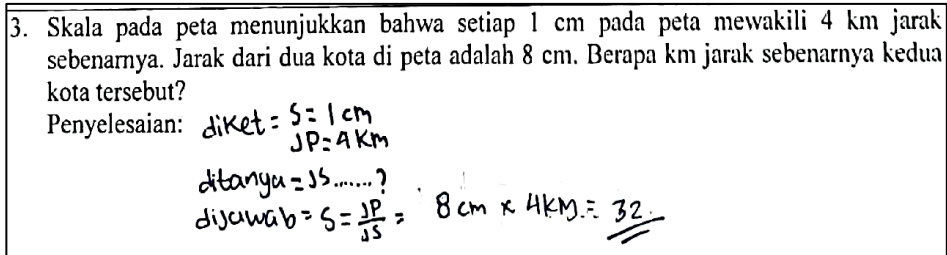
Soal nomor 2 memuat pertanyaan untuk menentukan apakah pernyataan tersebut benar atau salah. Pernyataan yang dimaksud adalah  $15 + 7 - 6$  sama dengan  $15 + 1$ . Berdasarkan Gambar 3, S3 menggunakan teknik penjumlahan dan pengurangan bersusun untuk menyelesaikan soal nomor 2. Terlihat bahwa siswa S3 hanya melakukan penyelesaian operasi untuk sisi kiri pernyataan, dan tidak melakukan penyelesaian untuk sisi kanan pernyataan. Pada penyelesaian sisi kiri, S3 terlebih dahulu melakukan penjumlahan bilangan  $15 + 7$  diperoleh hasil 22. Selanjutnya S3 melakukan operasi pengurangan yaitu  $22 - 6$  diperoleh hasil 12. Hasil yang diperoleh dari operasi pengurangan tersebut tidak tepat, karena perhitungan yang benar yaitu  $22 - 6$  hasilnya 16. Kemudian, S3 menebak dan menyimpulkan bahwa pernyataan tersebut salah.

Pada Gambar 3 tampak bahwa S3 tidak memahami konsep tanda sama dengan yang merupakan simbol kesetaraan. Sehingga S3 hanya menghitung sisi kiri tanpa menyetarakan dengan sisi kanan pernyataan. Selanjutnya, Gambar 4 menunjukkan bahwa S17 menuliskan penyelesaian perhitungan pada ruas kiri dan kanan pernyataan, namun perhitungan yang dilakukan memperoleh hasil yang salah. Pada perhitungan ruas kiri, S17 terlebih dahulu melakukan penjumlahan bilangan  $15 + 7$  diperoleh hasil 22. Selanjutnya dari hasil penjumlahan tersebut, S17 melakukan operasi pengurangan yaitu  $22 - 6$  diperoleh hasil 24. Hasil yang diperoleh tersebut tidak tepat, karena perhitungan yang benar yaitu  $22 - 6$  hasilnya 16. Pada perhitungan ruas kanan, S17 melakukan penjumlahan bilangan  $15 + 1$  diperoleh hasil 14. Hasil perhitungan ruas kanan kurang tepat karena perhitungan yang benar yaitu  $15 + 1$  hasilnya 16. Kemudian, S17 menyatakan pernyataan soal nomor 2 “benar”, meskipun argumentasi yang digunakan tidak tepat. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa S17 tidak memahami konsep tanda sama dengan yang merupakan simbol kesetaraan.

### Analisis Soal Nomor 3

Soal nomor 3 terkait operasi perkalian bilangan bulat secara efektif dan akurat. Berdasarkan data pada Tabel 5, terdapat sebanyak 26 (78.8%) siswa yang mendapat skor 0. Hal ini berarti, sebagian besar siswa belum mampu menyelesaikan soal nomor 3 dengan menggunakan langkah penyelesaian yang tepat. Kemudian, terdapat 3 (9%) siswa yang menyelesaikan soal namun hanya sebagian langkah yang tepat, namun jawaban yang diberikan belum tepat. Selain itu, terdapat 4 (12%) siswa yang mendapat skor 3 yang berarti hanya sebagian kecil siswa yang mampu menyelesaikan soal nomor 3 menggunakan langkah penyelesaian yang tepat dan hasil jawaban yang diperoleh benar. Dengan demikian, sebagian besar siswa, yaitu sekitar 87.8% siswa dengan tingkat berpikir aljabar rendah belum mampu menyelesaikan operasi perkalian bilangan bulat secara efektif dan akurat. Gambar 5 menunjukkan contoh jawaban S14 yaitu subjek yang mampu melakukan operasi perkalian bilangan bulat secara efektif dan akurat pada soal nomor 3.

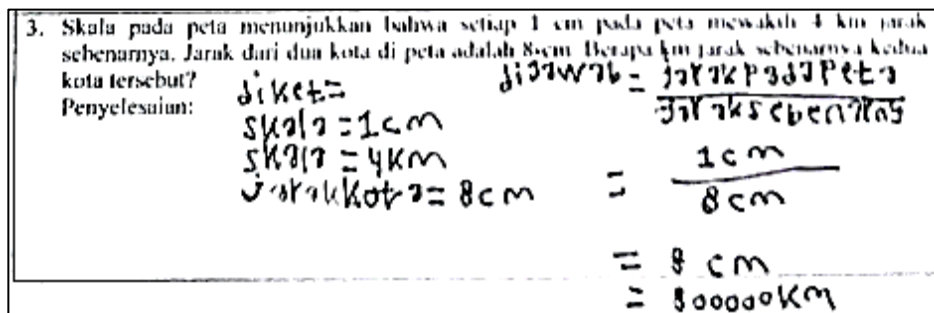




Gambar 5. Jawaban S14 pada Soal Nomor 3

Gambar 5 menunjukkan bahwa siswa S14 sudah mampu menyelesaikan soal nomor 3 dengan menuliskan langkah penyelesaian dan jawaban yang benar. Namun, S14 kurang tepat dalam menuliskan apa yang diketahui dalam soal. S14 menuliskan bahwa S sama dengan 1 cm, penulisan yang benar yaitu S sama dengan 1:4. Kemudian S14 menuliskan JP sama dengan 4 kilometer, penulisan yang benar yaitu JS sama dengan 4 kilo meter. Selanjutnya S14 telah menuliskan rumus skala dengan benar yaitu S sama dengan  $\frac{JP}{JS}$ . Kemudian, S14 operasi perkalian silang  $8 \times 4$  diperoleh hasil 32 kilometer. Dengan kata lain, S14 mampu melakukan operasi bilangan secara efektif dan efisien.

Selanjutnya, Gambar 6 menyajikan contoh jawaban S16, yaitu subjek yang tidak mampu menyelesaikan soal nomor 3. Dalam hal ini, S16 belum mampu melakukan operasi bilangan bulat secara efektif dan akurat.



Gambar 6. Jawaban S16 pada Soal Nomor 3

Gambar 6 menunjukkan bahwa S16 tidak menuliskan langkah penyelesaian yang sistematis dan jawaban yang diperoleh tidak tepat. Namun, S16 mampu menuliskan rumus menghitung skala dengan benar yaitu

$$\text{skala} = \frac{\text{jarak pada peta}}{\text{jarak sebenarnya}}$$

Kemudian, S16 melakukan substitusi angka yang diketahui dalam soal dalam rumus, yaitu  $\frac{1}{8}$  diperoleh hasil 8. Namun, jawaban S16 kurang tepat karena penulisan yang benar yaitu  $\frac{1}{4}$  sama dengan  $\frac{8}{JS}$ . Selanjutnya dilakukan operasi perkalian silang  $1 \times JS$  dan  $8 \times 4$  sehingga diperoleh hasil yang benar yaitu JS sama dengan 32 kilo meter. Berdasarkan jawaban siswa pada Gambar 7, dapat disimpulkan bahwa S16 belum memahami konsep bilangan pecahan. S16 mengalami kesalahan dalam menempatkan bilangan yang sudah diketahui pada soal ke dalam rumus skala. Selain itu, S16 juga mengalami kesalahan pada saat menentukan hasil operasi pembagian.

#### Analisis Soal Nomor 4

Soal nomor 4 terkait penerapan sifat operasi asosiatif sebagai strategi penjumlahan, pengurangan, dan perkalian. Soal nomor 4 memuat perintah untuk

menyatakan pernyataan yang disajikan benar atau salah. Berdasarkan data pada Tabel 5, terdapat sebanyak 21 (63.6%) siswa mendapat skor 0 yang menunjukkan siswa belum mampu menyelesaikan soal nomor 4 dengan menggunakan langkah penyelesaian yang tepat dan hasil jawaban salah. Kemudian terdapat 11 (33%) siswa yang mendapat skor 1 yang menunjukkan siswa belum mampu menyelesaikan soal nomor 4 dengan langkah penyelesaian yang tepat, namun sebagian dari langkah penyelesaiannya sudah benar dan hasil jawaban masih salah. Dengan demikian, hampir 96% siswa dengan kemampuan berpikir aljabar rendah belum mampu melakukan penerapan sifat operasi asosiatif sebagai strategi penjumlahan, pengurangan, dan perkalian. Gambar 7 menunjukkan contoh jawaban S22 yaitu subjek yang belum mampu melakukan penerapan sifat operasi asosiatif sebagai strategi penjumlahan, pengurangan, dan perkalian pada soal nomor 4.

4. Nyatakan pernyataan berikut benar atau salah! Berikan penjelasan!  
 $(9 \times 57) + 57 = 10 \times 57$   
 Penyelesaian:  $(9 \times 57) + 57 = 543 \times 57$  Salah

$$\begin{array}{r} 57 \quad 3 \\ \underline{2} \times \\ 486 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ 486 \\ \underline{57} + \\ 543 \end{array}$$

Gambar 7. Jawaban Siswa S22 pada Soal Nomor 4

Gambar menunjukkan bahwa S22 belum mampu menyelesaikan soal nomor 4 dengan langkah penyelesaian yang terstruktur dan jawaban yang diperoleh tidak tepat. S22 menggunakan strategi penjumlahan dan perkalian bersusun. S22 menjawab dengan terlebih dahulu melakukan operasi perkalian  $9 \times 57$  diperoleh hasil yaitu 486. Namun, hasil yang diperoleh tersebut tidak tepat karena  $9 \times 57$  hasilnya 513. Kemudian, hasil perkalian yang diperoleh dilakukan operasi penjumlahan yaitu  $486 + 57$  diperoleh hasil 543. Selanjutnya, S22 menuliskan jawaban dengan operasi perkalian yaitu  $543 \times 57$ , dan menyatakan bahwa pernyataan soal nomor 4 salah. Tampak bahwa S22 tidak memahami konsep tanda sama dengan yang merupakan simbol kesetaraan dan tidak mengimplementasikan sifat asosiatif pada operasi perkalian dan penjumlahan. S22 hanya melakukan penyelesaian pada sisi kiri tanpa menyetarakan dengan operasi perkalian pada sisi kanan. Karena S22 mengalami kesalahan dalam menentukan hasil perkalian pada awal operasi, maka terjadi kesalahan beruntun pada operasi penjumlahan berikutnya. Dengan kata lain, S22 belum mampu menggunakan sifat operasi untuk menyelesaikan masalah.

### Diskusi

Komponen manipulasi numerik tersusun dari dua subkomponen, yaitu efisiensi numerik secara umum dan generalisasi. Efisiensi numerik secara umum membahas tentang kemampuan siswa dalam mengoperasikan penjumlahan, pengurangan, dan perkalian bilangan bulat dari satu, dua, atau tiga digit angka secara efisien dan akurat. Generalisasi membahas tentang kemampuan siswa dalam menerapkan sifat-sifat operasi sebagai strategi penjumlahan, pengurangan, dan perkalian seperti komutatif, asosiatif, properti identitas, dan properti nol. Soal nomor satu, dua, dan tiga merupakan bentuk implementasi dari sub komponen efisiensi numerik secara umum. Sedangkan, soal nomor empat merupakan bentuk implementasi dari sub komponen generalisasi. Sebagian besar siswa yang memiliki tingkat kemampuan berpikir aljabar rendah menggunakan strategi penjumlahan, pengurangan dan perkalian bersusun dalam menyelesaikan soal komponen manipulasi numerik. Namun, terdapat beberapa siswa yang menggunakan strategi menebak.

Hasil analisis jawaban siswa menunjukkan bahwa terdapat lima kesalahan yang dilakukan oleh siswa dalam menyelesaikan soal komponen manipulasi numerik. Pertama, siswa melakukan kesalahan dalam menentukan hasil operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Kedua, siswa melakukan kesalahan dalam mensubstitusikan bilangan pada operasi pengurangan. Ketiga, siswa tidak memahami konsep tanda sama dengan yang merupakan simbol kesetaraan. Keempat, siswa mengalami kesalahan dalam mensubstitusikan bilangan yang sudah diketahui ke dalam rumus matematika. Kelima, siswa mengalami kesalahan dalam proses memahami pernyataan yang disajikan pada soal.

Berdasarkan hasil analisis jawaban siswa, siswa yang memiliki kemampuan berpikir aljabar kategori rendah menyelesaikan soal komponen manipulasi numerik nomor satu, dua, dan empat dengan memanfaatkan pengetahuan dan kemampuan dasar mengoperasikan penjumlahan, pengurangan, dan perkalian yang mereka peroleh pada saat kelas awal. Oleh karena itu, sangat penting siswa di kelas awal mempelajari dan mendapatkan materi terkait strategi operasi bilangan. Ketika siswa belum memahami konsep operasi bilangan, maka hal itu akan menjadi sebuah hambatan siswa untuk dapat mengembangkan level kemampuan berpikir aljabar secara konseptual. Oleh karena itu, perlunya dilakukan kegiatan yang mendukung perkembangan pemikiran aljabar siswa pada siswa tingkat awal. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mulligan dkk. (2020) yang menyatakan bahwa siswa yang memiliki kemampuan berpikir aljabar kategori rendah cenderung belum memahami konsep bilangan pecahan. Apabila siswa tidak memahami konsep pecahan dan kesetaraan, hal itu akan menghambat siswa dalam menyelesaikan soal. Oleh karena itu, pemahaman bilangan pecahan memiliki interaksi dengan pemikiran aljabar. Hal tersebut juga didukung oleh pernyataan Matthews & Fuchs (2020) yang menyatakan bahwa tanda sama dengan merupakan komponen yang sangat penting dalam pemikiran aljabar. Dalam proses pemahaman dasar aljabar, siswa sering memahaminya sebagai suatu tanda yang menyiratkan jumlah atau hasil. Dengan demikian, siswa perlu mengembangkan pandangan relasional dari tanda sama dengan dan menafsirkannya sebagai "sama dengan". Izsák & Beckmann (2019) menyatakan bahwa pemahaman konsep pecahan juga termasuk dalam kerangka pemikiran fraksional. Oleh karena itu, terdapat keterkaitan kemampuan berpikir aljabar dengan kemampuan pemikiran fraksional. Selain itu, hasil penelitian Eriksson & Sumpter (2021) juga menemukan bahwa berpikir aljabar dan berpikir fraksional tampak saling terkait.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa siswa yang memiliki kemampuan berpikir aljabar kategori rendah cenderung menggunakan strategi dan langkah penyelesaian yang kurang efisien dalam menyelesaikan persoalan komponen manipulasi numerik yaitu ketika mengoperasikan aritmatika dan menggeneralisasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Chan dkk. (2022) yang menyatakan bahwa siswa dengan pengetahuan aljabar yang lebih rendah kurang efisien dalam memecahkan masalah manipulasi numerik. Sedangkan siswa dengan pengetahuan aljabar lebih tinggi lebih efisien dalam memecahkan masalah manipulasi numerik. Selain itu, hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa siswa sekolah dasar mengalami kesulitan berpikir aljabar dalam menyelesaikan persoalan aljabar matematika. Beberapa penyebab mengalami kesulitan yaitu siswa berusaha untuk menjawab soal meskipun tidak memahami soal tersebut, melakukan operasi penjumlahan bilangan pada situasi yang tidak tersedia bilangan tersebut, serta kurang memahami ekspresi aljabar yang diberikan (Töman & Gökburun, 2022).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini mengungkap bahwa sebagian besar siswa yang memiliki tingkat kemampuan berpikir aljabar rendah menggunakan strategi penjumlahan, pengurangan dan perkalian bersusun dalam menyelesaikan soal komponen manipulasi numerik meskipun langkah penyelesaian yang dilakukan belum tepat. Selain itu, siswa yang memiliki kemampuan berpikir aljabar tingkat rendah mengalami lima kesalahan dalam proses menyelesaikan persoalan aljabar matematika, khususnya pada komponen manipulasi numerik. Kelima kesalahan yang dilakukan yaitu (1) kesalahan dalam menentukan hasil operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian maupun bilangan pecahan, (2) kesalahan dalam mensubstitusikan bilangan pada operasi pengurangan, (3) tidak memahami konsep tanda sama dengan yang merupakan simbol kesetaraan, (4) kesalahan dalam mensubstitusikan bilangan yang sudah diketahui ke dalam rumus matematika, dan (5) kesalahan dalam memahami pernyataan yang disajikan pada soal. Oleh karena itu, guru perlu mengembangkan strategi pembelajaran dan perangkat pembelajaran yang efektif dan efisien untuk mengembangkan keterampilan dasar berpikir aljabar siswa khususnya jenjang sekolah dasar.

## DAFTAR RUJUKAN

- Blanton, & Kaput. (2003). Developing elementary teachers' algebra eyes and ears. *The National Council of Teachers of Mathematics*, 10(2), 70–77. <https://doi.org/10.5951/TCM.10.2.0070>
- Carpenter, T. P., & Levi, L. (2000). Developing conceptions of algebraic reasoning in the primary grades. Research Report. *Research Report: National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science*, 5, 1–22.
- Chan, J. Y. C., Ottmar, E. R., Smith, H., & Closser, A. H. (2022). Variables versus numbers: Effects of symbols and algebraic knowledge on students' problem-solving strategies. *Contemporary Educational Psychology*, 71(September), 102114. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2022.102114>
- 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>
- Farida, I., & Hakim, D. L. (2021). Kemampuan berpikir aljabar siswa smp pada materi sistem persamaan linier dua variabel (spldv). *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 4(5), 1123–1136. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v4i5.1123-1136>
- Hardiani, N., Budayasa, I., & Juniati, D. (2018). Algebraic thinking in solving linier program at high school level: Female student's field independent cognitive style. *Journal of Physics: Conference Series*, 947(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/947/1/012051>
- Izsák, A., & Beckmann, S. (2019). Developing a coherent approach to multiplication and measurement. *Educational Studies in Mathematics*. <https://doi.org/10.1007/s10649-019-09885-8>
- Kaput, J., Carraher, D., & Blanton, M. L. (2008). *Algebra in the Early Grades* (1st editio). Routledge.
- Kieran, C. (2004). Algebraic Thinking in the early grades: What is it? *Mathematics Educator*, 8(1), 139–151.
- Kieran, C., Pang, J., Schifter, D., & Ng, S. F. (2016). Early algebra: Research into its nature, its learning, its teaching. In *ICME-13 Topical Surveys Carolyn*. Springer. <https://doi.org/10.1515/9780748670383-006>
- Kriegler, S. (2007). Just what is algebraic thinking? *Introduction to Algebra: TeacherHandbook*, 1–11.
- Kusumaningsih, W., Darhim, Herman, T., & Turmudi. (2018). Gender differences in

- algebraic thinking ability to solve mathematics problems. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012143>
- 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.
- Matthews, P. G., & Fuchs, L. S. (2020). Keys to the gate? equal sign knowledge at second grade predicts fourth-grade algebra competence. *Child Development*, 91(1), e14–e28. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/cdev.13144>
- Mulligan, J., Oslington, G., & English, L. (2020). Supporting early mathematical development through a ‘pattern and structure’ intervention program. *ZDM - Mathematics Education*, 52(4), 663–676. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01147-9>
- Naziroh, I. et al. (2018). Proses berpikir aljabar siswa dalam memecahkan permasalahan matematika berdasarkan kemampuan aljabar dan gender. *Kadikma*, <https://news.ge/anakliis-porti-aris-qveynis-momava>.
- Ntsohi, M. M. E. (2013). *Investigating teaching and learning of grade 9 algebra through excel spreadsheets: a mixed-methods case study for lesotho* [Stellenbosch University]. <https://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/85657>
- Patton, B. (2012). Analyzing algebraic thinking using “guess my number” problems. *International Journal of Instruction*, 5(1), 5–22.
- Radford, L. (2013). The progressive development of early embodied algebraic thinking. *Mathematics Education Research Journal*, 26(2), 257–277. <https://doi.org/10.1007/s13394-013-0087-2>
- Ralston, N. C. (2013). The development and validation of a diagnostic assessment of algebraic thinking skills for students in the elementary grades [University of Washington]. In *J Conserv Dent*. 2013 (Vol. 16, Issue 4). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23956527/>
- Saputro, G. B., & Mampouw, H. L. (2018). Profil kemampuan berpikir aljabar siswa smp pada materi persamaan linear satu variabel ditinjau dari perbedaan gender. *Jurnal Numeracy*, 5(1), 77–90.
- 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>
- Sukmawati, A., Sutawidjaja, A., & Siswono, T. (2018). Algebraic thinking of elementary students in solving mathematical word problems: case of male field dependent and independent student. *Proceedings of the International Conference on Teacher Training and Education 2018 (ICTTE 2018)*, 262, 123–128. <https://doi.org/10.2991/ictte-18.2018.20>
- 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>
- Van de Walle, J. A. (2008). *Matematika sekolah dasar dan menengah: Pengembangan pengajaran* (2nd editio). Erlangga.
- Venenciano, L. C. H., Yagi, S. L., Zenigami, F. K., & Dougherty, B. J. (2019). 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>