

ANALISIS KESALAHAN DAN *SCAFFOLDING* SISWA BERKEMAMPUAN RENDAH DALAM MENYELESAIKAN OPERASI TAMBAH DAN KURANG BILANGAN BULAT

Lailatul Badriyah, Abdur Rahman As'ari, Hery Susanto
Pendidikan Matematika-Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang. E-mail: latwotas@gmail.com

Abstract: This study aims to find out the error made by the low achievement students in completing the operation of adding and subtracting integers as well as scaffolding to help student correct three errors. Researchers gave 7 items about integer arithmetic operations to 20 students of class VIII. The errors contained in the low achievement student worksheets were then analyzed and used as the basis for on-to-one scaffolding. The results showed that the pattern of students' error in completing the operation of adding and subtracting integers is that they neglect the minus sign in the negative numbers. Scaffolding to help the low ability students improve their knowledge and fix their errors in completing the operation of adding and subtracting integers are the level 2 (Reviewing and Restructuring), and level 3 (Making Connection) scaffolding.

Keywords: error analysis, *scaffolding*, operation of adding and subtracting integers

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesalahan yang dilakukan siswa berkemampuan rendah dalam menyelesaikan operasi tambah dan kurang bilangan bulat serta *scaffolding* yang dapat membantu siswa memperbaiki kesalahan tersebut. Peneliti memberikan 7 butir soal operasi hitung bilangan bulat kepada 20 siswa kelas VIII. Kesalahan yang terdapat pada lembar kerja siswa berkemampuan rendah dianalisis dan digunakan sebagai dasar pemberian *on-to-one scaffolding*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola kesalahan siswa dalam menyelesaikan operasi kurang bilangan bulat adalah pengabaian lambang minus pada bilangan negatif. *Scaffolding* yang dapat membantu siswa berkemampuan rendah meningkatkan pengetahuan dan memperbaiki kesalahan dalam menyelesaikan operasi tambah dan kurang bilangan bulat adalah *scaffolding* level 2 *reviewing* dan *restructuring* dan level 3 (*Making Connections*).

Kata kunci: analisis kesalahan, *scaffolding*, operasi tambah dan kurang bilangan bulat

Beberapa penelitian analisis kesalahan menunjukkan bahwa kegiatan analisis kesalahan sangat membantu guru mengenali kemampuan kognitif siswa, sekaligus sebagai bahan pertimbangan menyusun dan merencanakan tindak lanjut yang tepat (Fong, 1993:10; Ayres, 2001:231; Riccomini, 2005:233; Bray, 2013:425). Berdasarkan kegiatan analisis kesalahan siswa, guru dapat mengetahui tingkat kemampuan kognitif bahkan miskonsepsi yang dialami siswa. Pola kesalahan siswa yang ditemukan dari hasil analisis juga dapat menjadi sumber introspeksi diri guru terhadap pembelajaran yang telah dilaksanakan, dan sebagai dasar rencana *scaffolding* yang perlu dilakukan (Subanji & Nusantara, 2013:209). Dengan *scaffolding* yang tepat, sikap positif siswa terhadap matematika menjadi lebih baik, dan kinerjanya dalam matematika juga menjadi lebih baik (Casem, 2013).

Verenikina (2008:162) menyatakan *scaffolding* merupakan interaksi guru-murid yang bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa. *Scaffolding* adalah dukungan guru kepada siswa yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan tugas dan dukungan tersebut dikurangi secara berkala selaras dengan perkembangan dan peningkatan kompetensi siswa Rosenshine (2012:18). Casem (2013) dan Belland (2007) menyebutkan *scaffolding* sebagai strategi pembelajaran yang dapat dikombinasikan dan diintegrasikan dengan strategi pembelajaran tradisional yang biasa diterapkan di dalam kelas. *Scaffolding* sangat tepat diberikan kepada siswa yang mengalami kesulitan (Bikmaz, dkk., 2010). *Scaffolding* memiliki potensi untuk mengintegrasikan konsep terserak dalam diri siswa (Bakker, 2015).

Namun demikian, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memberikan *scaffolding*. Guru harus pandai memfasilitasi pengembangan konstruksi pengetahuan matematis siswa (Akhtar, 2014), dan mengembangkan keterampilan matematis siswa (Bakker, 2015). Oleh karena itu, guru harus tanggap dan memberikan umpan balik yang tepat terhadap pertanyaan dan pernyataan siswa, dan membantu mengembangkan tanggung jawab siswa terhadap tujuan belajarnya sendiri (Bikmaz, dkk, 2014).

Berdasarkan NCTM (2000) pemahaman siswa tentang operasi bilangan bulat merupakan salah satu dasar utama siswa untuk mempelajari aljabar dan materi matematika lainnya. Harris (2010:1) mengungkapkan bahwa bilangan bulat dan operasi bilangan bulat merupakan landasan dasar mempelajari konsep bilangan dan operasi bilangan. Namun, dalam penelitian pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti di suatu SMP di Kabupaten Bangkalan, banyak siswa masih melakukan kesalahan dan mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah yang terkait dengan operasi bilangan bulat. Soal sederhana pun $(-19) + 7$, dari 41 orang siswa yang mengerjakan hanya 29% (12 orang) siswa yang menjawab benar. Oleh karena itu, peneliti menganggap penting untuk mengetahui jenis kesalahan yang dilakukan siswa dalam menyelesaikan operasi tambah dan kurang bilangan bulat, serta *scaffolding* yang tepat untuk membantu siswa menyadari dan memperbaiki kesalahan tersebut.

METODE

Dua puluh siswa kelas VIII semester II salah satu sekolah swasta di Kabupaten Bangkalan dilibatkan dalam penelitian ini. Melalui pemberian pre tes yang terdiri atas tujuh butir soal operasi tambah dan kurang bilangan bulat, peneliti mengevaluasi dan mengategorikan kemampuan siswa berdasarkan skor yang mereka peroleh. Selanjutnya, dua orang subjek penelitian dipilih dari siswa kategori rendah. Pemilihan subjek penelitian didasarkan pada kuantitas kesalahan yang dilakukan subjek dalam menyelesaikan butir soal pre tes, serta opini dari guru matematika di kelas bersangkutan kemampuan komunikasi verbal siswa.

Pre tes memuat tujuh butir soal yang terdiri atas 3 butir soal operasi tambah bilangan bulat (butir soal 1, 3 dan 5) dan 4 butir soal operasi kurang bilangan bulat (butir soal 2, 4, 6 dan 7). Butir soal yang digunakan pada penelitian ini diadaptasi dari soal diagnostik oleh Herold (2014).

Hasil analisis lembar jawaban pre tes subjek penelitian juga digunakan sebagai dasar perencanaan dan pemberian *one-to-one scaffolding*. Pemberian *scaffolding* ditujukan untuk membantu subjek penelitian memperbaiki kesalahan yang dilakukan ketika menyelesaikan butir soal pre tes. Hasil data rekaman, foto maupun tulisan subjek penelitian selama pemberian *scaffolding* akan didokumentasikan sebagai sumber data *scaffolding*.

Setelah pemberian *one-to-one scaffolding* peneliti memberikan post tes yang terdiri atas tujuh butir soal operasi tambah dan kurang bilangan bulat (soal post tes bertipe sama seperti soal pada pre tes). Lembar jawaban post tes akan dianalisis mengenai jenis kesalahan yang tidak lagi dilakukan oleh subjek penelitian sebagai bahan diskusi tentang keefektifan pemberian *scaffolding*.

HASIL

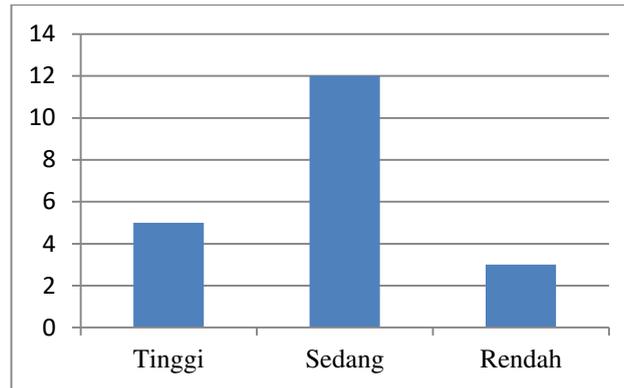
Berdasarkan hasil evaluasi lembar jawaban pre tes siswa kelas VIII, diperoleh data mengenai banyak siswa yang menjawab benar dan salah tiap butir pre tes. Hasil evaluasi lembar pre tes tampak pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Lembar Pre tes Siswa

No	Jenis Kesalahan	Jawaban Benar (N = 20)	%	Jawaban Salah (N = 20)	%
1	$(-3) + (-10)$	3	15%	17	85%
2	$9 - 17$	3	15%	17	85%
3	$(-15) + (-8)$	4	20%	16	80%
4	$10 + (-7)$	1	5%	19	95%
5	$(-9) + 12$	2	10%	18	90%
6	$8 - (-14)$	6	30%	14	70%
7	$(-12) - 7$	4	20%	16	80%

Tabel 1 menunjukkan kemampuan siswa kelas VIII dalam menyelesaikan operasi tambah dan kurang bilangan bulat. Meskipun tidak 100% salah, tetapi sebagian besar siswa masih salah dalam menentukan hasil penjumlahan dan pengurangan bilangan bulat. Butir soal 4 (soal operasi tambah bilangan positif dengan bilangan negatif) merupakan butir soal yang paling sulit bagi siswa. Persentase siswa yang melakukan kesalahan ketika menyelesaikan butir soal 4, yaitu sebesar 95% atau sebanyak 19 siswa.

Pada tabel 1 juga tampak bahwa pada masing-masing soal terdapat siswa yang melakukan kesalahan dalam menentukan hasil penyelesaian soal tersebut. Ini menunjukkan bahwa operasi hitung bilangan bulat memuat beban kognitif tersendiri yang menyulitkan siswa dalam proses penyelesaiannya. Dengan menggunakan rentang kuartil, peneliti kemudian mengategorikan kemampuan siswa (berdasarkan skor siswa) dalam menyelesaikan soal operasi tambah dan kurang bilangan bulat. Banyak siswa pada masing-masing kategori kemampuan siswa tampak pada Gambar 1.



Gambar 1. Kategori Kemampuan Siswa

Dari Gambar 1 tampak terdapat 3 orang siswa yang termasuk kategori kemampuan rendah dari 3 siswa tersebut dipilih 2 orang siswa yang melakukan kesalahan terbanyak (siswa yang tidak mampu menjawab dengan tepat semua butir soal pre tes sehingga memperoleh skor nol). Pemilihan subjek penelitian ini juga mempertimbangkan masukan dari guru pengajar, khususnya tentang kemampuan verbal siswa. Dua orang siswa yang dipilih tersebut, selanjutnya memperoleh *one-to-one scaffolding*. Untuk mempermudah mengenali subjek penelitian, peneliti mengodekan subjek penelitian menjadi subjek L₁ dan L₂. Analisis terhadap kesalahan yang dilakukan kedua subjek serta strategi mereka dalam menyelesaikan 7 butir soal pre tes tampak pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Lembar Pre tes Subjek Penelitian

No	Butir Soal	Subjek	Jawaban	Strategi Penyelesaian
1	$(-3) + (-10)$	L ₁	$-3 + -10 = 13$	Ditambah pakai tangan
		L ₂	13	Langsung ditambah
2	$9 - 17$	L ₁	$17 - 9 = 8$	Dibalik, lalu yang besar dikurangi yang kecil
		L ₂	$9 - 17 = 8$	Yang besar dikurangi yang kecil
3	$(-15) + (-8)$	L ₁	$-15 - 8 = 7$	Dikurangi pakai hitung jari
		L ₂	$15 - 8 = 7$	Dikurangi pakai hitung jari
4	$10 + (-7)$	L ₁	$10 + -7 = 17$	Langsung ditambah
		L ₂	$10 + 7 = 17$	Langsung ditambah
5	$(-9) + 12$	L ₁	$-9 + 12 = 21$	Langsung ditambah
		L ₂	$9 + 12 = 21$	Langsung ditambah
6	$8 - (-14)$	L ₁	$8 - (-14) = -21$	Bilangannya ditambah, lalu diberi min
		L ₂	$8 - 14 = 6$	Yang besar dikurangi yang kecil
7	$(-12) - 7$	L ₁	$-12 - 7 = -5$	Langsung dikurangi, diberi min
		L ₂	$12 - 7 = 5$	Langsung dikurangi

Dari tabel 2 di atas, kedua siswa terlihat menyelesaikan soal operasi hitung bilangan bulat tersebut tanpa memerhatikan lambang positif atau negatif dari bilangan bulat. Mereka menganggap bilangan bulat negatif seperti bilangan bulat positif. Mereka tidak membedakan antara (-7) dengan 7. lambang “-“ pada (-7) seakan tidak ada artinya.

Upaya membantu subjek penelitian L₁ memperbaiki kesalahan pada operasi tambah bilangan positif dengan bilangan negatif, peneliti memberi *Scaffolding Reviewing (Prompting and Probing)* agar subjek mengingat dan menggunakan pengetahuannya mengenai operasi tambah bilangan bulat dengan metode Hutang-Bayar. Untuk membantu subjek memperbaiki kesalahan dalam menyelesaikan operasi tambah bilangan negatif dengan bilangan positif, peneliti memberikan *Scaffolding Reviewing (Prompting and Probing)* dengan mendorong subjek L₁ menggunakan kemampuannya menentukan hasil operasi tambah bilangan bulat dengan metode Hutang-Bayar, sedangkan untuk memperbaiki kesalahan pada operasi tambah antar bilangan negatif, peneliti memberikan *Scaffolding Restructuring (Simplifying the Problem)* dan *Reviewing (Prompting and Probing)* agar subjek penelitian L₁ meningkatkan pengetahuannya mengenai operasi tambah bilangan bulat dengan metode Hutang-Bayar.

Perbaikan kesalahan pada operasi kurang bilangan bulat dilakukan dengan memberikan *Scaffolding Reviewing (Prompting and Probing)*. Peneliti memotivasi subjek L₁ agar menggunakan pengetahuannya mengenai metode Hutang-Bayar untuk menentukan hasil operasi kurang bilangan bulat. Ketika subjek L₁ kesulitan menggunakan metode hutang-bayar untuk menentukan hasil operasi kurang antar bilangan negatif, peneliti membantu subjek L₁ meningkatkan pengetahuannya mengenai

aturan operasi kurang bilangan bulat dengan bilangan negatif. Peneliti juga mengingatkan subjek untuk menggunakan metode garis bilangan dalam perbaikan kesalahan pada operasi kurang bilangan bulat $((-a) - b)$.

Selama pemberian *one-to-one scaffolding*, subjek penelitian menunjukkan miskonsepsi yang dia alami dan dia gunakan dalam menyelesaikan operasi tambah dan kurang bilangan bulat pada pre test. Miskonsepsi yang dialami subjek L₁ terkait dengan perubahan tanda bilangan dan aturan operasi hitung bilangan bulat. Miskonsepsi yang dialami subjek L₁ tampak pada dialog pemberian *scaffolding* dalam upaya perbaikan kesalahan pada butir soal 1, 2, 3, 4 dan 6. Miskonsepsi yang dialami subjek L₁ terhadap tanda bilangan pada bilangan hasil operasi tampak pada dialog berikut ini:

- L₁: min 3 ditambah min 10 sama dengan 13 bu
 P : bagaimana caramu memperoleh jawaban tersebut? {Reviewing: Prompting and Probing}
 L₁: itu bu, saya ingat katanya, kalau min ketemu plus itu plus bu (menunjuk lambang negatif di depan bilangan negatif tiga dan lambang operasi penjumlahan di depan bilangan negatif sepuluh)
 P : kata siapa? {Reviewing: Prompting and Probing}
 L₁: kata bu guru bu..... dulu bu, waktu belajar di kelas 1

Subjek L₁ beranggapan bahwa terdapat aturan tanda pada operasi tambah bilangan negatif yang dia pahami yaitu jika tanda min (pada bilangan negatif) bertemu tanda plus (operasi tambah) maka bilangan hasil merupakan bilangan positif, sehingga subjek menuliskan bilangan positif 13 sebagai hasil operasi tambah $(-3) + (-10)$. Miskonsepsi ini menyebabkan subjek melakukan kesalahan dalam menyelesaikan butir soal 1.

Miskonsepsi yang dialami subjek L₁ terhadap operasi kurang antar bilangan positif ($a - b$ dimana $a < b$) tampak pada penyelesaian butir soal 2. Subjek L₁ menyelesaikan operasi kurang tersebut dengan menukar posisi bilangan yang akan dioperasikan $(9 - 17 = 17 - 9 = 8)$. Sementara itu, miskonsepsi yang dialami subjek terhadap operasi kurang antar bilangan negatif tampak pada dialog berikut ini:

- P : berapa hasil dari $-15 - (-8)$? {Reviewing: Prompting and Probing}
 L₁: $-15 - (-8)$ sama dengan 7 bu, saya teringat pelajaran yang dulu bu...min ketemu min itu plus (menunjuk tanda negatif pada bilangan (-15) dan (-8)) jadi min lima belas dikurangi delapan sama dengan 7 bu

Subjek L₁ beranggapan bahwa terdapat aturan perubahan tanda bilangan negatif menjadi bilangan positif jika bilangan negatif dioperasikan dengan bilangan negatif, sehingga subjek memperoleh bilangan 7 dari operasi kurang $(-15) - (-8)$ yang diubah terlebih dahulu menjadi operasi kurang 15-8. Miskonsepsi terhadap aturan perubahan tanda yang berlaku pada operasi kurang antar bilangan negatif, menyebabkan subjek melakukan kesalahan dalam menyelesaikan butir soal 3.

Miskonsepsi yang dialami subjek L₁ terhadap operasi tambah dan kurang bilangan positif dengan bilangan negatif tampak pada penyelesaian butir soal 4 dan 6. Miskonsepsi terhadap operasi tambah bilangan positif dengan bilangan negatif tampak pada dialog berikut ini:

- L₁: sepuluh ditambah min tujuh sama dengan tujuh belas bu
 P : bagaimana caramu memperoleh hasil tersebut {Reviewing : Prompting and Probing}
 L₁: langsung saya jumlahkan bu, 10 ditambah 7 sama dengan 17
 P : bukankah itu bilangan min 7?(menunjuk bilangan negatif tujuh pada soal 4) {Reviewing : Prompting and Probing}
 L₁: iy bu, setahu saya kalau ada bilangan positif dan negatif hasilnya ikut yang besar bu
 P : maksudnya bagaimana? {Reviewing: Prompting and Probing}
 L₁: itu bu, kan bilangan 10 lebih besar dari tujuh jadi hasilnya tujuh belas, kalau bilangan 10 yang min, maka hasilnya ya min 17 bu

Subjek L₁ menganggap hasil operasi tambah $10 + (-7)$ adalah bilangan positif 17 (diperoleh dengan menambahkan bilangan 7 pada bilangan 10) karena sesuai dengan lambang bilangan terbesar dari operasi tambah tersebut yaitu bilangan positif 10. Sementara itu, miskonsepsi terhadap operasi kurang bilangan positif dengan bilangan negatif tampak pada dialog berikut ini:

- L₁ : delapan dikurangi min empat belas sama dengan min dua puluh dua
 P : coba jelaskan caramu memperoleh hasil tersebut (menunjuk penyelesaian butir soal 6 pada lembar jawaban subjek) {Reviewing : Prompting and Probing}
 L₁: angkanya saya jumlah bu, terus lambangnya ikut bilangan yang besar, yang besar kan bilangan empat belas jadi hasilnya min dua puluh dua bu, lambangnya ikut bilangan empat belas hehehehe...

Subjek L₁ menuliskan bilangan (-22) sebagai hasil operasi kurang $8 - (-14)$ dengan cara menambahkan bilangan 8 dan 14 kemudian menuliskan lambang negatif didepan bilangan hasil operasi (22) sesuai dengan lambang bilangan terbesar pada operasi tersebut yaitu bilangan(-14).

Pada upaya membantu subjek L₂ memperbaiki kesalahannya dalam menyelesaikan operasi tambah dan kurang bilangan bulat. Peneliti mendapat informasi bahwa subjek L₂ memiliki kesan yang kurang baik terhadap pembelajaran matematika. Kesan yang negatif ini membuat subjek L₂ mengalami kesulitan ketika menyelesaikan soal matematis sehingga subjek melakukan kesalahan. Kecemasan terhadap matematika yang dialami subjek L₂ tampak pada dialog berikut ini:

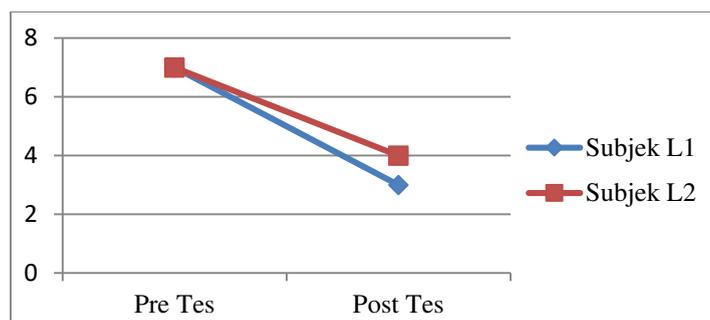
P : berapa hasil dari $-15 - (-8)$? {Reviewing: Prompting and Probing}
 L₂: $-15 - (-8)$ sama dengan 7 bu, saya saya kurangkan pakai tangan bu
 P : bukankah kedua bilangan ini (menunjuk bilangan (-15) dan (-8)) adalah bilangan negatif?
 {Reviewing: Prompting and Probing}
 L₂: iy bu,
 P : jadi, bagaimana? {Reviewing: Prompting and Probing}
 L₂: (diam)
 P : apakah boleh langsung di hitung dengan tangan? {Reviewing : Prompting and Probing}
 L₂: ehmm.... ndk tau bu, saya lupa semua bu, saya ndak suka matematika, susah... rumusnya banyak...

Dialog tersebut menunjukkan sikap negatif subjek L₂ terhadap matematika. Subjek L₂ menganggap materi matematika merupakan materi yang sulit dan banyak rumus yang harus dihafal. Ini menyebabkan subjek L₂ mengalami kesulitan dan melakukan kesalahan dalam menyelesaikan operasi hitung bilangan bulat.

Untuk membantu subjek L₂ memperbaiki kesalahan pada operasi tambah dan kurang bilangan sejenis (bilangan negatif, peneliti memberikan *scaffolding level 2 restructuring (identifying Meaningful Contexts)* dengan memperkenalkan representasi bilangan negatif berupa koin negatif. Sedangkan untuk memperbaiki kesalahan pada operasi tambah dan kurang bilangan negatif dengan bilangan positif, Peneliti membantu subjek L₂ untuk menggunakan pengetahuannya tentang operasi tambah dan kurang bilangan bulat pada garis bilangan. Peneliti meminta subjek L₂ menyelesaikan operasi tambah dan kurang bilangan kecil sehingga subjek L₂ dapat melakukan generalisasi dan memperbaiki kesalahannya.

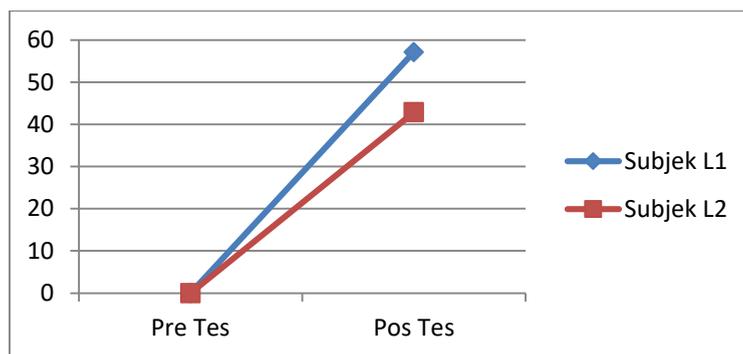
Peneliti juga membantu subjek L₁ memperbaiki kesalahan pada operasi kurang bilangan bulat dengan bilangan negatif, melalui pemberian *scaffolding level 3 Making Connection*. Peneliti membantu dan memotivasi subjek L₁ agar memahami aturan operasi kurang bilangan bulat dengan bilangan negatif, dengan meminta subjek L₁ menyelesaikan operasi kurang bilangan bulat dengan beberapa bilangan pengurang (dari bilangan positif sampai bilangan negatif). Sehingga subjek L₁ mampu menyimpulkan bahwa operasi kurang bilangan bulat dengan bilangan negatif merupakan operasi tambah dengan invers bilangan bulat.

Setelah pemberian *scaffolding one-to-one*, peneliti memberikan kesempatan kedua subjek penelitian menyelesaikan operasi tambah dan kurang pada lembar soal post tes. Kedua subjek penelitian menyelesaikan butir soal post tes sesuai dengan pengetahuan dan keterampilan yang dia kembangkan selama pemberian *scaffolding one-to-one* berlangsung.



Gambar 1. Penurunan Kuantitas Kesalahan Subjek Penelitian

Gambar 1 menunjukkan penurunan kuantitas kesalahan yang dilakukan kedua subjek penelitian. Pada penyelesaian butir soal pre tes kedua subjek tidak mampu menjawab dengan benar semua butir pre tes atau kedua subjek melakukan 7 kesalahan. Namun, setelah memperoleh *scaffolding*, subjek penelitian L₁ hanya melakukan 3 kesalahan sedangkan subjek L₂ hanya 4 kesalahan saja. Subjek L₁ mampu menjawab 4 butir soal pre tes dengan tepat sehingga subjek penelitian mendapat skor sebesar 57,14 atau meningkat sebesar 57,14% dari skor yang diperoleh subjek L₁ pada pre tes. Sementara itu, subjek L₂ mampu menjawab 2 butir soal pre tes, dan mendapat skor sebesar 42,86 atau meningkat sebesar 42,86% dari skor yang diperoleh subjek L₂ pada pre tes. Peningkatan skor kedua subjek penelitian tampak pada Gambar 2.



Grafik 2. Peningkatan Skor Subjek Penelitian

PEMBAHASAN

Secara keseluruhan, hasil analisis kesalahan kedua subjek penelitian menunjukkan kebiasaan kedua subjek mengabaikan lambang minus pada bilangan negatif, akibatnya kedua subjek melakukan kesalahan ketika menyelesaikan operasi tambah dan kurang bilangan bulat. Seperti yang diungkapkan Liebenberg (1997:6) bahwa siswa yang memiliki pengetahuan yang rendah terhadap bilangan bulat cenderung mengabaikan lambang minus pada bilangan bulat negatif. Kedua subjek penelitian menganggap bahwa bilangan negatif sama seperti bilangan positif. Subjek juga beranggapan bahwa aturan operasi pada bilangan positif berlaku pula pada operasi bilangan negatif. Ini tampak pada strategi penyelesaian yang dituliskan masing-masing subjek penelitian. Kedua subjek penelitian mengoperasikan bilangan negatif tanpa memerhatikan lambang minus di depan bilangan negatif.

Manchester (2011:3) menuturkan bahwa memahami konsep bilangan negatif menimbulkan beban tersendiri bagi siswa, ini diakibatkan dua makna bilangan negatif sebagai besaran dan sebagai arah. Manchester menambahkan bahwa salah satu kesulitan dalam konseptualisasi bilangan negatif adalah bahwa bilangan negatif mewakili dua konteks yaitu kardinal dan konteks ordinal. Konteks kardinalitas bilangan negatif mengacu pada hubungan kurang dari bilangan nol, sedangkan konteks ordinal dari bilangan negatif mengacu pada konsep arah terhadap bilangan nol (sebagai bilangan di sebelah kiri bilangan nol pada garis bilangan). Sementara itu, Young & Booth (2015:39) menyebutkan bilangan bulat sebagai besaran (bilangan kurang dari nol) dan arah (bilangan di sebelah kiri bilangan nol).

Miskonsepsi terhadap operasi bilangan bulat juga menjadi penyebab siswa melakukan kesalahan, ini tampak selama pemberian *scaffolding* berlangsung. Miskonsepsi yang dialami subjek L₁ ketika menyelesaikan operasi kurang antar bilangan positif adalah dengan menukar posisi bilangan yang akan dioperasikan, karena dia menganggap bahwa operasi kurang $a - b$ dimana $a < b$ tidak dapat dilakukan. Ini sesuai dengan pendapat Willis (2010:48) yang mengungkapkan bahwa siswa kerap melakukan kesalahan ketika menyelesaikan operasi kurang bilangan besar dari bilangan kecil. Ben-zeev (1998:366) menambahkan bahwa siswa terbiasa mengurangkan bilangan kecil dari bilangan besar ketika mempelajari bilangan cacah, sehingga siswa cenderung melakukan kesalahan ketika menyelesaikan operasi kurang bilangan besar dari bilangan kecil.

Kegiatan analisis kesalahan siswa memberikan informasi yang lebih luas kepada peneliti atau guru tentang pengetahuan siswa selain skor siswa (Herold, 2014). Analisis ini juga menunjukkan bahwa komposisi butir tes yang digunakan pada penelitian ini juga sangat penting dan guru dapat mempertimbangkan untuk memberikan latihan sejenis untuk membantu siswa menggunakan pengetahuan mereka menyelesaikan soal operasi tambah dan kurang bilangan bulat.

Analisis lembar pre tes menunjukkan bahwa ketika siswa tidak dapat menyelesaikan soal dengan tepat, maka kita juga dapat mengetahui jika siswa tersebut mengalami kesulitan menggunakan pengetahuannya dalam menyelesaikan operasi tambah dan kurang bilangan bulat (Ayes, 2001; Riccomini, 2005). Ini terlihat ketika siswa beberapa kali mengabaikan fungsi lambang minus sebagai lambang bilangan negatif.

Pada pemberian *scaffolding*, peneliti sangat memerhatikan pertanyaan dan pernyataan siswa selama pemberian bantuan berlangsung. Subjek penelitian L₁ menanggapi *scaffolding* level 2 *Reviewing (Prompting and Probing)* dari peneliti dengan mengingat dan mengaplikasikan metode hutang-bayar untuk menyelesaikan operasi tambah dan kurang bilangan bulat. Anghileri (2006) mengungkapkan bahwa pertanyaan dan saran yang tepat dapat meningkatkan motivasi siswa dalam menentukan solusi suatu masalah. Peneliti membantu siswa dengan memberikan *scaffolding reviewing* dengan pertanyaan *Prompting and Probing* Subjek L₁ sehingga subjek L₁ mampu memperbaiki kesalahan pada operasi tambah bilangan bulat dan operasi kurang antar bilangan positif.

Pemberian *Scaffolding Restructuring* juga mampu membantu dan mendorong subjek L₁ meningkatkan pengetahuannya tentang aturan operasi kurang bilangan bulat, seperti yang diungkapkan Anghileri (2006) bahwa dengan *Scaffolding Restructuring* guru dapat menciptakan kontak atau interaksi dengan siswa, guru juga membuat peningkatan fokus siswa dengan memperkenalkan modifikasi pengetahuan yang akan membuat ide-ide lebih mudah diakses, sehingga memberi siswa peluang untuk meningkatkan pengetahuannya. Peneliti membimbing subjek L₁ merestruktur pengetahuannya tentang aturan operasi

kurang bilangan bulat dengan bilangan negatif menggunakan pengamatan pada pola operasi kurang bilangan dengan bilangan pengurang seperti yang digunakan Musser, dkk (2011:326). Setelah siswa L_1 mampu menyimpulkan bahwa operasi kurang bilangan bulat dengan bilangan negatif merupakan operasi invers penjumlahan bilangan negatif, peneliti mendorong subjek L_1 untuk memperbaiki kesalahannya pada penyelesaian operasi kurang bilangan bulat dengan bilangan negatif dan operasi kurang antar bilangan negatif.

Kecemasan terhadap matematika yang dialami subjek L_2 sangat berpengaruh terhadap keterampilannya dalam menyelesaikan soal operasi tambah dan kurang bilangan bulat. Ini sesuai dengan pendapat ahli bahwa kecemasan matematika merupakan perasaan negatif, reaksi mental, dan/atau fisik terhadap proses berpikir matematika dan pemecahan masalah yang disebabkan oleh pengalaman hidup yang tidak menyenangkan atau tidak menguntungkan dengan matematika (Arem, 2010:1). Arem menambahkan bahwa kecemasan matematika sangat memengaruhi siswa dalam menyelesaikan masalah matematis. Jika kecemasan matematika tidak ditindak lanjuti, maka akan berdampak terhadap peningkatan pemahaman dan keterampilan matematis siswa selanjutnya (Nolting, 2008:18).

Upaya peneliti membantu subjek L_2 memperbaiki kesalahan yang dilakukan sekaligus mendaftarkan kecemasan matematis yang dia alami ketika menyelesaikan operasi tambah dan kurang bilangan bulat, dilakukan dengan mendorong subjek L_2 mengidentifikasi konteks yang bermakna (*scaffolding restructuring: identifying Meaningful Contexts*) berkaitan dengan bilangan bulat negatif. Peneliti mendorong subjek L_2 menggunakan koin bilangan negatif sebagai representasi konkret dari bilangan bulat negatif. Fernández & Estrella (2011:546) mengungkapkan bahwa mendorong siswa menggunakan representasi konteks dari suatu konsep abstrak, dapat berguna dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang algoritma aritmatika standar. Hal ini terlihat pada keberhasilan siswa memperbaiki kesalahan pada operasi tambah dan kurang antar bilangan negatif.

Peneliti juga membantu subjek L_2 memperbaiki kesalahan pada operasi kurang bilangan bulat menggunakan garis bilangan. Peneliti mendorong subjek untuk menyelesaikan operasi kurang bilangan sederhana, sehingga subjek L_2 mampu menggunakannya untuk memperbaiki kesalahan pada operasi kurang bilangan bulat. Seperti yang diungkapkan Steiner (2009:2) bahwa representasi bilangan bulat pada garis bilangan (langkah ke kanan dan ke kiri) dapat digunakan sebagai model pengembangan pengetahuan siswa terhadap operasi tambah dan kurang bilangan bulat.

Hasil post tes setelah pemberian *scaffolding* menunjukkan perubahan yang cukup baik. Ini menunjukkan bahwa *scaffolding* yang diberikan sesuai dan mampu meningkatkan kepercayaan diri siswa berkemampuan rendah (Akhtar, 2014), sehingga masing-masing subjek mampu menyelesaikan beberapa soal operasi tambah dan kurang bilangan bulat dengan tepat. Walau tidak ada subjek yang mampu menyelesaikan butir soal pre tes dengan sempurna (menjawab benar semua soal) namun peningkatan skor siswa dapat dijadikan acuan bahwa setelah memperoleh *scaffolding*, siswa mampu meningkatkan kemampuannya berkaitan dengan operasi hitung bilangan bulat. Seperti yang diungkapkan oleh Simons & Klein (2007) yang menyatakan bahwa terdapat peningkatan kemampuan siswa setelah memperoleh *scaffolding*. Peningkatan kemampuan siswa tersebut dapat diamati dari peningkatan skor siswa ketika menyelesaikan soal matematis.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa kesalahan siswa dalam menyelesaikan operasi tambah dan kurang bilangan bulat adalah karena siswa mengabaikan lambang minus pada bilangan bulat negatif. Akibatnya, besar kecilnya suatu bilangan ditentukan hanya oleh bilangannya saja, tanpa memandang lambang positif atau negatifnya. Di samping itu, siswa memperlakukan sifat komutatif yang tidak semestinya. Mereka cenderung mengurangi bilangan kecil dari bilangan yang besar.

One-to-one scaffolding, terutama *scaffolding* level 2 dan 3, dapat membantu siswa memperbaiki kesalahan mereka. *Scaffolding* juga dapat meningkatkan pengetahuan siswa mengenai bilangan bulat, sehingga siswa dapat menentukan hasil operasi hitung bilangan bulat dengan baik. Hal penting dalam *scaffolding* ini, peneliti menggunakan konteks hutang-bayar untuk memudahkan siswa memahami konsep bilangan positif dan negatif. Untuk membantu siswa menyadari tentang kenegatifan bilangan hasil operasi, khususnya untuk operasi antar bilangan negatif, peneliti menghadirkan secara khusus koin bilangan negatif. Selain itu, dari penelitian ini ditemukan fakta bahwa kecemasan terhadap matematika memengaruhi kinerja siswa. Kecemasan terhadap matematika menyebabkan siswa mengalami kesulitan dan melakukan kesalahan ketika menyelesaikan operasi hitung bilangan bulat.

Saran

Setiap guru sebaiknya meningkatkan kemampuan dalam menganalisis hasil kerja siswa agar dapat menentukan tindak lanjut yang tepat terhadap miskonsepsi maupun kesalahan siswa. Pada pemberian *scaffolding*, sebaiknya guru juga memerhatikan kesulitan dan kegelisahan yang dialami siswa. Selanjutnya dengan kemampuan seorang guru untuk meminimalisir kesulitan dan kegelisahan siswa, diharapkan agar kesan negatif terhadap matematika dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan sehingga tidak memengaruhi kemampuan siswa menyelesaikan suatu soal matematis. Guru juga perlu mengembangkan berbagai macam representasi bilangan bulat yang lebih mudah dipahami siswa.

DAFTAR RUJUKAN

- Akhtar, M. 2014. Patterns of Scaffolds in One-to-One Mathematics Teaching: An Analysis. *Educational Research International*. 3 (1):71—79.
- Anghileri, J. 2006. Scaffolding Practices That Enhance Mathematics Learning. *Journal of Mathematics Teacher Education*. 9:33—52.
- Arem, C.A. 2010. *Conquering Math Anxiety: A Self-Help Workbook, Third Edition*. Canada: Nelson Education, Ltd.
- Ayres, P.L. 2001. Systematic Mathematical Errors and Cognitive Load. *Contemporary Educational Psychology*. 26:227—248. doi:10.1006/ceps.2000.1051.
- Bakker, A., Smit, J. & Wegerif, R. 2015. *Scaffolding and Dialogic Teaching in Mathematics Education: Introduction and Review*. *ZDM Mathematics Education*, 47:1047—1065.
- Belland, B.R. 2007. Instructional *Scaffolding: Foundations and Evolving Definition*. *Instructional Scaffolding in STEM Education*, DOI 10.1007/978-3-319-02565-0_2
- Bikmaz, F., H., Çeleb, Ö., Ata, A., Özer, E., Soyak, Ö. & Recber, H. 2010. *Scaffolding Strategies Applied by Student Teachers to Teach Mathematics*. *The International Journal of Research in Teacher Education*. Vol. 1(Special Issue):25—36.
- Ben-Zeev, T. 1998. Rational Errors and the Mathematical Mind. *Review of General Psychology*. 2 (4):366—383. The Educational Publishing Foundation.
- Bray, W., S. 2013. How to Leverage the Potential of Mathematical Errors: Incorporating a focus on students' mistakes into your instruction can advance their understanding. *Teaching Children Mathematics*. Vol. 19 (7):424—431.
- Casem, R.Q. 2013. *Scaffolding Strategy in Teaching Mathematics: Its Effects on Students' Performance and Attitudes*. *Comprehensive Journal of Educational Research*. 1 (1):9—19.
- Fernández, J.M. L.& Estrella, A.V. 2011. *Contexts for Column Addition and Substraction*. *Teaching Children Mathematics*. (Online), (<http://www.nctm.org>), diakses 23 Februari 2016.
- Fong, H.K. 1993. Schematic Model for Categorizing Children's Errors in Mathematics. Makalah disajikan pada *The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, New York, August 1—4. (Online), (<http://www.mlrg.org>), diakses 30 September 2015.
- Harris, S.J. 2010. The Relationship between Teacher Pedagogical Content Knowledge and Student Understanding of Integer Operations. Disertasi tang tidak diterbitkan. The University of Texas at Austin: Faculty of the Graduate School.
- Hérod, J. 2014. A Cognitive Analysis of Students' Activity: An Example in Mathematics. *Australian Journal of Teacher Education*, 39 (1):136—158.
- Liebenberg, R. 1997. *The usefulness of an intensive diagnostic test*. In P. Kelsall & M. de Villiers (Eds.), *Proceedings of the Third National Congress of the Association for Mathematics Education of South Africa*: 2:72—79. Durban: Natal University.
- Manchester, P.D. 2011. *Young Children Conceptualize Relationships Among Positive and Negative Numbers and Zero*. Unpublish Dissertation. Ohio: Kent State University College and Graduate School of Education, Health, and Human Services.
- Musser, G.L., Burger, W.F. & Peterson, B.E. 2011. *Mathematics for Elementary Teacher: A Contemporary Approach*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston VA: NCTM, Inc.
- Nolting, P.D. 2008. *Math Study Skills Workbook, Fourth Edition: Your Guide to Reducing Test Anxiety and Improving Study Strategies*. Canada: Nelson Education, Ltd.
- Riccomini, R.J. 2005. Identification and Remediation of Systematic Error Patterns in Subtraction. *Learning Disability Quarterly*. 28 (3):233—242.
- Rosenshine, B. 2012. Principles of Instructio: Reseach-Based Strategies that all Teacher Should Know. *American Educator*, Spring Edition:12—39.
- Subanji & Nusantara, T. 2013. Karakterisasi Kesalahan Berpikir Siswa dalam Mengonstruksi Konsep Matematika. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 19 (2):208—217.
- Simons, K.D. & Klein, J. D. 2007. The Impact of *Scaffolding* and Student Achievement Levels in a Problem-Based Learning Environment. *Instructional Science*, 35:41—72.
- Steiner, C.J. 2009. *A Study of Pre-Service Elementary Teachers "Conceptual Understanding of Integers"*. Unpublish Dissertation. Kent State University: College and Graduate School.
- Verenikina, I. 2008. *Scaffolding and Learning: its Role in Nurturing New Learners*. dalam Kell, P, Vialle, W, Konza, D and Vogl, G (eds), *Learning and The Learner: Exploring Learning for New Times*, University of Wollongong.
- Willis, J. 2010. *Learning to Love Math: Teaching Strategies that Change Student Attitudes and Get Results*. USA: ASCD.
- Young, L.K. & Booth, J. L. 2015. Student Magnitude Knowledge of Negative Numbers. *Journal of Numerical Cognition*, 1(1):38—55.