



Interpretasi Validitas dan Reliabilitas Instrumen Kemampuan Berpikir Aljabar

Ofirenty Elyada Nubatonis^{1*}, Al Jupri², Endang Cahya Mulyaning A³

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia,
Jl. Dr. Setiabudi No.229 Kota Bandung 40154, Indonesia

INFO ARTIKEL

* Penulis Korespondensi.
Email:
ofirenty@upi.edu

Diterima:
13 Desember 2023

Disetujui:
5 Maret 2024

Online
12 Maret 2024

Format Sitasi:
O. E. Nubatonis, A. Jupri,
and E. C. Mulyaning A,
"Interpretasi Validitas
dan Reliabilitas
Instrumen Kemampuan
Berpikir Aljabar," *Jambura
J. Math. Educ.*, vol. 5, no.
1, pp. 16-28, 2024

Lisensi:
JMathEdu is licensed
under a [Creative
Commons Attribution-
NonCommercial 4.0
International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Copyright © 2024
Jambura Journal of
Mathematics Education

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menginterpretasikan validitas dan reliabilitas butir-butir soal instrumen kemampuan berpikir aljabar yang dihubungkan konten, konteks, struktur soal dan tingkat kognitif siswa. Pengembangan instrumen kemampuan berpikir aljabar dilakukan dalam empat tahapan dengan mengadaptasi model pengembangan Plomp. Tahap pertama (pengkajian awal), melakukan kajian teori tentang kemampuan berpikir aljabar dan analisis kurikulum. Tahap kedua (rancangan), menyusun draf soal dengan memperhatikan hubungan antara indikator kemampuan berpikir aljabar dan tujuan pembelajaran. Selanjutnya rancangan soal ini divalidasi oleh tiga orang ahli dalam bidang pendidikan matematika. Tahap keempat (realisasi/konstruksi) adalah ujicoba instrumen yang meliputi uji validitas, reliabilitas, daya beda dan tingkat kesukaran. Selain itu, pada tahap keempat juga dilakukan interpretasi hasil ujicoba, evaluasi dan revisi. Instrumen diujicobakan kepada 19 orang siswa kelas VII pada salah satu Sekolah Menengah Pertama di Kota Bandung. Interpretasi validitas, reliabilitas, daya beda dan tingkat kesukaran dikaitkan dengan konten, konteks, struktur soal dan tingkat kognitif siswa. Hasil analisis ditahap ini dijadikan acuan untuk memperbaiki instrumen. Instrumen yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah soal uraian yang terdiri dari empat butir yang valid dan reliabel dan dapat digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir aljabar khususnya terkait dengan kemampuan generalisasi, transformasi dan metaglobal.

Kata Kunci: berpikir aljabar; pengembangan instrumen; reliabilitas; validitas

ABSTRACT

This research aims to interpret the validity and reliability of the items on the algebraic thinking ability instrument which are linked to content, context, question structure and students' cognitive level. The development of the algebraic thinking ability instrument was carried out in four stages by adapting the Plomp development model. The first stage (initial assessment), conducting a theoretical study of algebraic thinking abilities and curriculum analysis. The second stage (design), draft questions by paying attention to the relationship between indicators of algebraic thinking ability and learning objectives. Furthermore, this question design was validated by three experts in the field of mathematics education. The fourth stage (realization/construction) is testing the instrument which includes testing validity, reliability, distinguishability and level of difficulty. Apart from that, in the fourth stage the test results are also interpreted, evaluated and revised. The instrument was tested on 19 class VII students at one of the junior high schools in Bandung City. Interpretations of

validity, reliability, distinguishability and level of difficulty are related to content, context, question structure and students' cognitive level. The results of the analysis at this stage are used as a reference for improving the instrument. The instrument produced in this research is a description question consisting of four items that are valid and reliable and can be used to measure algebraic thinking abilities, especially those related to generalization, transformation and metaglobal abilities.

Keyword: *algebraic thinking; instrument development; reliability; validity*

1. Pendahuluan

Aljabar di Sekolah Menengah Pertama diajarkan sebagai topik yang mempelajari aturan-aturan operasi, fungsi, relasi dan konstruksi konsep-konsep lainnya seperti persamaan dan sistem persamaan. Aljabar identik manipulasi simbol, mengidentifikasi kuantitas tak diketahui sebagai variabel, menyusun bentuk aljabar, manipulasi bentuk aljabar dan pemecahan masalah [1]-[3]. Aljabar secara mendalam membentuk kemampuan berpikir abstrak siswa dan membentuk kemampuan berpikir secara terstruktur dan sistematis dalam menyelesaikan masalah [4][5].

Sifat dari abstraksi dan manipulasi simbol yang melekat pada pembelajaran aljabar mengakibatkan banyak siswa sekolah menengah mengalami kesulitan dalam mempelajari aljabar [1]. Kesulitan-kesulitan ini mencakup kemampuan siswa dalam mengolah pengetahuan terkait simbol-simbol matematika, mengembangkan skema terkait manipulasi aritmetika menjadi manipulasi simbol, membangun relasi antara simbol, mengidentifikasi kuantitas tak diketahui sekaligus menggantikannya dengan simbol variabel, dan berbagai kesulitannya [6]-[10]. Oleh karena itu, pembelajaran aljabar dirancang untuk membangun kemampuan berpikir siswa yang disebut sebagai kemampuan berpikir aljabar [11] atau penalaran aljabar [12]-[14].

Penting bagi guru untuk mengevaluasi kemampuan aljabar siswa dan mengukur sejauhmana peningkatan berpikir aljabar siswa. Evaluasi kemampuan berpikir aljabar siswa memberi informasi mendalam terkait kesiapan siswa untuk mempelajari konsep-konsep matematika lainnya yang merupakan perluasan dari kemampuan aljabar. Pengukuran terhadap kemampuan berpikir aljabar siswa sekolah menengah memerlukan suatu instrumen yang valid, reliabel praktis, sesuai dengan konten, konteks serta sesuai dengan kemampuan kognitif siswa [15] [16].

Dalam penelitian yang dilakukan oleh [17] dan [18] ditemukan bahwa instrumen yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir aljabar dikembangkan melalui tahapan kajian teori, kajian kurikulum, dan validasi ahli. Hal berbeda dilakukan dalam penelitian dilakukan oleh [16] dan [19]. Dalam penelitian ini, kemampuan berpikir aljabar siswa diukur dengan menggunakan instrumen yang tidak hanya dikembangkan melalui tahapan kajian teori, kajian kurikulum dan validasi ahli saja, tetapi juga dilakukan uji validitas dan reliabilitas soal. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dikembangkan instrumen kemampuan berpikir aljabar melalui analisis hasil pengujian empiris secara kuantitatif dan kualitatif.

2. Metode

Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas VII yang berjumlah 19 orang. Penelitian ini dilakukan di salah Sekolah Menengah Pertama di Kota Bandung. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif dengan jenis penelitian pengembangan yang mengadaptasi model pengembangan Plomp. Model Pengembangan Plomp [20] terdiri dari lima fase yaitu yaitu 1) fase pengkaji awal (preliminary investigation), 2) fase perancangan (design), 3) fase realisasi/konstruksi (realization/construction), 4) fase ujicoba, evaluasi, dan revisi (test, evaluation, and revision) dan 5) fase implementasi (implementation). Pengembangan instrumen kemampuan berpikir aljabar dalam penelitian ini dengan mengacu pada model Plomp yang hanya dilaksanakan dalam empat tahap. Pada tahap pertama (pengkaji awal), peneliti melakukan kajian teori tentang kemampuan berpikir aljabar dan analisis kurikulum. Tahap kedua (perancangan), peneliti menyusun rancangan soal dan validasi ahli. Tahap ketiga (realisasi/konstruksi), peneliti menetapkan draf instrumen dengan melakukan perbaikan-perbaikan berdasarkan saran validator. Tahap keempat, peneliti melakukan ujicoba instrumen, uji validitas, reliabilitas, daya beda dan tingkat kesukaran soal. Selanjutnya peneliti merevisi instrumen dengan mengacu pada interpretasi hasil uji validitas, reliabilitas, daya beda dan tingkat kesukaran soal yang dikaitkan dengan konten, konteks, struktur soal dan tingkat kognitif siswa.

Validitas soal ditentukan dengan membandingkan nilai Sig.(2-tailed) dengan probabilitas 0,05 dengan memperhatikan kategori: 1) jika nilai Sig.(2-tailed) > 0,05 maka soal dinyatakan valid dan 2) jika nilai Sig.(2-tailed) < 0,05 maka soal dinyatakan tidak valid. Selanjutnya Sig.(2-tailed) ini juga digunakan untuk mengukur daya beda soal. Kategori daya beda soal berdasarkan nilai Sig.(2-tailed) yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori daya beda soal

Daya Beda	Kategori
0,00 – 0,19	Soal Ditolak
0,20 – 0,29	Soal Diperbaiki
0,30 – 0,39	Soal Diterima dan Diperbaiki
0,40 – 1,00	Soal Baik

Nilai dari Reliabilitas soal dihitung dengan menggunakan SPSS dengan memperhatikan nilai Cronbach's Alpha pada tabel Reliability Statistics. Kategori reliabilitas soal mengacu pada kategori pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori reliabilitas soal

Nilai	Keterangan
$r < 0,20$	Sangat Rendah
$0,20 \leq r < 0,40$	Rendah
$0,40 \leq r < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq r < 0,90$	Tinggi
$0,90 \leq r < 1,00$	Sangat Tinggi

Selanjutnya, tingkat kesukaran soal dihitung dengan menghitung hasil bagi antara rata-rata nilai siswa dibagi dengan skor total. Tingkat kesukaran soal mengacu pada kategori pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Kategori Tingkat Kesukaran Soal

Nilai	Keterangan
$0,00 \leq r < 0,30$	Sukar
$0,30 \leq r < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq r < 1,00$	Mudah

3. Hasil dan Pembahasan

Tahap awal dalam penelitian ini adalah mengembangkan indikator-indikator kemampuan berpikir aljabar dengan merujuk pada pendapat Kieran [21][22]. Kemampuan berpikir aljabar dalam penelitian ini terdiri dari tiga indikator yaitu generalisasi, transformasi dan metaglobal. Selanjutnya, setiap aspek kemampuan spesifik dari indikator kemampuan berpikir aljabar ini dihubungkan dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran untuk dijadikan acuan dalam menentukan indikator soal.

Tahap kedua dari pengembangan instrumen kemampuan berpikir aljabar dari penyusunan draf soal dan validasi ahli. Rancangan instrumen terdiri dari empat butir soal uraian yang digunakan untuk mengukur kemampuan generalisasi, transformasi dan metaglobal. Rancangan instrumen ini selanjutnya divalidasi oleh tiga orang validator yang ahli dalam bidang pendidikan matematika.

Tahap ketiga dalam penelitian ini adalah ujicoba instrumen dan analisis hasil ujicoba. Hasil pekerjaan siswa dianalisis dan dihitung skornya berdasarkan pedoman penskoran untuk masing-masing butir soal. Hasil skor siswa digunakan untuk menguji validitas, reliabilitas soal, daya beda dan tingkat kesukaran dengan menggunakan SPSS. Hasil Uji validitas butir soal dengan SPSS menunjukkan r_{hitung} *pear-correlation* yakni soal nomor 1 dengan $r_{hitung} = 0,338$ berkategori tidak valid dengan kategori daya beda soal diterima dan diperbaiki. Soal nomor 2 dengan $r_{hitung} = 0,716$, soal nomor 3 dengan $r_{hitung} = 0,833$ dan Soal nomor 4 dengan $r_{hitung} = 0,755$ yang masing-masing adalah soal dengan kategori valid dengan katagori daya beda soal baik. Hasil uji reliabilitas dengan SPSS menunjukkan nilai Cronbach's Alpha pada tabel Reliability Statistics diperoleh nilai 0,552 dengan kriteria sedang. Hasil uji tingkat kesukaran setiap soal soal dihitung dengan menghitung hasil bagi antara rata-rata nilai siswa dibagi dengan skor total yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Tingkat kesukaran soal

	Soal 1	Soal 2	Soal 3	Soal 4
Rata-rata	9,2105	8,9474	8,1579	2,6316
Skor total	20	15	30	35
Tingkat Kesukaran	0,4605	0,5965	0,2719	0,0075
Kategori	Sedang	Sedang	Sedang	Sukar

Tahap keempat dalam penelitian ini adalah interpretasi hasil uji validitas, reliabilitas, daya beda soal dan tingkat kesukaran soal. Interpretasi ini dikaitkan dengan konten, konteks soal, struktur soal dan tingkat kognitif siswa dengan memperhatikan hasil pengujian statistik terhadap instrumen disajikan pada Tabel 5.

Berdasarkan tabel 5 terlihat bahwa nomor 1 berkategori tidak valid dan soal harus diperbaiki. Soal nomor 4 tergolong kategori sulit dan hasil ujicoba menunjukkan bahwa tidak ada satupun siswa yang bisa menjawab soal ini dengan benar. Rata-rata nilai siswa untuk soal nomor 4 adalah 2,6316 dari skor total dari soal ini adalah 35. Oleh karena itu, soal nomor 4 dan nomor 1 harus direvisi dengan menganalisis hasil pekerjaan siswa secara kualitatif dengan memperhatikan konten, konteks soal, struktur soal, kesulitan-kesulitan siswa dan tingkat kognitif siswa.

Tabel 5. Rangkuman hasil analisis butir soal

No	Validitas	Reliabilitas	Tingkat kesukaran	Daya beda soal
1	Tidak Valid	Reliabel	Sedang	Diterima dan diperbaiki
2	Valid	Reliabel	Sedang	Baik
3	Valid	Reliabel	Sedang	Baik
4	Valid	Reliabel	Sukar	Baik

Analisis kualitatif untuk soal nomor 1 dilakukan untuk soal bagian c. Revisi dilakukan pada soal nomor 1c karena persentase siswa menjawab dengan benar yang rendah. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Persentase jawaban benar dan salah soal nomor satu

	Benar	Salah
1a	84,22%	15,78%
1b	47,37%	52,63%
1c	15,78%	84,22%

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa 84,22% siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal nomor 1c.

Masalah yang diberikan pada soal nomor 1 adalah:

Berikut ini adalah informasi mengenai jumlah minuman yang terjual setiap hari di Kantin Sehat dalam bentuk variabel

m = banyaknya jus mangga
 a = banyaknya jus apel
 j = banyaknya jus jambu
 p = banyaknya jus pepaya
 w = banyaknya jus wortel

Gunakan variabel-variabel di atas untuk menyatakan pernyataan-pernyataan di bawah ini dalam bentuk aljabar

- Banyaknya jus mangga yang terjual hari ini sebanyak 10 cup
- Banyaknya jus wortel yang terjual hari ini 5 cup lebih sedikit dari jus jambu
- Banyaknya jus apel yang terjual hari ini 3 kali lipat dari banyaknya jus apel yang terjual kemarin. Banyaknya jus jambu yang terjual hari ini sama dengan total dari jus apel yang terjual hari ini dan jus apel yang terjual kemarin. Tulislah bentuk aljabar untuk menyatakan banyaknya jus jambu yang terjual hari ini.

Dalam menyelesaikan soal ini nomor 1c, siswa dituntut untuk membuat relasi antara tiga atribut yakni A1: Banyaknya jus apel yang terjual kemarin; A2: Banyaknya jus apel yang terjual hari ini; dan A3: Banyaknya jus jambu. Proses berpikir secara berurutan yang diharapkan ketika dalam menyelesaikan adalah 1) Menyatakan A1, A2 dan A3

masing-masing dalam variabel dengan simbol-simbol huruf berdasarkan informasi yang diberikan, 2) Mengidentifikasi relasi antara A1 dan A2, 3) Menyatakan relasi antara A1 dan A2 dalam bentuk aljabar dan 4) Mengidentifikasi relasi antara A1, A2 dan A3 serta menyatakan relasi tersebut sebagai persamaan matematika.

Selain itu juga, hal lain yang perlu diperhatikan adalah konstruksi soal 1c ini yang memungkinkan adanya proses penyelesaian yang berbeda.

- 1) Siswa tetap menggunakan simbol huruf "a" untuk menyatakan hubungan antara atribut A1 dan A2 sehingga bentuk aljabar untuk menyatakan hubungan A1 dan A2 adalah "a + 3a". Akhirnya, bentuk aljabar untuk relasi antara A1, A2 dan A3 adalah "j = a + 3a = 4a"
- 2) Siswa menggunakan dua simbol huruf berbeda untuk A1 (misalkan, "a") dan A2 ("misalkan, "b"). Sehingga bentuk aljabar untuk relasi antara A1 dan A2 adalah "b = 3a". Akhirnya, bentuk aljabar untuk menyatakan relasi antara atribut A1, A2 dan A3 adalah "j = a + b" atau "j = a + 3a"

Oleh karena itu, terlihat bahwa soal 1c melibatkan serangkain proses berpikir yang kompleks sehingga perlu diperbaiki dengan mempertimbangkan dua hal berikut:

- 1) Siswa kelas VII masih berada pada transisi berpikir aritmetika kepada berpikir aljabar [1], [23]-[25] maka tentunya siswa akan mengalami kesulitan dalam menghubungkan A1, A2 dan A3. Hal ini dapat ditunjukkan dengan hasil pekerjaan salah satu siswa yang disajikan pada Gambar 1.

$$\begin{aligned}
 & \dots\dots\dots \\
 & \text{Misalkan } (A = 3 \times a \\
 & \qquad \qquad \qquad) = a + ak \\
 & \dots\dots\dots \\
 & \dots\dots\dots \\
 & j = (3 \times A) (A + ak) \\
 & \dots\dots\dots
 \end{aligned}$$

Gambar 1. Menentukan variabel

Siswa sulit untuk menentukan variabel untuk menggantikan "banyaknya jus apel yang terjual kemarin" dan "banyaknya jus apel yang terjual hari ini". Siswa juga berusaha menggunakan repersentase yang lain yaitu "a" dan "ak".

Selain itu, siswa juga masih menggantikan variabel dengan bilangan tertentu. Hal ini ditunjukkan dengan salah satu pekerjaan siswa yang disajikan pada Gambar 2.

$ \begin{aligned} & 3j + j \text{ sama dengan} \\ & (5 \times 4) \\ & (3 \times 9 \times 12) \\ & \times \\ & 10 \text{ (jus apel yang terjual adalah...} \end{aligned} $	$ \begin{aligned} & a = -5 \text{ dan } 5 = 2 \text{ maka nilai dari } -2ab - 5 \text{ adalah } 15 \\ & \begin{array}{r} 20 \\ 40 + \\ 00 \text{ ab} \\ 33 \\ 50 \\ 48 \end{array} \end{aligned} $
---	--

Gambar 2. Transisi berpikir aritmetika ke aljabar

- 2) Siswa kelas VII juga masih belum bisa mengkonstruksi persamaan matematika dan belum memahami relasi "sama dengan". Pemahaman siswa terhadap simbol "sama dengan" dan relasi "sama dengan" berperan penting dalam mengkonstruksi pemahaman siswa terhadap konsep persamaan, relasi ekuivalensi, bentuk aljabar dan pertidaksamaan [26]–[29].

Dengan demikian, dalam mengukur kemampuan berpikir aljabar soal nomor 1c perlu direvisi dengan hanya menyajikan dua kuantitas tak di ketahui untuk setiap pertanyaan.

Soal nomor 1 setelah direvisi

Berikut ini adalah informasi mengenai jumlah minuman yang terjual setiap hari di Kantin "Sehat" dalam bentuk variabel

- m = banyaknya jus mangga
- a = banyaknya jus apel
- j = banyaknya jus jambu
- p = banyaknya jus pepaya
- w = banyaknya jus wortel

Gunakan variabel-variabel di atas untuk menyatakan pernyataan-pernyataan di bawah ini dalam bentuk aljabar

- a. Banyaknya jus mangga yang terjual hari ini sebanyak 10 cup
- b. Banyaknya jus wortel yang terjual hari ini 5 cup lebih sedikit dari jus jambu
- c. Banyaknya jus apel yang terjual hari ini sama dengan 3 kali lipat dari banyaknya jus pepaya
- d. Banyaknya jus jambu yang terjual hari ini sama dengan total dari jus mangga dan jus wortel yang terjual.

Analisis Kualitatif Soal Nomor 4

Masalah yang diberikan adalah

Supermarket "King Star" mengelompokkan buah mangga menjadi 2 kategori berdasarkan beratnya. Kategori pertama disebut grade A, yaitu buah mangga yang memiliki berat 200 gram. Kategori kedua disebut grade B, yaitu buah mangga yang memiliki berat 100 gram. Pak Ferry ingin membeli mangga sebanyak 8000 gram yang terdiri dari mangga Grade A dan Grade B. Bila Pak Ferry ingin membeli buah mangga grade B dengan jumlahnya dua kali lebih banyak dari mangga Grade A maka:

- a. Tulislah bentuk aljabar untuk jumlah buah mangga yang dibeli Pak Ferry
- b. Tentukanlah banyaknya masing-masing buah mangga grade A dan Grade B yang dibeli Pak Ferry.

Konstruksi soal ini melibatkan enam atribut yakni A1: Berat buah mangga grade A; A2: Berat buah mangga grade B; A3 : Jumlah buah mangga grade A; A4 : Jumlah buah mangga grade B; A5 : Total berat buah mangga Grade A dan Grade B; A6: Relasi antara banyaknya A3 dan A4 .

Dalam menyelesaikan masalah melibatkan proses berpikir yakni:

Proses	Deskripsi
P1:	Mengidentifikasi kuantitas tak diketahui (A3 dan A4) dan menyatakan dalam variabel
P2:	Mengidentifikasi relasi antara A1 dan A3 serta relasi antara A2 dan A4 lalu menyatakan relasi tersebut dalam bentuk aljabar
P3:	Mengidentifikasi relasi pada P2 dengan A5 (relasi antara kelima atribut) serta menyatakannya dalam bentuk aljabar

- P4: Menyusun bentuk aljabar untuk A6
- P5: Memanipulasi bentuk aljabar pada proses P4 dengan menerapkan relasi yang diperoleh pada P6
- P6: Menyelesaikan persamaan matematika
- P7: Menginterpretasikan penyelesaian yang diperoleh pada P6
- P8: Membuat kesimpulan
- P9: Menguji kembali jawaban

Berdasarkan uraian di atas, secara jelas terlihat bahwa soal tersebut sangat sulit bagi siswa kelas VII serta karena:

- 1) Konstruksi soal yang melibatkan banyak atribut sekaligus dan relasi fungsional yang harus diidentifikasi secara simultan yang memerlukan proses penyelesaian yang panjang. Soal ini mungkin dapat dikerjakan tetapi membutuhkan waktu yang lama. Soal dapat digunakan sebagai bahan pengayaan untuk meningkatkan kemampuan berpikir matematis lainnya.

Tidak sesuai dengan level kognitif siswa kelas VII karena siswa kelas VII berada pada transisi berpikir aritmetika dan berpikir aljabar. Hal ini dapat ditunjukkan dengan salah satu hasil pekerjaan siswa yang ditunjukkan pada Gambar 3.

$A = \text{hasilnya adalah}$ $= \text{grade} = x \cdot y$ $= \text{grade} \cdot B = x$ $(80 \times B)$ xy $= 90 \times 30 \times 19$ $= 50 \times 9 \times 15$ $= 82,000$	$B = \text{hasil dari grade} = x$ $x + y$ $= x + y = 80$ $80x + y$ $= 21 \text{ grade } x$ $\text{hasil dari } x \text{ adalah}$ $= 80000 \text{ ta } x$ $(2y^2 - 5xy + 6x^2 \text{ adalah})$ 80000 grade
---	---

Gambar 3. Kesulitan siswa menentukan kuantitas tak diketahui dan transisi berpikir

Berdasarkan gambar, siswa menetapkan beberapa simbol huruf yaitu A, B, x, y tetapi siswa sulit menentukan simbol-simbol ini merepresentasikan berat atau jumlah. Hal ini menunjukkan bahwa siswa sulit menentukan kuantitas tak diketahui dengan tepat dan sulit menyusun relasi antara variabel sebagai bentuk aljabar [12], [30], [31]. Hal ini berarti, siswa kelas VII masih memerlukan bantuan dalam menyusun representasi.

Dengan demikian, soal nomor 4 harus direvisi dengan memperhatikan hal-hal berikut:

- 1) Konstruksi pertanyaan dilakukan secara bertahap sehingga tidak memaksa siswa untuk membuat beberapa relasi fungsional secara bersamaan.
- 2) Memberi bantuan dengan memberi petunjuk terkait kuantitas tak diketahui dalam soal atau menyajikan representasi/ model recursive terkait dengan masalah.

Soal Nomor 4 Sesudah Revisi

Supermarket "King Star" mengelompokkan buah mangga menjadi 2 kategori berdasarkan beratnya. Kategori pertama disebut grade A, yaitu buah mangga yang memiliki berat 200 gram. Kategori kedua disebut grade B, yaitu buah mangga yang memiliki berat 100 gram. Pak Ferry ingin membeli mangga sebanyak 8000 gram yang terdiri dari mangga Grade A dan Grade B

- a. Misalkan, banyaknya buah mangga Grade A adalah x dan jumlah buah mangga Grade B adalah y maka tulislah bentuk aljabar untuk banyaknya buah mangga yang dibeli Pak Ferry
- b. Bila Pak Ferry ingin membeli buah mangga grade B dengan banyaknya dua kali lebih banyak dari mangga Grade A maka tentukanlah jumlah masing-masing buah mangga grade A dan Grade B yang dibeli Pak Ferry

Berdasarkan hasil analisis kuantitatif dan kualitatif diatas maka instrumen kemampuan berpikir aljabar bagi siswa kelas VII disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Instrumen Kemampuan Berpikir Aljabar

Kemampuan berpikir aljabar	Indikator soal	Soal
Generalisasi Memahami symbol, memahami variabel dan Menyusun bentuk aljabar	<ul style="list-style-type: none"> • Menyatakan variabel dalam simbol menggunakan variabel • Menyusun dan memahami makna bentuk aljabar dengan menggunakan variabel-variabel • mengkonstruksi • Mengaitkan suatu simbol dengan simbol lain untuk menyusun suatu bentuk aljabar • Menyusun bentuk aljabar yang dapat dipahami oleh orang lain. 	1. Berikut ini adalah informasi mengenai jumlah minuman yang terjual setiap hari di Kantin "Sehat" dalam bentuk variabel m = banyaknya jus mangga a = banyaknya jus apel j = banyaknya jus jambu p = banyaknya jus pepaya w = banyaknya jus wortel Gunakan variabel-variabel di atas untuk menyatakan pernyataan-pernyataan di bawah ini dalam bentuk aljabar a. Banyaknya jus mangga yang terjual hari ini sebanyak 10 cup b. Banyaknya jus wortel yang terjual hari ini 5 cup lebih sedikit dari jus jambu c. Banyaknya jus apel yang terjual hari ini sama dengan 3 kali lipat dari banyaknya jus pepaya a. Banyaknya jus jambu yang terjual hari ini sama dengan total dari jus mangga dan jus wortel yang terjual
Transformasi Memanipulasi symbol-simbol aljabar	Menerapkan sifat-sifat operasi bentuk aljabar	Tentukan hasil dari $(3a - b)^2$
Transformasi Menggunakan symbol-simbol aljabar untuk mengkonstruksi bentuk aljabar untuk menggambarkan	Menentukan luas dan keliling persegipanjang yang panjang dan lebar dinyatakan dalam simbol-simbol huruf	Perhatikan gambar berikut 

Kemampuan berpikir aljabar	Indikator soal	Soal
masalah dan digunakan lebih lanjut untuk menyelesaikan masalah		a. Nyatakan luas bangun persegi panjang di atas dalam bentuk aljabar b. Jika $x + y = 10$ maka tentukan keliling dari persegi panjang tersebut
Metaglobal Menyelesaikan soal cerita dengan merumuskan hubungan dan menyatakan hubungan tersebut dalam bentuk aljabar	<ul style="list-style-type: none"> Menyusun hubungan antara berat buah mangga dan jumlah buah mangga Menyusun bentuk aljabar untuk menyatakan hubungan berat buah mangga dan jumlah buah mangga Menyelesaikan masalah yang diberikan dengan langkah-langkah yang logis Mendeskripsikan penyelesaian yang dibuat 	4. Supermarket "King Star" mengelompokkan buah mangga menjadi 2 kategori berdasarkan beratnya. Kategori pertama disebut grade A, yaitu buah mangga yang memiliki berat 200 gram. Kategori kedua disebut grade B, yaitu buah mangga yang memiliki berat 100 gram. Pak Ferry ingin membeli mangga sebanyak 8000 gram yang terdiri dari mangga Grade A dan Grade B a. Misalkan, jumlah buah mangga Grade A adalah x dan jumlah buah mangga Grade B adalah y maka tuliskan bentuk aljabar untuk jumlah buah mangga yang dibeli Pak Ferry b. Bila Pak Ferry ingin membeli buah mangga grade B dengan jumlahnya dua kali lebih banyak dari mangga Grade A maka tentukanlah jumlah masing-masing buah mangga grade A dan Grade B yang dibeli Pak Ferry

4. Simpulan

Pengembangan instrumen kemampuan berpikir aljabar dalam penelitian ini mengacu indikator kemampuan berpikir aljabar yaitu generalisasi, transformasi dan metaglobal. Pengembangan instrumen dilakukan dalam empat tahapan yakni (1) kajian teori tentang kemampuan berpikir aljabar dan analisis kurikulum, (2) merancang instrumen dengan memperhatikan indikator kemampuan berpikir aljabar dan validasi ahli (3) revisi instrumen berdasarkan masukan validator dan menyusun draf instrumen, (4) uji coba draf instrumen, analisis hasil uji validitas, reliabilitas, daya beda dan tingkat kesukaran soal, analisis kualitatif dengan memanfaatkan hasil pekerjaan siswa, dan revisi Instrumen berdasarkan hasil analisis kuantitatif dan kualitatif. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa uji coba instrumen secara kuantitatif saja tidak cukup untuk

mendapatkan suatu instrumen yang layak untuk digunakan. Dalam penelitian ini ditemukan bahwa soal-soal yang valid dan reliabel belum tentu dapat dimanfaatkan untuk mengukur kemampuan berpikir siswa. Oleh karena itu, analisis kualitatif lebih lanjut dengan memperhatikan konten, konteks, struktur soal, kesulitan siswa dan tingkat kognitif siswa dapat membantu peneliti untuk mendapatkan instrumen yang layak digunakan. Instrumen yang dihasilkan dalam penelitian pengembangan ini adalah soal uraian sebanyak 4 butir soal yang telah diuji validitas, reliabilitas, daya beda dan tingkat kesukaran soal tetapi belum diimplementasikan untuk mengukur kemampuan berpikir aljabar pada subjek yang lebih luas. Selain itu, ujicoba instrumen hanya terbatas pada subjek kelas VII sehingga ujicoba instrumen ini dapat diujicobakan lebih lanjut bagi siswa kelas VIII dan kelas IX.

Referensi

- [1] S. Wettergren, "Lumat Special Issue 2022: Mathematical Thinking and Understanding in Learning of Mathematics Identifying and Promoting Young Students' Early Algebraic Thinking", 2022, doi: 10.31129/10.2.1617.
- [2] I. R. Sibgatullin, A. V. Korzhuev, E. R. Khairullina, A. R. Sadykova, R. V. Baturina, and V. Chauzova, "A Systematic Review on Algebraic Thinking in Education," *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, vol. 18, no. 1, pp. 1-15, Jan. 2022, doi: 10.29333/ejmste/11486.
- [3] T. Marghetis, D. Landy, and R. L. Goldstone, "Mastering algebra retrains the Visual System to Perceive Hierarchical Structure in Equations," *Cogn Res Princ Implic*, vol. 1, no. 25, pp. 1 -10, Dec. 2016, doi: 10.1186/s41235-016-0020-9.
- [4] L. Puig, "Researching (Algebraic) Problem Solving from the Perspective of Local Theoretical Models," in *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Elsevier Ltd, pp. 3-16, 2010, doi: 10.1016/j.sbspro.2010.12.002.
- [5] S. Y. Maudy, D. S., and E. M., "Student' Algebraic Thinking Level," *International Journal of Information and Education Technology*, vol. 8, no. 9, pp. 672-676, 2018, doi: 10.18178/ijiet.2018.8.9.1120.
- [6] L. A. Z. Najma and M. Masduki, "Exploration of Student Algebraic Thinking in Terms Of Implusive Reflective Cognitive Style," *Journal of Medives : Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, vol. 7, no. 2, pp. 219-231, Jul. 2023, doi: 10.31331/medivesveteran.v7i2.2580.
- [7] D. M. Nurhayati, T. Herman, and S. Suhendra, "Analysis of Secondary School Students' Algebraic Thinking and Math-Talk Learning Community to Help Students Learn," *J Phys Conf Ser*, vol. 895, pp. 1-8, Sep. 2017, doi: 10.1088/1742-6596/895/1/012054.
- [8] H. Yansa, H. Retnawati, and M. Janna, "Misconceptions of Basic Algebra on Linear Equation in One Variable Material," *J Phys Conf Ser*, vol. 1882, no. 1, pp. 1-8, May 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1882/1/012091.

- [9] M. Mulungye, "Journal of Education and Practice www.iiste.org ISSN," Online, [Online]. Available: [http://wiki.answers.com/Q/What is the importance of](http://wiki.answers.com/Q/What_is_the_importance_of), 2016.
- [10] N. S. Utami, S. Prabawanto, and D. Suryadi, "How Students Generate Patterns in Learning Algebra? A Focus on Functional Thinking in Secondary School Students," *European Journal of Educational Research*, vol. 12, no. 2, pp. 913–925, 2023, doi: 10.12973/eu-jer.12.2.913.
- [11] C. Kieran, "The Multi-Dimensionality of Early Algebraic Thinking: Background, Overarching Dimensions, and New Directions," *ZDM – Mathematics Education*, vol. 54, no. 6, pp. 1131–1150, Nov. 2022, doi: 10.1007/s11858-022-01435-6.
- [12] J. J. Kaput, "1 What Is Algebra? What Is Algebraic Reasoning?," in *Algebra In The Early Grades*, Routledge, pp. 5–18, 2017, doi: 10.4324/9781315097435-2.
- [13] M. L. Blanton and J. J. Kaput, "Functional Thinking as a Route Into Algebra in the Elementary Grades," pp. 5–23, 2011. doi: 10.1007/978-3-642-17735-4_2.
- [14] C. Pearn, M. Stephens, and R. Pierce, "Algebraic reasoning in years 5 and 6: classifying its emergence and progression using reverse fraction tasks," *ZDM - Mathematics Education*, vol. 54, no. 6, pp. 1257–1271, Nov. 2022, doi: 10.1007/s11858-022-01426-7.
- [15] O. A. Alghtani and N. A. Abdulhamied, "The Effectiveness of Geometric Representative Approach in Developing Algebraic Thinking of Fourth Grade Students," in *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Elsevier Ltd, 2010, pp. 256–263. doi: 10.1016/j.sbspro.2010.12.035.
- [16] M. Öztürk, "An Embedded Mixed Method Study on Teaching Algebraic Expressions Using Metacognition-Based Training," *Think Skills Creat*, vol. 39, p. 100787, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.tsc.2021.100787.
- [17] U. Silma, "Analisis Kemampuan Berpikir Aljabar Siswa dalam Model Pembelajaran Learning Cycle 5E," *Jurnal Pembelajaran Matematika*, vol. 5, no. 3, pp. 300–319, 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.uns.ac.id/jpm>
- [18] I. Farida, D. Lukman Hakim, U. Singaperbangsa Karawang, J. H. Ronggo Waluyo, K. Telukjambe Timur, and J. Barat, "Kemampuan Berpikir Aljabar Siswa SMP pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV)," *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, vol. 4, no. 5, 2021, doi: 10.22460/jpmi.v4i5.1123-1136.
- [19] A. Ihtiani and A. Agoestanto, "Analysis of Students Error in Global Meta-Level Algebraic Thinking on Problem Proving on Core Learning Assisted by Scaffolding," *Unnes Journal of Mathematics Education*, vol. 10, no. 1, pp. 27–38, 2021, doi: 10.15294/ujme.v10i1.32419.
- [20] J. J. H. van den (Jan J. H. Akker *et al.*, *Educational design research / Part A: an introduction*.

- [21] C. Kieran, "Algebra Teaching and Learning," in *Encyclopedia of Mathematics Education*, Cham: Springer International Publishing, 2018, pp. 1-9. doi: 10.1007/978-3-319-77487-9_6-5.
- [22] C. Kieran, "Research on the Learning and Teaching of Algebra: A Broadening of Sources of Meaning." Accessed: Dec. 13, 2023. [Online]. Available: <https://psycnet.apa.org/record/2006-10604-001>
- [23] J. Cai, D. Hee Chan Lew, C. Anne Morris, D. C. John Moyer, W. Swee Fong Ng, and N. Jean Schmittau, "The Development of Students' Algebraic Thinking in Earlier Grades: A Cross-Cultural Comparative Perspective 1," *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, vol. 37, no. 1, pp. 5-15, 2005.
- [24] M. S. Britt and K. C. Irwin, "Algebraic Thinking With and Without Algebraic Representation: A three-Year Longitudinal Study," *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, vol. 40, no. 1, pp. 39-53, 2008, doi: 10.1007/s11858-007-0064-x.
- [25] K. M. Zaelani, R. Marlina, and K. N. S. Effendi, "The Algebraic Thinking Profile of Junior High School Students at Extended Abstract Level of SOLO Taxonomy," *Edumatika : Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, vol. 3, no. 2, p. 120, Nov. 2020, doi: 10.32939/ejrpm.v3i2.599.
- [26] A. C. Stephens, E. J. Knuth, M. L. Blanton, I. Isler, A. M. Gardiner, and T. Marum, "Equation Structure and The Meaning of The Equal Sign: The Impact of Task Selection in Eliciting Elementary Students' Understandings," *The Journal of Mathematical Behavior*, vol. 32, no. 2, pp. 173-182, Jun. 2013, doi: 10.1016/j.jmathb.2013.02.001.
- [27] M. L. Blanton and J. J. Kaput, "Characterizing a Classroom Practice that Promotes Algebraic Reasoning," 2005, [Online]. Available: www.nctm.org.
- [28] E. Simsek, I. Jones, J. Hunter, and I. Xenidou-Dervou, "Mathematical Equivalence Assessment: Measurement Invariance Across Six Countries," *Studies in Educational Evaluation*, vol. 70, pp. 1-11, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.stueduc.2021.101046.
- [29] C. E. Byrd, N. M. McNeil, D. L. Chesney, and P. G. Matthews, "A Specific Misconception of The Equal Sign Acts as A Barrier to Children's Learning of Early Algebra," *Learn Individ Differ*, vol. 38, pp. 61-67, Feb. 2015, doi: 10.1016/j.lindif.2015.01.001.
- [30] M. Blanton *et al.*, "Implementing a Framework for Early Algebra," 2018, pp. 27-49. doi: 10.1007/978-3-319-68351-5_2.
- [31] C. Kieran, J. Pang, D. S. Swee, and F. Ng, "Early Algebra ICME-13 Topical Surveys Research into its Nature, its Learning, its Teaching." 2016, [Online]. Available: <http://www.springer.com/series/14352>