

PROSES BERPIKIR ALJABAR DALAM MENYELESAIKAN MASALAH MATEMATIKA BERBASIS *OPEN-ENDED*

Siti Nurcholifah^{1*)}, Riawan Yudi Purwoko¹⁾, Heru Kurniawan¹⁾

¹⁾Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Purworejo
*e-mail: sitinurcholifah1998@gmail.com

Abstract

This study aims to describe the algebraic thinking process of students in solving open-ended mathematical problems. The research method used was literature review through books, journals, and similar previous research. The results of the study of various literature are that there are three processes in thinking algebra when students are faced with open-ended based problems including understanding patterns, representing, and solving. In the first stage is, understanding patterns students understand the patterns shown by writing important statements in the problem or stating the patterns in the form of images. At the stage of representing students doing symbolic manipulation of patterns in the form of equations containing coefficients, variables, and constants. At the stage of completing students use the right strategy so that a variety of alternative answers correct. Open-ended can be seen when students go through the stages of understanding patterns and completing.

Keywords: algebraic thinking, algebraic thought processes, open-ended problems

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses berpikir aljabar siswa dalam menyelesaikan masalah matematika berbasis *open-ended*. Metode penelitian yang digunakan adalah telaah literatur kepustakaan melalui buku, jurnal, dan penelitian sebelumnya yang serupa. Hasil telaah dari berbagai literatur adalah terdapat tiga proses dalam berpikir aljabar ketika siswa dihadapkan pada masalah berbasis *open-ended* meliputi memahami pola, merepresentasikan, dan menyelesaikan. Pada tahap pertama yaitu memahami pola siswa memahami pola yang ditunjukkan dengan menuliskan pernyataan penting pada soal atau menyatakan pola dalam bentuk gambar. Pada tahap merepresentasikan siswa melakukan manipulasi simbolik pada pola dalam bentuk persamaan yang memuat koefisien, variabel, dan konstanta. Pada tahap menyelesaikan siswa menggunakan strategi yang tepat sehingga mendoat berbagai alternative jawaban benar. *Open-ended* dapat terlihat ketika siswa melewati tahap memahami pola dan menyelesaikan.

Kata Kunci: *berpikir aljabar, proses berpikir aljabar, masalah open-ended*.

PENDAHULUAN

Aljabar adalah bahasa matematika yang terkait dengan variabel, operasi, dan angka yang saling memiliki keterkaitan. Gagasan dasar aljabar Aljabar memiliki kedudukan yang penting dalam matematika sehingga oleh Maulana (2008) disebut sebagai urat nadi matematika. Hal ini salah satunya disebabkan oleh sebaran materi aljabar yang hampir dijumpai pada setiap jenjang kelas di sekolah menengah. Pemahaman konsep aljabar dapat dikuasai dengan kemampuan berpikir aljabar. Menurut Andriani (2015) berpikir aljabar adalah aktivitas menemukan pola permasalahan matematika atau situasi kontekstual tertentu, membuat keterkaitan antar simbol dan menyusun generalisasinya melalui representasi dan manipulasi simbolik. Terdapat tiga komponen utama dalam berpikir aljabar yang kebanyakan siswa masih merasa kesulitan dalam menghadapinya, dibuktikan dengan beberapa hasil penelitian sebelumnya, hasil PISA 2019, dan hasil wawancara dengan salah satu guru SMP di Purworejo.

Hasil penelitian dari Cahyaningtyas, dkk (2018) mengenai analisis proses berpikir aljabar menunjukkan bahwa siswa kesulitan meringkas informasi pada soal, memprediksi pola dan menemukan pola selanjutnya. Hal ini disebabkan rendahnya kemampuan siswa dalam merepresentasikan informasi dalam bentuk matematika. Berdasarkan hasil PISA di bidang matematika, siswa Indonesia belum mampu menyelesaikan soal yang menuntut kemampuan berpikir aljabar. Hanya terdapat 28% siswa yang dapat menduduki kemahiran tingkat dua dimana siswa mampu mengenali tanpa adanya intruksi yang jelas serta dapat merepresentasi situasi matematis. Berdasarkan wawancara dengan salah satu guru matematika, siswa kesulitan dalam menyelesaikan persamaan bentuk aljabar. Siswa melakukan kesalahan mengoperasikan variabel dengan konstanta yang seharusnya tidak boleh dilakukan. Berdasarkan hal tersebut penelitian mengenai berpikir aljabar banyak dilakukan dalam rangka menemukan cara meningkatkan kemampuan berpikir aljabar siswa. Penelitian dilakukan oleh Kamol, dkk (2003); Cai, dkk (2007); Linsell (2007) ; dan Kriegler (2007) yang mendapatkan temuan yang sama yaitu pentingnya seorang pengajar memperhatikan berpikir aljabar peserta didiknya di semua jenjang sekolah.

Penelitian mengenai berpikir aljabar juga dilakukan oleh Lingga & Sari (2013) dengan judul pengaruh kemampuan berpikir aljabar dalam pemecahan masalah matematika. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa berpikir aljabar memiliki pengaruh positif terhadap kemampuan pemecahan masalah. Siswa yang memiliki kemampuan berpikir aljabar mahir dalam menyelesaikan masalah. Sebaliknya siswa yang tidak memiliki kemampuan berpikir aljabar akan kesulitan dalam menyelesaikan masalah matematika. Berdasarkan hasil tersebut berpikir aljabar erat kaitannya dengan masalah matematika. Salah satu masalah yang dapat memunculkan kemampuan berpikir aljabar siswa adalah masalah *open-ended*.

Masalah *open-ended* adalah masalah yang dapat diselesaikan dengan berbagai cara, berbagai jawaban, dan berbagai cara mengembangkan jawaban. Masalah *open-ended* memberikan kesempatan siswa untuk berpikir secara aktif dan kreatif. Masalah *open-ended* berkaitan erat dengan kemampuan berpikir aljabar siswa. Hal ini selaras dengan Andriani (2015) yang menyatakan bahwa hal yang paling utama dalam memunculkan kemampuan berpikir aljabar siswa dalam pembelajaran adalah dengan pemberian soal-soal non rutin atau *open-ended*. Berdasarkan uraian tersebut penulis bertujuan untuk memaparkan proses berpikir aljabar siswa dalam menyelesaikan masalah *open-ended*.

METODE

Metode penelitian yang dilakukan bersifat telaah literatur kepustakaan dengan mengumpulkan informasi tentang berpikir aljabar dan masalah *open-ended* dari referensi beberapa buku, jurnal, web, serta memahami penelitian serupa yang pernah dilakukan oleh peneliti lain sebelumnya. Pengumpulan data melalui studi pustaka adalah studi penelaahan terhadap literatur, catatan-catatan, dan laporan yang berkaitan dengan berpikir aljabar pada penyelesaian masalah *open-ended*. Data hasil telaah literatur dianalisis menggunakan Teknik teknik Miles and Huberman yaitu dengan merangkum, menyajikan data, dan memberikan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aljabar adalah ilmu yang mengajarkan bagaimana mencari jumlah nilai yang belum diketahui menggunakan cara yang sudah diketahui Booker (2008). Menurut Sukmawati (2015) aljabar merupakan cabang ilmu yang menggunakan kalimat matematika dalam penggambaran hubungan sesuatu hal yang belum diketahui pasti. Aljabar erat kaitannya dengan istilah variabel, koefisien, dan konstanta. Kegiatan utama dalam ilmu aljabar adalah

simbolisasi pernyataan ke dalam gambar atau persamaan yang memuat variabel, koefisien, dan konstanta.

Kekuatan utama dari aljabar adalah sebagai alat representasi simbolik. Hal ini selaras dengan pernyataan NCTM (2008) yaitu salah satu kekuatan aljabar adalah sebagai alat untuk generalisasi dan menyelesaikan berbagai masalah aljabar. Aljabar menurut Lew (2004) adalah ilmu yang mengandung enam ilmu kemampuan berpikir matematis yang terdiri dari generalisasi, abstraksi, berpikir analitis, berpikir dinamis, pemodelan, dan organisasi. Proses yang terdapat dalam aljabar meliputi proses menemukan pola, proses mengekstraksi objek dan relasi matematika, proses berpikir, proses merepresentasikan situasi kompleks, dan proses mengorganisasikan situasi. Berdasarkan uraian tersebut aljabar erat kaitannya dengan kegiatan berpikir.

Terdapat empat pandangan tentang aljabar menurut Drijvers dkk, (2010) yaitu aljabar sebagai aktivitas manusia, aljabar sebagai aktivitas otak, aljabar sebagai aktivitas personal, dan aljabar sebagai aktivitas yang bermakna. Aljabar sebagai aktivitas manusia berasal dari sudut pandang sejarah dimana aljabar muncul sebagai upaya pemenuhan kebutuhan manusia dan sebagai konstruksi manusia. Dalam pandangan ini aljabar merupakan alat dan pengetahuan yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan. Aljabar sebagai aktivitas otak mencakup perpaduan keterampilan dan pengetahuan. Aljabar sebagai kegiatan yang bermakna artinya dalam pembelajaran aljabar setiap kegiatan perlu dialami siswa secara bermakna.

Berpikir menurut Subanji (2007) adalah aktivitas mental yang digunakan untuk merumuskan dan menyelesaikan masalah, membuat keputusan serta memahami masalah. Menurut Matematika, dkk., n.d. (2013) berpikir adalah kegiatan yang melibatkan otak guna mengolah informasi kognitif maupun mental. Menurut Sukmawati (2015) berpikir merupakan kegiatan mental yang berkaitan dengan pengetahuan sebelumnya dan pengetahuan baru yang bertujuan untuk membuat keputusan, menemukan pemahaman serta menyelesaikan masalah. Terdapat tiga gagasan dasar dalam berpikir menurut Wayer (Solso, 2007) meliputi berfikir sebagai aktifitas kognitif, sebagai proses manipulasi pengetahuan dalam sistem kognitif, dan sebagai alat pemecah masalah.

Menurut Shaleh (2004) berpikir dibagi menjadi dua jenis, yaitu berpikir aestetik dan realistik. Berpikir aestetik artinya berpikir di luar logika atau akal manusia dan yang dipikirkan tidak akan terjadi di kehidupan nyata. Berpikir realistic artinya berpikir sesuatu hal yang nyata dan ada di kehidupan manusia, dan tentunya dapat diterima oleh akal. Pemecahan masalah adalah salah satu contoh dari berpikir realistik. Terdapat tiga macam berpikir realistik meliputi berpikir deduktif, induktif, evaluative, dan analogi. Berpikir deduktif adalah berpikir dari hal yang paling umum ke hal yang khusus untuk menarik kesimpulan. Berpikir induktif adalah berpikir dari hal khusus ke umum untuk mendapat sebuah kesimpulan umum. Berpikir evaluative adalah berpikir untuk mengevaluasi atau menilai sesuatu hal sesuai dengan semestinya. Berpikir analogi adalah berpikir dengan menggunakan perkiraan. Berdasarkan uraian di atas, berpikir dalam artikel ini adalah aktivitas mental yang melibatkan otak dengan tujuan mendapatkan pengetahuan baru guna menyelesaikan masalah. Salah satu berpikir yang dilakukan dalam pembelajaran matematika adalah berpikir aljabar.

Berpikir aljabar menurut Andriani (2015) adalah suatu aktivitas menemukan pola permasalahan matematika, membuat relasi antar kuantitas dan menyusun generalisasinya melalui representasi dan manipulasi simbolik. Blanton & Kaput (2005: 412-446) mendefinisikan pemikiran aljabar sebagai “kebiasaan pikiran” yang memungkinkan siswa untuk mengidentifikasi dan mengekspresikan struktur dan hubungan matematika. Berpikir aljabar menurut Radford (2006: 15) adalah kegiatan menggeneralisasikan pola permasalahan matematika yang mengandung tiga komponen yaitu generalisasi faktual, kontekstual, dan simbolik. Berpikir aljabar menurut Kieran (2004: 149) merupakan generalisasi bilangan dan

perhitungan, memformalisasikan ide-ide dengan sistem simbol, dan mengeksplorasi konsep-konsep dari pola dan fungsi. Berpikir aljabar menurut Napfiah (2016) adalah aktivitas mental yang menghasilkan pengetahuan tentang relasi antara kuantitas yang direpresentasikan dengan menggunakan simbol.

Menurut Kieran (2004) terdapat beberapa fokus agar berpikir aljabar dapat berkembang dengan baik meliputi: (1) fokus pada hubungan (2) fokus pada operasi (3) fokus pada merepresentasikan dan memecahkan masalah (4) fokus pada angka dan huruf. Fokus pada hubungan artinya melihat simbol matematika sebagai ekspresi yang saling berhubungan. Fokus pada operasi artinya dapat menentukan mana yang dapat dioperasikan dan yang tidak. Fokus pada merepresentasikan dan memecahkan masalah artinya dapat mengubah pernyataan dalam bentuk kalimat matematika dan menyelesaikannya. Fokus pada angka dan huruf artinya bekerja dengan huruf yang belum diketahui nilainya.

Kaput (2008) menyebutkan ada tiga aspek dalam berpikir aljabar, yaitu (1) studi tentang struktur pada sistem bilangan, seperti halnya dalam aritmatika (hal ini berkaitan dengan pandangan bahwa aljabar sebagai generalisasi dari aritmatika atau *algebra as generalized arithmetic*), (2) studi tentang pola, hubungan, dan fungsi, (3) proses pemodelan matematika, termasuk di dalamnya adalah penggunaan simbol secara bermakna. Ketiga aspek ini berkaitan dengan generalisasi dan simbolisasi.

Terdapat tiga komponen dalam berpikir aljabar meliputi penerapan simbol dan relasi aljabar, penerapan berbagai bentuk representasi, serta penerapan pola dan generalisasi Dindyal (2011). Sedangkan komponen berpikir aljabar oleh Kriegler (2007) meliputi alat berpikir matematis dan gagasan aljabar fundamental. Rincian komponen oleh Krieger sebagai dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komponen Berpikir Aljabar

Alat Berpikir Matematis	Gagasan Aljabar Fundamental
<p>Keterampilan Pemecahan Masalah</p> <p>a) Menggunakan strategi pemecahan masalah</p> <p>b) Menyelidiki beberapa pendekatan/ solusi</p>	<p>Aljabar sebagai Aritmatika Umum</p> <p>a) Secara konseptual berbasis strategi perhitungan</p> <p>b) Rasio dan proporsi</p> <p>c) Estimasi</p>
<p>Keterampilan Representasi</p> <p>a) Menampilkan hubungan-hubungan secara visual, simbolis, numeric, dan verbal</p> <p>b) Menerjemahkan antara representasi yang berbeda</p> <p>c) Menafsirkan informasi dalam representasi</p>	<p>Aljabar sebagai Bahasa Matematika</p> <p>a) Arti dari variabel dan ekspresi matematika</p> <p>b) Memahami dan menggunakan sifat system bilangan</p> <p>c) Membaca, menulis, memanipulasi angka dan simbol menggunakan kaidah aljabar</p> <p>d) Menggunakan representasi simbolik untuk memanipulasi rumus, ekspresi, persamaan, dan pertidaksamaan</p>
<p>Keterampilan Penalaran Kuantitatif</p> <p>a) Menganalisis masalah untuk menggali dan mengukur hal penting</p> <p>b) Penalaran induktif dan deduktif</p>	<p>Aljabar sebagai Alat untuk Fungsi dan Pemodelan Matematika</p> <p>a) Mencari, mengungkapkan, generalisasi pola dan aturan dalam konteks dunia nyata</p> <p>b) Merepresentasikan ide-ide matematika dengan menggunakan persamaan, table, grafik, atau kata-kata</p> <p>c) Bekerja dengan pola input atau output</p> <p>d) Mengembangkan keterampilan, grafik koordinat</p>

Menurut NCTM (2000) ada tiga proses dalam berpikir aljabar meliputi: memahami pola, relasi, fungsi; representasi dan analisis situasi matematika dan strukturnya menggunakan simbol aljabar; menggunakan model matematika untuk merepresentasikan dan memahami hubungan kuantitatif dan menganalisis perubahan dalam berbagai konteks. Kieran (2004) mengungkapkan proses berpikir aljabar pada siswa meliputi generasional, transformasi, dan level meta-global. Proses berpikir aljabar menurut Driscoll, et al. (2003) meliputi mengelompokkan informasi, memprediksi pola, *chunking* informasi, menggambarkan aturan, representasi yang berbeda, menggambarkan perubahan, membenarkan aturan. Berpikir aljabar mencakup proses generalisasi pengalaman dengan bilangan dan perhitungan, formalisasi ide dengan menggunakan sistem simbol yang bermakna, dan eksplorasi konsep dari pola dan fungsi Van de Walle, dkk (2013).

Blanton dkk (2011) menyebutkan proses berpikir aljabar meliputi generalisasi, representasi, pembenaran, dan penalaran dengan struktur dan relasi matematika. Russell dkk (2011) proses berpikir aljabar berfokus pada memperhatikan, mengartikulasikan, mewakili, membenarkan, dan kontras. Menurut Cusi dkk (2011) proses berpikir aljabar berfokus pada verbalisasi, menerjemahkan, berdebat, menafsirkan, memprediksi, dan berkomunikasi. Fokus pada memperhatikan, mengartikulasikan, mewakili, membenarkan, dan kontras. Prosedur berpikir aljabar juga disebutkan oleh Lepak (2018) terdiri dari empat tahap meliputi : (1) membaca dan menafsirkan teks, dan memahami konteks dalam pernyataan masalah, (2) mengidentifikasi jumlah dan hubungan antara keduanya, (3) menggunakan representasi aljabar antara hubungan dan jumlah, (3) melakukan perhitungan dan memeriksa hasil, (5) memberikan penjelasan yang meyakinkan.

Berdasarkan uraian mengenai berpikir aljabar tersebut, berpikir aljabar dalam artikel ini adalah kegiatan memahami pola dengan menyajikannya dalam bentuk gambar maupun pernyataan, merepresentasikan pola dalam bentuk yang memuat variabel, koefisien, dan konstanta, serta menyelesaikan bentuk persamaan maupun pertidaksamaan. Terdapat tiga proses dalam berpikir aljabar meliputi memahami pola, merepresentasikan, dan menyelesaikan. Siswa dikatakan memiliki kemampuan berpikir aljabar apabila dapat memenuhi semua proses berpikir aljabar tersebut. Berpikir aljabar dapat muncul ketika siswa dihadapkan dengan masalah matematika salah satunya masalah *open-ended*.

Masalah *open-ended* adalah suatu masalah yang diformulasikan memiliki beragam strategi penyelesaian atau jawaban benar Simada dalam Fatah, dkk (2016). *Open-ended* adalah suatu pendekatan yang menerapkan soal-soal *open-ended* dalam pembelajaran untuk didiskusikan bersama, Pehkonen dalam Setiawan & Harta (2014). Terdapat tiga tipe dasar keterbukaan dalam pendekatan *open-ended* yaitu strateginya terbuka, hasilnya terbuka, dan cara pengembang lanjutannya yang terbuka. Strateginya terbuka maksudnya adalah tipe soal yang diberikan memiliki banyak alternative strategi penyelesaian yang dapat digunakan. Hasil akhirnya yang terbuka maksudnya adalah tipe soal yang diberikan memiliki beragam alternative jawaban baru. Cara pengembangannya terbuka artinya adalah terciptanya soal baru ketika soal yang asli dapat diselesaikan. Penerapan pendekatan *open-ended* dapat dilakukan dengan pemberian masalah *open-ended* dalam pembelajaran kepada siswa. berdasarkan uraian tersebut masalah *open-ended* adalah masalah non rutin yang didesain memiliki beragam strategi penyelesaian dan beragam alternative jawaban baru.

Menurut Shimada sebagaimana dikutip oleh Hamdani (2007), terdapat tiga jenis masalah berbasis *open-ended* yaitu mengklasifikasikan, menemukan hubungan, dan pengukuran. Pada tipe mengklasifikasikan siswa ditugaskan mengelompokkan informasi berdasarkan perbedaan karakteristik yang muncul untuk membuat formula matematika. Pada tipe menemukan hubungan siswa ditugaskan untuk menemukan aturan atau hubungan secara matematika. Pada tipe pengukuran siswa ditugaskan untuk memilih sebuah angka untuk

mengukur suatu fenomena. Masalah tipe pengukuran melibatkan aktivitas, menghitung, mengukur, dan keterampilan yang lain.

Berdasarkan paparan tersebut masalah berbasis *open-ended* adalah masalah yang penyelesaiannya menggunakan pendekatan masalah terbuka (*open-ended*) yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyelesaikan soal-soal terbuka atau tidak lengkap dengan berbagai cara dan jawabannya merupakan alternatif penyelesaian baru. Terdapat tiga tipe masalah berbasis *open-ended* berdasarkan banyaknya cara dan penyelesaian. Tipe tersebut meliputi satu cara banyak solusi, banyak cara satu solusi, dan banyak cara banyak solusi. Dalam menyelesaikan masalah tersebut diperlukan kemampuan untuk menemukan pola permasalahan, merepresentasikan ide permasalahan, dan menyelesaikan permasalahan. Oleh karena itu, penyelesaian masalah berbasis *open-ended* erat kaitannya dengan berpikir aljabar.

Proses berpikir aljabar merupakan serangkaian kegiatan berpikir aljabar. Proses berpikir aljabar dalam menyelesaikan masalah matematika berbasis *open-ended* adalah serangkaian kegiatan memahami pola permasalahan, merepresentasikan ide permasalahan, dan menyelesaikan permasalahan dimana masalah tersebut didesain berbentuk *open-ended* guna memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyelesaikan soal-soal

Menurut NCTM (2000) ada tiga proses dalam berpikir aljabar meliputi: memahami pola, relasi, fungsi; representasi dan analisis situasi matematika dan strukturnya menggunakan simbol aljabar; menggunakan model matematika untuk merepresentasikan dan memahami hubungan kuantitatif dan menganalisis perubahan dalam berbagai konteks. Kieran (2004) mengungkapkan proses berpikir aljabar pada siswa meliputi generasional, transformasi, dan level meta-global. Proses berpikir aljabar menurut Driscoll, et al. (2003) meliputi mengelompokkan informasi, memprediksi pola, *chunking* informasi, menggambarkan aturan, representasi yang berbeda, menggambarkan perubahan, membenarkan aturan. Berpikir aljabar mencakup proses generalisasi pengalaman dengan bilangan dan perhitungan, formalisasi ide dengan menggunakan sistem simbol yang bermakna, dan eksplorasi konsep dari pola dan fungsi Van de Walle, dkk (2013).

Blanton dkk (2011) menyebutkan proses berpikir aljabar meliputi generalisasi, representasi, membenaran, dan penalaran dengan struktur dan relasi matematika. Russell dkk (2011) proses berpikir aljabar berfokus pada memperhatikan, mengartikulasikan, mewakili, membenarkan, dan kontras. Menurut Cusi dkk (2011) proses berpikir aljabar berfokus pada verbalisasi, menerjemahkan, berdebat, menafsirkan, memprediksi, dan berkomunikasi. fokus pada memperhatikan, mengartikulasikan, mewakili, membenarkan, dan kontras. Prosedur berpikir aljabar juga disebutkan oleh Lepak (2018) terdiri dari empat tahap meliputi : (1) membaca dan menafsirkan teks, dan memahami konteks dalam pernyataan masalah, (2) mengidentifikasi jumlah dan hubungan antara keduanya, (3) menggunakan representasi aljabar antara hubungan dan jumlah, (3) melakukan perhitungan dan memeriksa hasil, (5) memberikan penjelasan yang meyakinkan.

Berdasarkan uraian mengenai berpikir aljabar tersebut, berpikir aljabar dalam artikel ini adalah kegiatan memahami pola dengan menyajikannya dalam bentuk gambar maupun pernyataan, merepresentasikan pola dalam bentuk yang memuat variabel, koefisien, dan konstanta, serta menyelesaikan bentuk persamaan maupun pertidaksamaan. Terdapat tiga proses dalam berpikir aljabar meliputi memahami pola, merepresentasikan, dan menyelesaikan. Siswa dikatakan memiliki kemampuan berpikir aljabar apabila dapat memenuhi semua proses berpikir aljabar tersebut. Berpikir aljabar dapat muncul ketika siswa dihadapkan dengan masalah matematika salah satunya masalah *open-ended*.

Masalah *open-ended* adalah suatu masalah yang diformulasikan memiliki beragam strategi penyelesaian atau jawaban benar Simada dalam Fatah, dkk (2016). *Open-ended* adalah suatu pendekatan yang menerapkan soal-soal *open-ended* dalam pembelajaran untuk

didiskusikan bersama, Pehkonen dalam Setiawan & Harta (2014). Terdapat tiga tipe dasar keterbukaan dalam pendekatan *open-ended* yaitu strateginya terbuka, hasilnya terbuka, dan cara pengembang lanjutannya yang terbuka. Strateginya terbuka maksudnya adalah tipe soal yang diberikan memiliki banyak alternative strategi penyelesaian yang dapat digunakan. Hasil akhirnya yang terbuka maksudnya adalah tipe soal yang diberikan memiliki beragam alternative jawaban baru. Cara pengembangannya terbuka artinya adalah terciptanya soal baru ketika soal yang asli dapat diselesaikan. Penerapan pendekatan *open-ended* dapat dilakukan dengan pemberian masalah *open-ended* dalam pembelajaran kepada siswa. berdasarkan uraian tersebut masalah *open-ended* adalah masalah non rutin yang didesain memiliki beragam strategi penyelesaian dan beragam alternative jawaban baru.

Tabel 2. Proses Berpikir Aljabar Dalam Menyelesaikan Masalah Berbasis *Open-Ended*

Indikator	Deskripsi	Proses Berpikir Aljabar
Memahami Pola	Memahami maksud dari permasalahan yang ditandai siswa mampu menemukan keteraturan permasalahan dan menyajikannya dalam bentuk gambar maupun pernyataan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa memilah informasi penting yang terdapat pada soal dan menentukan apa yang menjadi permasalahan. 2. Siswa menuliskan informasi dalam soal dalam bentuk pernyataan. 3. Siswa menuliskan informasi dalam bentuk gambar.
Merepresentasikan	Merepresentasikan siswa dapat merepresentasi maupun manipulasi simbolik permasalahan ke dalam bentuk simbolik yang memuat variabel, koefisien, dan konstanta.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa menyatakan informasi dengan representasi simbolik. 2. Siswa menyatakan kembali informasi dalam bentuk persamaan atau pertidaksamaan yang memuat variabel, koefisien, dan konstanta.
Menyelesaikan	Menyelesaikan permasalahan baik dalam bentuk persamaan maupun pertidaksamaan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memilih dan menggunakan strategi penyelesaian masalah persamaan maupun pertidaksamaan. 2. Menggunakan satu cara dan mendapat berbagai solusi, banyak cara satu solusi, atau banyak cara banyak solusi. 3. Menarik kesimpulan berdasarkan banyaknya cara atau solusi yang didapat.

Menurut Shimada sebagaimana dikutip oleh Hamdani (2007), terdapat tiga jenis masalah berbasis *open-ended* yaitu mengklasifikasikan, menemukan hubungan, dan pengukuran. Pada tipe mengklasifikasikan siswa ditugaskan mengelompokkan informasi berdasarkan perbedaan karakteristik yang muncul untuk membuat formula matematika. Pada tipe menemukan hubungan siswa ditugaskan untuk menemukan aturan atau hubungan secara matematika. Pada tipe pengukuran siswa ditugaskan untuk memilih sebuah angka untuk mengukur suatu fenomena. Masalah tipe pengukuran melibatkan aktivitas, menghitung, mengukur, dan keterampilan yang lain.

Berdasarkan paparan tersebut masalah berbasis *open-ended* adalah masalah yang penyelesaiannya menggunakan pendekatan masalah terbuka (*open-ended*) yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyelesaikan soal-soal terbuka atau tidak lengkap dengan berbagai cara dan jawabannya merupakan alternatif penyelesaian baru. Terdapat tiga tipe masalah berbasis *open-ended* berdasarkan banyaknya cara dan penyelesaian. Tipe tersebut meliputi satu cara banyak solusi, banyak cara satu solusi, dan banyak cara banyak solusi. Dalam menyelesaikan masalah tersebut diperlukan kemampuan untuk menemukan pola

permasalahan, merepresentasikan ide permasalahan, dan menyelesaikan permasalahan. Oleh karena itu, penyelesaian masalah berbasis *open-ended* erat kaitannya dengan berpikir aljabar.

Proses berpikir aljabar merupakan serangkaian kegiatan berpikir aljabar. Proses berpikir aljabar dalam menyelesaikan masalah matematika berbasis *open-ended* adalah serangkaian kegiatan memahami pola permasalahan, merepresentasikan ide permasalahan, dan menyelesaikan permasalahan dimana masalah tersebut didesain berbentuk *open-ended* guna memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyelesaikan soal-soal tersebut dengan berbagai cara dan berbagai jawabannya merupakan alternatif penyelesaian baru. Proses berpikir aljabar dalam menyelesaikan masalah berbasis *open-ended* meliputi kegiatan memahami pola, merepresentasikan, dan menyelesaikan. Proses berpikir aljabar dalam menyelesaikan masalah berbasis *open-ended* terdiri dari beberapa tahap. Siswa dikatakan memiliki kemampuan berpikir aljabar apabila dapat melalui semua tahapan berpikir aljabar. Penggunaan masalah berbasis *open-ended* ini bertujuan untuk memunculkan kegiatan berpikir aljabar. Berpikir aljabar pada masalah *open-ended* memudahkan siswa pada tahap memahami pola dan menyelesaikan. incian proses berpikir aljabar pada setiap tahap dapat dilihat pada tabel 2.

KESIMPULAN

Berdasarkan telaah kajian beberapa literatur disimpulkan bahwa terdapat tiga proses dalam berpikir aljabar ketika siswa dihadapkan pada masalah berbasis *open-ended* meliputi memahami pola, merepresentasikan, dan menyelesaikan. Pada tahap pertama yaitu memahami pola siswa memahami pola yang ditunjukkan dengan menuliskan pernyataan penting pada soal atau menyatakan pola dalam bentuk gambar. Pada tahap merepresentasikan siswa melakukan manipulasi simbolik pada pola dalam bentuk persamaan yang memuat koefisien, variabel, dan konstanta. Pada tahap menyelesaikan siswa menggunakan strategi yang tepat sehingga mendaolat berbagai alternative jawaban benar. *Open-ended* dapat terlihat ketika siswa melewati tahap memahami pola dan menyelesaikan. Berdasarkan pentingnya berpikir aljabar bagi siswa maka pendidik diharapkan senantiasa melakukan upaya pengembangan kemampuan berpikir aljabar dengan membiasakan pemberian masalah *open-ended* pada setiap materi pembelajaran matematika. selain itu pendidik juga dapat mengaplikasikan masalah *open-ended* yang mempunyai aspek keterbukaan yaitu terbuka pengembangan lanjutannya untuk memaksimalkan kemampuan berpikir siswa. Sebagai upaya penyempurnaan berpikir aljabar, peneliti lain diharapkan terus melakukan penelitian mengenai berpikir aljabar tetapi dengan tipe masalah yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, P. 2015. Penalaran Aljbara dalam Pembelajaran Matematika. *Beta-Scandinavian Journal of Business Research*. <https://doi.org/10.20414/beta.v8i1.567>
- Blanton, M. L., & Kaput, J. J. 2005. Characterizing A Classroom Practice That Promotes Algebraic Reasoning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 412-446.
- Blanton, M. L., dkk. 2011. Developing Essential Understanding of Algebraic Thinking for Teaching Mathematics in Grades 3-5. *National Council of Teacher of Mathematics*: Reston, VA.
- Booker, G., 2009. Algebraic Thinking: Generalising Number and Geometry to Express Patterns and Properties Succinetly. Griffith University, Brisbane.
- Cahyaningtyas, dkk. 2018. Analisis Proses Berpikir Aljabar. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 50-60.

- Cusi, dkk. 2011. *Theoretical issues and Educational Strategies for Encouraging Teachers to Promote A linguistic and Metacognitive Approach to Early Algebra*. New York: Springer
- Dindyal, J. 2011. Algebraic Thinking in Geometry at High School Level Students Use of Variables and Unknown. National Institute of Education Singapore.
- Drijvers, P., dkk. 2011. Algebra Education Exploring. 5-6.
- Driscoll, J., dkk. 2003. The Fostering Algebraic Thinking Toolkit: A Guide for Staff Development.
- Fatah, A., dkk. 2016. Open-ended Approach: An EFFORT IN Cultivating Students Mathematical Creative Thinking Ability and Self-esteem in Mathematics. *Journal on Mathematics Education*. <https://doi.org/10.22342/jme.7.1.2813.9-18>
- Hamdani, A. s. 2007. Pengembangan Kreativitas Siswa Melalui Pembelajaran Matematika dengan Masalah Terbuka (*open-ended roblem*). *Didaktis*.
- Harususilo, Y. E. 2019. “ Skor PISA Terbaru Indonesia”. <https://edukasi.kompas.com/read/2019/12/04/13002801/skor-pisa-terbaru-indonesia-ini-5-pr-besar-pendidikan-pada-era-nadiem-makarim?page=all>. Diakses pada tanggal 5 Oktober 2019.
- Kamol, dkk. 2003. A Framework in Characterizing Lower Secondary School Students Algebraic Thinking. Diproleh dari <https://pipl.com/directory/name/Kamol/180/>
- Kaput, J. J. 2008. What is Algebra? What is Algebra Reasoning?. Algebra in the Early grades. New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kieran, C. 2004. Algebraic Thinking in the Early Grades: What is it?. The Mathematics Editor.
- Lepak, J. R., dkk. 2028. Capturing and Characterizing Students Strategic Algebraic Reasoning Through Cognitively Demanding Tasks with Focus on Representations. *The Journal of Mathematical Behaviour*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2018.01.003>.
- Lingga, A., & Sari, W. 2013. Pengaruh Berpikir Aljabar Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika (Studi Kasus di Kelas VIII SMP Negeri 1 Kaliwedi Kabupaten Cirebon. *Eduma*.
- Linsell, dkk. 2007. Early Algebraic Thinking: Links to Numeracy. Paper dipublikasikan di www.tlri.org.nz.
- Mathematics, R., dkk. 2013. Untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir.
- Maulana, U. I. N., dkk. 2008. Teori Aljabar Al-Khawarismi.
- Nacional Council of Teacher of Mathematics (NCTM). 2000. *Principles and Standars for School Mathematics*. USA: NCTM.
- Nacional Council of Teacher of Mathematics (NCTM). 2008. *Principles and Standars for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Napfiah, S. 2016. Berpikir Aljabar Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah Berdasarkan Taksonomi SOLO Ditinjau dari Kemampuan Matematika. *KALAMATIKA Jurnal Pendidikan Matematika*. <https://doi.org/10.22236/kalamatika.vol1no2.2016pp171-182>.
- Radford, L. 2015. Early Algebraic Thiking: Epistemological, Semiotic, and Developmental Issues. In The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education. <https://doi.org/10.1007/978-3-319>.
- Russel, S. J., dkk. 2011. *Connecting Arithmetic to Algebra*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Setiawan, R. H & Hartha, I. 2014. Pengaruh Pendekatan *Open-ended* dann Pendekatan Kontekstual terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah dan Sikap Siswa terhadap Matematika. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*. <https://doi.org/10.21831/jrpm.vli2.2679>
- Shaleh, A. dkk. 2004. Psikologis Suatu Pengantar dalm Perspektif Islam. Jakarta: Prenada

Media.

Solso, R. L. 1995. *Cognitive Psychology*. Boston: Allyn and Bacon.

Subanji. 2007. *Proses Berpikir Kovariasional Pseudo dalam Mengontruksi Grafik Fungsi Kejadian Dinamika Berkebalikan*. Disertasi tidak diterbitkan. Surabaya: PPS UNESA.

Sukmawati, A. 2015. *Berpikir Aljabar dalam Menyelesaikan Masalah Matematika*

Van De Walle, J. A., dkk. 2013. *Elementary and Middle School Mathematics: Teaching Developmentally*. Upper Saddle River: Pearson.