



Analisis Kesulitan Siswa dalam Kegiatan Transformasional Berpikir Aljabar

Dian Permatasari*

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281, Indonesia

Pengiriman: 15/September/2020; Diterima: 25/Maret/2021; Publikasi: 31/Maret/2021

DOI: <https://doi.org/10.31629/jg.v6i1.2523>

Abstrak

Kemampuan berpikir aljabar meliputi kegiatan generasional, transformasional, dan global meta-level. Dari ketiga kegiatan, rata-rata kemampuan siswa SMP kelas VII pada kegiatan transformasional lebih rendah dibandingkan kegiatan yang lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan 1) kemampuan berpikir aljabar khususnya dalam kegiatan transformasional dan 2) kesulitan dialami siswa dalam menyelesaikan soal kegiatan transformasional siswa SMP kelas VII. Subjek penelitian ini adalah 95 siswa dari 3 SMP di Yogyakarta. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik tes dan wawancara. Instrumen penelitian yang digunakan adalah 2 butir soal uraian yang memuat kegiatan transformasional dan pedoman wawancara. Analisis data yang digunakan adalah analisis data kuantitatif dan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan: (1) Pada aspek menggunakan representasi untuk memanipulasi pernyataan, sebanyak 21% siswa dapat memanipulasi pernyataan dengan benar. Hal tersebut disebabkan karena siswa kesulitan dalam membalik urutan operasi atau membagi atau mengalikan dengan ekspresi yang mungkin sama dengan nol atau dapat dikatakan siswa sering mengabaikan variabel saat melakukan operasi bentuk aljabar; (2) Pada aspek menentukan nilai variabel yang belum diketahui, hanya 9% siswa yang menjawab benar. Hal tersebut disebabkan siswa SMP kesulitan dalam menerapkan operasi terhadap variabel dan memahami makna dari tanda sama " $=$ ".

Kata kunci: berpikir aljabar; kegiatan transformasional; siswa SMP

Abstract

Algebraic thinking skills include generational, transformational, and global meta-level activities. From the three activities, the average ability of grade VII junior high school students in transformational activities was lower than other activities. This study aims to describe 1) the ability to think algebra, especially in transformational activities and 2) the difficulties experienced by students in solving the transformational activity questions of class VII junior high school students. The subjects of this study were 95 students from 3 junior high schools in Yogyakarta. The data collection techniques used were test and interview techniques. The research instrument used was 2 item of transformational activities and interview guidelines. The data analysis used was quantitative and qualitative data analysis. The results show that: (1) In the aspect of using representations to manipulate expression, as many as 21% of students can manipulate expressions correctly; (2) This is because students have difficulty reversing the order of operations or dividing or multiplying by an expression that may be equal to zero or it can be said that students often ignore variables when performing algebraic form operations. In the aspect of determining the value of the unknown variable, only 9% of students answered correctly. This is because junior high school students have difficulty implementing operations on variables and understanding the meaning of the equal sign " $=$ ".

Keywords: algebraic thinking; transformational activity; junior high school students

*Penulis Korespondensi

Email Address: dian.permatasari@uin-suka.ac.id

Handphone : +62 878 3773 0693

I. Pendahuluan

Berpikir aljabar merupakan kemampuan yang melibatkan strategi kognitif untuk membantu dalam memahami matematika yang lebih kompleks (W. Windsor, 2008). Kemampuan berpikir aljabar dapat terlihat ketika siswa menemukan dan menyatakan hubungan dalam suatu pemecahan masalah. Selain itu, menurut Windsor (2008), berpikir aljabar adalah aspek yang mendasar dan penting dari penalaran dan berpikir matematika.

Berpikir aljabar menggambarkan aktivitas siswa dalam belajar aljabar. Kieran (1998: 274–275) menyatakan bahwa berpikir aljabar adalah penggunaan beberapa representasi untuk menyelesaikan situasi kuantitatif dengan cara yang relasional. Senada dengan pernyataan sebelumnya, Driscoll (1999) dalam Panasuk & Beyranvand (2010: 3) menyatakan bahwa berpikir aljabar adalah kemampuan menyajikan situasi kuantitatif sehingga hubungan antar variabel menjadi terlihat.

Berbeda dengan pernyataan sebelumnya, berpikir aljabar menurut Van de Walle (2008: 1) adalah generalisasi bilangan dan perhitungannya, mengeksplorasi konsep-konsep mengenai fungsi, dan memformalisasi ide-ide dengan menggunakan simbol. Senada dengan Walle, Groth (2013: 204) juga menyatakan bahwa berpikir aljabar menekankan pada generalisasi aritmatika. Dengan demikian, berdasarkan pendapat dari beberapa ahli, berpikir aljabar adalah penggunaan beberapa representasi untuk menyajikan, menggeneralisasi, dan memecahkan suatu situasi kuantitatif. Tidak seperti topik lainnya yang sedikit kaitannya dengan kehidupan sehari-hari, berpikir aljabar terdapat di dalam kehidupan sehari-hari dan semua area matematika. Berpikir aljabar menghubungkan berbagai topik dalam matematika agar mudah dipahami melalui menyajikan hubungan, generalisasi pola, serta menganalisis dari perubahan yang ada (Booker, 2009: 15). Dengan demikian, berpikir aljabar membangun konsep-

konsep matematika yang lainnya (Permatasari & Harta, 2018b).

Kieran (2004: 141–42) menggolongkan kemampuan berpikir aljabar berdasarkan kegiatan yang dilakukan siswa dalam mengerjakan permasalahan berkaitan dengan aljabar, yaitu kegiatan generasional, transformasional, dan global meta-level. Penelitian yang dilaksanakan oleh Permatasari & Harta (2018) menunjukkan bahwa dari ketiga kemampuan berpikir aljabar tersebut, rata-rata kemampuan siswa SMP kelas VII pada kegiatan transformasional lebih rendah dibandingkan kegiatan yang lainnya. Dengan demikian, kegiatan transformasional dalam berpikir aljabar, tentunya harus mendapatkan perhatian khusus, sehingga penelitian ini hanya difokuskan pada kegiatan transformasional saja.

Kegiatan transformasional berhubungan dengan mengubah suatu pernyataan atau persamaan untuk mempertahankan kesetaraan Kieran (2004: 142). Kegiatan ini terdiri dari mengumpulkan suku sejenis, pemfaktoran, penjabaran, substitusi, penjumlahan dan perkalian polinomial, bilangan berpangkat, menyelesaikan persamaan, menyederhanakan suatu pernyataan, menyelesaikan suatu pernyataan dan persamaan yang setara, dan sebagainya (Wilson, Ainley, & Bills, 2003: 429). Dengan demikian, inti dari kegiatan ini adalah mengubah bentuk pernyataan atau persamaan untuk mempertahankan kesetaraan. Kegiatan transformasional tidak hanya suatu keterampilan, tetapi memuat elemen konseptual atau teoritikal, terutama pada saat kegiatan ini dipelajari (Kieran, 2007: 714).

Berpikir aljabar di Indonesia tidak dimasukkan dalam kurikulum Sekolah Dasar (SD). Padahal, beberapa negara seperti Korea Selatan, Cina, dan Singapura yang telah memasukkan berpikir aljabar secara implisit ke dalam kurikulum mulai dari SD kelas 1 (Ferrucci, 2004). Di Indonesia, masa Sekolah Dasar (SD) kelas 1 hingga kelas V, siswa fokus pada proses berpikir aritmatika, sedangkan siswa SMP kelas VIII dituntut berpikir aljabar (Hidayanto, 2014).

Dengan demikian, terjadi masa transisi dari berpikir aritmatika menuju berpikir aljabar secara bertahap dari masa SD kelas V hingga masa SMP kelas VII.

Pratiwi et al., (2018) melakukan penelitian mengenai transisi kemampuan berpikir aritmatika ke berpikir aljabar. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, siswa siswa SMP kelas VII masih melakukan kesalahan dalam melakukan operasi bilangan negatif. Siswa kesulitan membedakan tanda bilangan dan tanda operasi yang terdapat dalam operasi tersebut, tetapi indikator transisi kemampuan berpikir aritmatika ke kemampuan berpikir aljabar telah tercapai dengan baik. Pada dasarnya, masa transisi adalah masa yang sulit untuk banyak siswa karena pergeseran dari aritmatika dalam situasi sehari-hari ke simbolisme aritmatika serta bentuk aljabar yang melibatkan persamaan yang lebih kompleks (Thomas & Tall, 2000). Transisi ini menjadi lebih sulit oleh perubahan makna simbolisme. Dalam aritmatika, ungkapan $7 + 4$ berarti prosedur penghitungan untuk memberikan hasilnya, tetapi dalam aljabar, simbol $7 + x$ adalah ekspresi pertama untuk proses evaluasi, yang tidak dapat dilakukan sampai x diketahui. Kemampuan tersebut termasuk dalam kegiatan transformasional karena melibatkan simbolisme aritmatika, bentuk aljabar, dan persamaan. Materi yang sesuai dengan kegiatan transformasional yang diajarkan pada kelas VII SMP adalah bentuk aljabar dan sistem persamaan linear. Pada materi bentuk aljabar, siswa mempelajari mengenai cara mengoperasikan variabel seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian; sedangkan pada materi sistem persamaan linear, siswa mempelajari mengenai cara menentukan nilai suatu variabel tertentu yang belum diketahui nilainya.

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah 1) bagaimana kemampuan berpikir aljabar khususnya dalam kegiatan transformasional siswa SMP kelas VII pada materi bentuk aljabar dan sistem persamaan linear dan 2) apa kesulitan dialami siswa SMP kelas VII dalam menyelesaikan soal kegiatan

transformasional pada materi bentuk aljabar dan sistem persamaan linear. Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi guru agar guru dapat mengetahui kemampuan siswa dan kesulitan yang dialami siswa dalam berpikir aljabar khususnya pada kegiatan transformasional sehingga dapat mengembangkan proses pembelajaran dengan baik.

II. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian kualitatif. Subjek penelitian ini adalah 95 siswa yang berasal 3 SMP di Yogyakarta. SMP yang digunakan dalam penelitian diperoleh berdasarkan perolehan nilai UN matematika yang digunakan dalam Penerimaan Peserta Didik Baru (PPDB) yang dikategorikan menjadi rendah, sedang, dan tinggi. Masing-masing kategori sekolah dipilih 1 kelas untuk diberikan tes. Setelah mendapatkan hasil tes, siswa dikelompokkan ke dalam tiga kelompok, yaitu kelompok siswa dengan kemampuan rendah, sedang, dan tinggi. Setelah dikelompokkan, dipilih 2 siswa dalam masing-masing kelompok untuk diwawancarai untuk dianalisis lebih lanjut kemampuan berpikir aljabar. Pemilihan subjek dilakukan dengan beberapa pertimbangan bahwa subjek mampu mengemukakan alur berpikir atau pendapatnya dengan jelas, baik secara lisan maupun tertulis.

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik tes dan wawancara. Tes digunakan untuk mengetahui kemampuan siswa dalam kegiatan transformasional. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa 2 butir soal uraian yang memuat kegiatan transformasional. Aspek dalam instrumen tes kegiatan transformasional dijabarkan dalam Tabel 1.

Tabel 1.
Aspek berpikir aljabar: kegiatan transformasional

Aspek	No. Soal
Menggunakan representasi untuk memanipulasi pernyataan	1
Menentukan nilai variabel yang nilainya belum diketahui.	2

Selain tes, data dikumpulkan melalui wawancara. Wawancara tersebut bertujuan untuk mengetahui dan mengkonfirmasi kegiatan yang dilakukan siswa ketika menjawab soal yang diberikan, hal-hal penting yang belum dijelaskan oleh siswa ketika menjawab soal, serta indikator yang tidak dapat dilihat dari soal yang telah diberikan seperti pemahaman mengenai konsep dasar aljabar.

Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis data kuantitatif dan kualitatif. Analisis data kuantitatif berupa analisis deskriptif untuk menghasilkan data berupa persentase setiap aspek untuk mengetahui kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal kegiatan transformasional. Setelah dilakukan analisis kuantitatif, dari hasil tersebut peneliti memilih beberapa siswa untuk diwawancarai. Hasil jawaban siswa dan wawancara dianalisis dengan menggunakan analisis kualitatif. Hal tersebut bertujuan untuk memperkaya analisis peneliti mengenai kesulitan yang dialami siswa dalam menyelesaikan permasalahan kegiatan transformasional dalam berpikir aljabar.

III. Hasil dan Pembahasan

Masalah 1: Menggunakan representasi untuk memanipulasi pernyataan

Soal kegiatan transformasional nomor 1 yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan siswa dalam menggunakan representasi untuk memanipulasi pernyataan. Representasi yang digunakan berupa angka dan simbol. Pada soal ini siswa diminta mengoperasikan bilangan dan simbol. Soal kegiatan transformasional nomor 1 disajikan pada Gambar 1.

1. Dengan mengikuti langkah-langkah berikut secara berurutan, isilah tabel di bawah ini.

No.	Langkah-langkah	Bilangan	Simbol
1	Bilangan	100	n
2	Kalikan dengan 2		
Selanjutnya, lakukan operasi berikut ini pada hasil di atas.			
3	Tambahkan 2		
Selanjutnya, lakukan operasi berikut ini pada hasil di atas.			
4	Bagi dengan 2		
Selanjutnya, lakukan operasi berikut ini pada hasil di atas.			
5	Kurangi 1		

Gambar 1. Soal kegiatan transformasional nomor 1

Jawaban siswa pada soal nomor ini dibagi menjadi 5 kode, yaitu:

1. Kode A_1 untuk jawaban benar untuk bagian bilangan dan simbol.
 2. Kode B_1 untuk jawaban benar pada bagian bilangan namun terdapat kesalahan saat menjawab bagian simbol.
 3. Kode C_1 untuk jawaban hanya benar pada bagian bilangan tanpa menjawab bagian simbol.
 4. Kode D_1 untuk jawaban salah baik pada bagian bilangan maupun bagian simbol.
 5. Kode TM untuk tidak menjawab sama sekali.
- Data hasil jawaban siswa untuk soal kegiatan transformasional nomor 1 berdasarkan kode yang telah diberikan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase hasil jawaban siswa pada masalah 1

Kode	Kategori			Rata-rata
	A	B	C	
A_3	3%	25%	35%	21%
B_3	69%	34%	48%	51%
C_3	16%	31%	6%	18%
D_3	13%	9%	10%	11%
TM	0%	0%	0%	0%

Dari tabel di atas, diketahui bahwa 51% siswa melakukan kesalahan pada mengoperasikan variabel, sedangkan 21% siswa SMP dapat mengoperasikan variabel dengan benar. Hasil di atas menunjukkan perbedaan yang mencolok karena hanya 3% siswa sekolah C yang mengoperasikan variabel dengan benar dan sebanyak 35% siswa untuk siswa sekolah A.

Siswa SMP yang telah diperkenalkan aljabar secara eksplisit. Berikut ini adalah salah satu jawaban siswa SMP.

No.	Langkah	Angka	Simbol
1.	Bilangan	100	n
2.	Kalikan 2	200	2n
3.	Tambahkan 2	202	2n + 2
4.	Bagi 2	101	n + 1
5.	Kurangi 1	100	n

Cam.

No	langkah-langkah	Angka	Simbol
1	Bilangan	100	n
2	kalikan dengan 2	200	2n
3	Tambahkan 2	202	2n + 2
4	bagi dengan 2	101	n + 1
5	kurangi 1	100	n

Gambar 2. Jawaban subjek SMP 9 dan SMP 66

Permatasari: Analisis Kesulitan Siswa...(3)

Gambar 2 menunjukkan bahwa siswa telah mampu melakukan kegiatan transformasional berupa operasi terhadap bilangan maupun variabel. Terdapat dua tipe siswa pada operasi berikut ini, siswa yang menjawab kolom simbol dengan memperhatikan kolom bilangan dan siswa yang menjawab kolom simbol tanpa memperhatikan kolom bilangan. Jadi siswa yang menjawab kolom simbol dengan memperhatikan kolom bilangan adalah siswa yang menjawab dengan mengubah bilangan yang diperoleh di kolom bilangan ke dalam bentuk variabel seperti yang ditunjukkan Gambar 2. Berbeda dengan yang ditunjukkan oleh Gambar 2, siswa SMP 66 melakukan operasi dengan mengoperasikan n sesuai dengan perintah tanpa memperhatikan kolom simbol. Selain siswa SMP 79, Siswa SMP 15 juga melakukan hal yang sama namun melakukan beberapa kesalahan dalam pengoperasian variabel, seperti $(n \times 2) + 2 = n \times 4$ atau $(n \times 4) : 2 = n \times 2$. Namun, 51 % masih melakukan kesalahan dalam pengoperasian aljabar. Dengan demikian, siswa mampu mengoperasikan variabel, namun siswa masih melakukan kesalahan dalam pengoperasiannya. Namun, siswa hanya fokus pada operasi penjumlahan dan mengabaikan variabel yang ada.

a	bilangan	$100 \times 2 = 200$
		$n \times 2 = n \times 2$
		$200 + 2 = 202$
		$n \times 2 + 2 = n \times 4$
		$202 : 2 = 101$
		$n \times 4 : 2 = n \times 2$
		$101 - 1 = 100$
		$n \times 2 - 1 = n - 1$

(2)	angka = 200	simbol = $2n$
(3)	angka = 202	simbol = $2n + 2$
(4)	angka = 101	simbol = $2n + 2 : 2 = 2n$
(5)	angka = 100	simbol = $2n - 1$

Gambar 3. Jawaban subjek SMP 12 dan SMP 82

Terdapat dua hal yang dapat dilihat dari jawaban SMP 12 dan SMP 82, yaitu kesalahan prosedur aljabar dan pengabaian variabel. Berikut ini adalah petikan wawancara dengan siswa SMP 82.

Peneliti : “Apakah kamu memahami soal yang diberikan?”

SMP 82 : “Iya”

Peneliti : “Bagaimana kamu melakukan operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian pada soal yang diberikan?”

SMP 82 : “2 kali n , berarti $2n$. Terus $2n$ ditambah 2, berarti $2n + 2$, terus, $2n + 2$ dibagi 2, jadi $2n$, terus, $2n$ dikurangi 1, jadi $2n - 1$ ”

Peneliti : “Kamu yakin dengan jawabanmu?”

SMP 82 : “Yakin”

Peneliti : “ n itu berapa?”

SMP 82 : “100”

Peneliti : “sekarang $2n - 1$, kalau n -nya diganti 100 ketemunya berapa?”

SMP 82 : “199, berarti ada yang salah ya?”

Siswa SMP belum fasih dalam menggunakan prosedur aljabar, seperti membalik urutan operasi atau membagi atau mengalikan dengan ekspresi yang mungkin sama dengan nol. Sejalan dengan pendapat Drijvers et al. (2011), dimana siswa sering memisahkan variabel ketika mengoperasikan bentuk aljabar.

Masalah 2: Menentukan nilai variabel yang nilainya belum diketahui

Soal kegiatan transformasional nomor 2 yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan siswa dalam menentukan nilai variabel yang nilainya belum diketahui (Gambar 4).

2. Perhatikan pernyataan di bawah ini.

a. Ani mempunyai satu kotak pensil, Budi mempunyai 12 pensil. Pensil-pensil tersebut dimasukkan ke dalam dua buah kotak yang sama dan masih tersisa 2 pensil. Berapakah jumlah pensil dalam satu kotak?

b. $\square + 23 = 37 - \square$
Tentukan nilai yang memenuhi bagian yang kosong di atas dengan bilangan yang sama

Gambar 4. Soal kegiatan transformasional nomor 2

Soal ini terdiri dari 2 pertanyaan dimana pertanyaan nomor 2a berupa soal cerita untuk menemukan jumlah pensil dalam suatu kotak

apabila disajikan suatu konteks masalah dan pertanyaan nomor 2b berupa mengisi bagian yang kosong dengan bilangan yang sama.

Jawaban siswa pada soal nomor ini dibagi menjadi 6 kode, yaitu

1. Kode A_2 untuk jawaban benar yang diselesaikan dengan menggunakan aljabar.
2. Kode B_2 untuk jawaban benar yang tidak diselesaikan dengan menggunakan aljabar, perhitungan digunakan untuk menghasilkan jawaban, dengan atau tanpa penjelasan, atau dengan menggunakan gambar untuk menguatkan perhitungan yang digunakan.
3. Kode C_2 untuk jawaban salah dimana terdapat usaha dalam menggunakan persamaan aljabar.
4. Kode D_2 untuk jawaban salah dimana persamaan tidak digunakan, perhitungan yang digunakan dengan atau tanpa penjelasan atau diagram yang mendukung jawaban dari perhitungan yang digunakan.
5. Kode E_2 untuk *trial and error*
6. Kode TM untuk tidak menjawab sama sekali.

Tabel 3 menunjukkan persentase hasil yang diperoleh setiap sekolah.

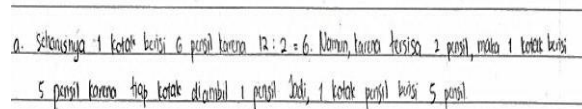
Tabel 3. Persentase hasil jawaban pada soal kegiatan transformasional nomor 2

Kode	Kategori						Rata-rata		
	C		B		A		4a	4b	4
	4a (%)	4b (%)	4a (%)	4b (%)	4a (%)	4b (%)	4a (%)	4b (%)	4 (%)
A_4	0	0	13	0	19	19	11	6	9
B_4	6	22	3	3	6	6	5	10	8
C_4	0	0	3	0	10	16	4	5	5
D_4	75	66	69	63	55	26	66	51	59
E_4	6	0	0	19	6	26	4	15	10
TM	13	13	13	16	3	6	10	12	11

Tabel 3 menunjukkan bahwa hanya rata-rata 24% siswa yang mampu menjawab dengan benar dan hanya 14% yang menggunakan simbol untuk soal nomor 2. Siswa sekolah kategori A mempunyai persentase jawaban benar dan penggunaan simbol yang lebih tinggi dibanding sekolah kategori lainnya.

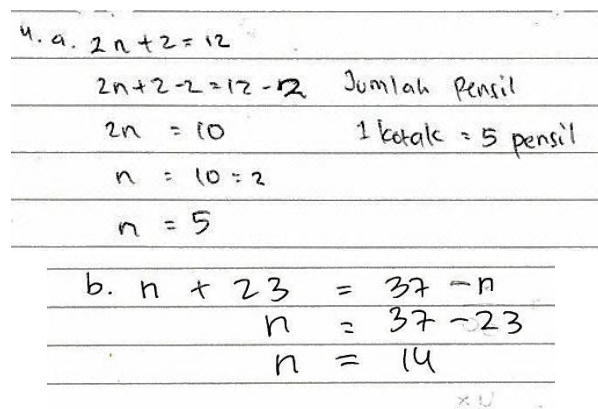
Siswa menyelesaikan persamaan tersebut dengan beberapa cara, salah satunya adalah menggunakan kata-kata. Jawaban tersebut diberikan kode D_2 , dimana siswa menyelesaikan

permasalahan tanpa menggunakan aljabar. Gambar 5 menunjukkan jawaban siswa dengan kode D_2 .



Gambar 5. Jawaban Subjek SMP 34

SMP 34 menggunakan kata-kata dan menyelesaikan permasalahan yang diberikan. Namun, terdapat beberapa siswa yang menyelesaikannya dengan aljabar. Berikut ini adalah jawaban siswa SMP 15 dan SMP 82 dengan kode C_2 .



Gambar 6. Jawaban subjek SMP 15 dan SMP 82

Siswa SMP 15 pada no. 2a salah dalam memahami soal yang diberikan. Hal yang sama dilakukan pada no. 2b. Disisi lain terdapat siswa yang salah dalam memahami permasalahan yang diberikan. Siswa SMP 15 memodelkan no. 2a dengan $2n + 2 = 12$ sehingga diperoleh $x = 5$. Selain itu, siswa SMP 15 melakukan kesalahan dalam mengoperasikan persamaan sehingga tidak dapat mempertahankan kesetaraan kedua ruas. Siswa SMP 15 memindahkan 23 ke ruas sebelah kanan namun menghilangkan n yang berada di ruas kanan.

Menurut McNeil et al. (2006), siswa fokus pada lambang ‘sama dengan’ (=) dan menerjemahkannya sebagai ‘jawabannya adalah’ bukan sebagai lambang yang menggambarkan kesetaraan. Pemahaman yang benar mengenai lambang ‘sama dengan (=)’ sangat penting untuk memahami dan melakukan

simbolisasi hubungan antar bilangan (Wijaya, 2016).

Dalam persoalan ini, terdapat 16% dan 33% yang mampu menjawab soal nomor 2a dan 2b. Berikut ini adalah salah satu contoh jawaban mendapatkan kode A₂.

$$\begin{array}{l}
 \text{4. a. } x + 12 = 2x + 2 \\
 = x + 10 = 2x \\
 = 10 = x \\
 \text{b. } x + 23 = 37 - x \\
 = x = 14 - x \\
 = 2x = 14 \\
 = x = 7
 \end{array}$$

Gambar 7. Jawaban subjek SMP 3

Subjek SMP 3 memperoleh jawaban yang benar dengan menggunakan aljabar. Berikut ini adalah petikan wawancara dengan subjek SMP 10.

Peneliti : “Coba jelaskan jawaban yang kamu peroleh ini?”

SMP 3 : “kan di soal ada pensil Ani punya satu kotak pensil tak misalin x , terus budi 12, jadi $x + 12$. Terus kan dimasukkan ke dalam dua buah kotak yang sama, dan masih sisa 2 pensil. Berarti $x + 12$ itu sama dengan $2x + 2$. Jadi $x + 12 = 2x + 2$. Nah terus, 2nya pindah ruas jadi $x + 12 - 2$, ketemu $x + 10 = 2x$. Terus, x -nya dipindah ruas jadi $2x - x$. Nah, ketemunya $x = 10$.”

Peneliti : “Kalau yang nomor 2b, gimana?”

SMP 3 : “yang 2b itu kotaknya tak ganti x , terus dipindah-pindah ruas gitu, ketemunya $x = 7$ ”

Peneliti : “Kenapa kok kalau dipindah ruas jadi beda tandanya?”

SMP 3 : “Ya kan emang gitu aturannya.”

Jadi, siswa memahami aturan dalam menyetaraan persamaan adalah dengan jika suatu bilangan atau variabel berpindah ruas maka tandanya akan berubah. Berbeda dengan subjek sebelumnya, subjek SMP 60 menunjukkan cara

yang benar dalam menggubah persamaan tersebut untuk mempertahankan kesetaraan.

$$\begin{array}{l}
 \text{b. } x + 23 = 37 - x \rightarrow x = 7 \\
 x + 23 - 23 = 37 - x - 23 \rightarrow 7 + 23 = 37 - 7 \\
 x = 14 - x \\
 x + x = 14 - x + x \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} \\
 2x = 14 \\
 x = 14 : 2 \\
 x = 7
 \end{array}$$

Gambar 8. Jawaban subjek SMP 68

Subjek SMP 68 mengurangi kedua ruas dengan 23 sehingga memperoleh $x = 14 - x$. Selanjutnya, SMP 68 menambahkan x di kedua ruas sehingga diperoleh $2x = 14$ dan membagi kedua ruas dengan 2, sehingga diperoleh bahwa $x = 7$. SMP 68 kemudian mengecek jawabannya ke dalam persamaan awal. Jadi, untuk soal no. 2a dan 2b, siswa sudah mampu memodelkan permasalahan yang diberikan serta mengganti dengan suatu variabel. Siswa telah mampu mengubah persamaan untuk mempertahankan kesetaraan persamaan tersebut.

Selain dengan menggunakan aljabar, siswa juga dapat menyelesaikan permasalahan di atas dengan *trial and error*. Seperti yang ditunjukkan jawaban siswa AH dengan kode E₂.

$$\begin{array}{l}
 \text{b. } 7 + 23 = 37 - 7 \quad \text{2} \\
 \text{karena } 23 + 37 \\
 24 = 36 \\
 25 = 35 \\
 26 = 34 \\
 27 = 33 \quad (27) \\
 28 = 32 \\
 29 = 31 \\
 30 = 30
 \end{array}$$

Gambar 9. Jawaban subjek SMP 35

Banyak siswa yang menggunakan metode *trial and error*. Siswa mengganti nilai x dengan sebuah bilangan tertentu, misalnya $x = 1$ atau $x = 2$, dll) sampai menemukan suatu bilangan tersebut memenuhi persamaan tersebut. Prosedur tersebut bukan kegiatan berpikir aljabar, tetapi berpikir aritmatika. Menurut Wijaya (2016), kesulitan siswa dalam belajar aljabar

adalah tendensi menggunakan prosedur aritmatika. Perbedaan aritmatika dan aljabar menurut Kieran (2004) adalah aritmatika berfokus pada jawaban sedangkan aljabar berfokus pada representasi hubungan.

IV. Kesimpulan

Dalam kegiatan transformasional dalam berpikir aljabar, terdapat dua aspek yaitu menggunakan representasi untuk memanipulasi pernyataan dan menentukan nilai variabel yang belum diketahui. Pada aspek menggunakan representasi untuk memanipulasi pernyataan, bahwa 21% siswa SMP dapat memanipulasi pernyataan dengan benar. Hal tersebut disebabkan karena siswa kesulitan dalam membalik urutan operasi atau membagi atau mengalikan dengan ekspresi yang mungkin sama dengan nol atau dapat dikatakan siswa sering mengeluarkan variabel saat melakukan operasi bentuk aljabar. Pada aspek menentukan nilai variabel yang belum diketahui, hanya 9% siswa yang menjawab benar. Hal tersebut disebabkan siswa SMP kesulitan dalam menerapkan operasi terhadap variabel dan memahami makna dari tanda sama “=”.

Referensi

- Booker, G. (2009). *Algebraic thinking: Generalising number and geometry to express patterns and properties succinctly*. Griffith University. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1002.2796&rep=rep1&type=pdf>
- Drijvers, P., Goddijn, A., & Kindt, M. (2011). Algebra education: Exploring topics and themes. In P. Drijvers (Ed.), *Secondary Algebra Education: Revisiting Topics and Themes and Exploring the Unknown*. Sense Publishers. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-94-6091-334-1.pdf>
- Ferrucci, B. J. (2004). Gateways to algebra at the primary level. *The Mathematics Educator*, 8(1), 131–138. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.582.6198&rep=rep1&type=pdf>
- Groth, R. E. (2013). *Teaching mathematics in grades 6-12: Developing research-based instructional practices*. SAGE Publications, Inc. <https://books.google.com/books?hl=id&lr=&id=MrR1AwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Teaching+mathematics+in+grades+6-12:+Developing+research-based+instructional+practices.+&ots=PKG EYleRn-&sig=79gRJ15OCzp0e0jgiuwXlPfs42I>
- Kieran, C. (2004). Algebraic thinking in the early grades : What is it? *Mathematics Educator*, 8(1), 139–151. https://www.researchgate.net/profile/Carolyn_Kieran/publication/228526202_Algebraic_thinking_in_the_early_grades_What_is_it/links/53d6e3110cf220632f3df08a.pdf
- Kieran, C. (2007). Learning and teaching algebra at the middle school through college levels. In *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 707–762).
- Kieran, C. (1998). The changing face of school algebra. *8th International Congress on Mathematics Education*, 271–290.
- Kriegler, S. (2007). Just what is algebraic thinking? In *Teacher handbook* (pp. 7–18).
- Lew, H. (2004). Developing algebraic thinking in early grades: Case study of korean elementary school mathematics. *The Mathematics Educator*, 8(1), 88–106. <https://pdfs.semanticscholar.org/91b6/432abf8d00c3d6adee02573a1913c5b9173c.pdf>
- McNeil, N., Grandau, L., Knuth, E. J., Alibali, M., W., Stephens, A. C., Hattikudur, S., Krill, & E., D. (2006). Middle-school students’ misunderstanding of the equal sign: The books they read can’t help. *Cognition and Instruction*, 24(3), 367–385. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s1532690xci2403_3
- Panasuk, R. M., & Beyranvand, M. L. (2010). Algebra students’ ability to recognize multiple representations and achievement. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*. <http://www.cimt.org.uk/journal/panasuk.pdf>
- Permatasari, D., & Harta, I. (2018a). Kemampuan berpikir aljabar siswa sekolah pendidikan dasar kelas V dan kelas VII: Cross-sectional study. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 3(1), 99–115. <https://www.neliti.com/publications/26093>

- 1/kemampuan-berpikir-aljabar-siswa-sekolah-pendidikan-dasar-kelas-v-dan-kelas-vii
- Permatasari, D., & Harta, I. (2018b). The Gap between the beginning and the end of algebraic thinking transition period. *International Journal on Emerging Mathematics Education*, 2(1), 79. <https://doi.org/10.12928/ijeme.v2i1.8655>
- Pratiwi, W. D., Kurniadi, E., & Sriwijaya, U. (2018). Transisi kemampuan berpikir aritmatika ke kemampuan berpikir aljabar pada pembelajaran matematika. *Jurnal Gantang*, III(1), 1–8. <http://ojs.umrah.ac.id/index.php/gantang/article/view/388>
- Van de Walle, J. A. (2008). *Matematika sekolah dasar dan menengah: Pengembangan pengajaran* (2nd ed.). Erlangga.
- Wijaya, A. (2016). Aljabar: Tantangan beserta pembelajarannya. *Jurnal Gantang*, I(1), 1–14. <http://ojs.umrah.ac.id/index.php/gantang/article/download/1/1>
- Wilson, K., Ainley, J., & Bills, L. (2003). Comparing competence in transformational and generational algebraic activities. *Proceedings of the 27th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education Held Jointly with the 25th Conference of PME-NA*, 4, 427–434. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED501158.pdf>
- Windsor, W. (2008). Algebraic thinking: A problem solving approach. *Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, 665–672. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED521033.pdf>
- Windsor, W. J. J., & Ed, M. (2008). algebraic thinking- more to do with why , than X and Y. *HTW Dresden.*, 592–595. <https://slub.qucosa.de/api/qucosa%3A1828/attachment/ATT-0/?L=1>