

Gambar yang Dihasilkan Siswa MLD dalam Menyelesaikan Open Number Sentences: Studi Mikrogenetik

by Mohammad Faizal Amir

Submission date: 22-Nov-2021 06:17PM (UTC+0700)

Submission ID: 1710113028

File name: Amir-4-Submit_Elemen.doc (1.32M)

Word count: 5056

Character count: 30922

Gambar yang Dihasilkan Siswa MLD dalam Menyelesaikan *Open Number Sentences*: Studi Mikrogenetik

Mohammad Faizal Amir

Program Studi Guru Sekolah Dasar, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

faizal.amir@umsida.ac.id

Abstrak

Gambar yang dihasilkan siswa merupakan kegiatan menggambar yang dilakukan oleh siswa untuk mengkomunikasikan sebuah gagasan dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan dan mendentifikasi perubahan gambar yang dihasilkan siswanya MLD dalam menyelesaikan *open number sentences*. Pendekatan penelitian ini adalah kualitatif dengan metode studi mikrogenetik untuk memahami pemikiran siswa secara individual dan mengeksplor perubahan dalam memecahkan *open number sentences* antar sesi penugasan. Subjek penelitian adalah 2 dari 20 siswa MLD kelas V sekolah dasar yang menghasilkan gambar yang variatif dan logis dalam menyelesaikan soal bilangan bulat saat sesi penugasan kelompok. Teknik pengumpulan data yang digunakan yakni lembar kerja dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa MLD menghasilkan jenis gambar objek diskrit dengan berfokus pada kardinalitas kuantitas suatu bilangan, transisi dari objek ke garis bilangan dengan berfokus pada besaran bilangan, partisi garis bilangan dengan menggunakan penalaran magnitudo, serta kalimat bilangan dan lainnya dengan penalaran verbal. Perubahan gambar yang dihasilkan siswa MLD antar sesi menunjukkan adanya perkembangan pemahaman siswa ke arah yang lebih baik dalam memaknai representasi simbolik ke representasi visual.

Kata kunci: Bilangan bulat, *Open number sentences*, Representasi Gambar, Siswa MLD

Abstract

Learner-generated drawings by students are drawing activities carried out by students to communicate an idea in solving a problem. This study aims to classify and identify image changes produced by MLD students in completing open number sentences. This research approach is qualitative with microgenetic study method to understand students' thinking individually and explore changes in solving open number sentences between assignment sessions. The research subjects were 2 out of 20 MLD grade 5 elementary school students who produced varied and logical images in solving integer problems during group assignment sessions. Data collection techniques used are worksheets and interviews. The results showed that MLD students produced: discrete object images by focusing on the cardinality of the quantity of a number, transitions from objects to the number line by focusing on the magnitude of numbers, partitioning the number line by using magnitude reasoning, as well as number sentences, and others using verbal reasoning. Changes in the learner-generated drawings by MLD students between sessions indicate the development of students' understanding towards a better direction in interpreting symbolic representations to visual representations.

Keywords: Image representation, Integers, MLD students, Open number sentences

Received: August 17, 2019 / Accepted: November 21, 2019 / Published Online: January 31, 2020

Pendahuluan

Gambar yang dihasilkan siswa (*learner-generated drawings*) merupakan kegiatan menggambar sebagai ekspresi yang menunjukkan suatu pengetahuan untuk menciptakan solusi dalam memecahkan suatu masalah (Van Meter & Garner, 2005). Orientasi dalam pengajaran yang mendukung gambar yang dihasilkan siswa dapat mendukung pembelajaran siswa karena dapat menggabungkan ide awal dengan pandangan pengetahuan yang baru serta meningkatkan keaktifan dalam aspek produksi (Schwamborn, Thillmann, Opfermann, & Leutner, 2011). Mempelajari tentang gambar yang dihasilkan siswa pada topik bilangan bulat sangat diperlukan bagi siswa untuk pemahaman keseluruhan bilangan, notasi serta intuisi tentang keteraturan besaran (Saxe, Diakow, & Gearhart, 2013).

Bilangan merupakan konsep matematika yang mendasari dan digunakan seluruh cabang matematika (Putrawangsa & Hasanah, 2018). Salah satu materi bilangan yang dipelajari pada matematika sekolah dasar adalah operasi hitung bilangan bulat. Siswa sekolah dasar masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan operasi hitung bilangan bulat. Kurangnya pemahaman siswa dari segi penggunaan tanda (-) yang berarti negatif atau melambangkan tanda pengurangan. Permasalahan pada penelitian terdahulu tentang operasi bilangan bulat yakni siswa salah mengartikan dari notasi -1 “minus one”, tanda negative dimaknai sebagai pengurangan (Bofferding, 2014). Terdapat juga siswa yang menganggap tanda minus sebagai pengurangan dan tidak mengenal negatif sehingga tidak dapat menyelesaikan masalah 3-5 karena menganggap bilangan yang kecil tidak dapat mengurangi bilangan yang besar (Bishop, Lamb, Philipp, Whitacre, & Schappelle, 2014). Siswa menafsirkan bilangan negatif sama dengan bilangan positif seolah-olah nilai keduanya setara serta membuat koneksi penalaran bilangan bulat berdasarkan konsepsi pengurangan. Fakta lain mengungkapkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam mengaitkan dan menyajikan bilangan bulat secara konseptual karena peralihan bilangan bulat positif ke negatif yang dianggap masih bersifat intuitif (Bishop, Lamb, Philipp, Whitacre, & Schappelle, 2018).

Perkembangan matematika tidak datang secara alami pada setiap anak. Beberapa anak mengalami kesulitan yang parah dan terus-menerus saat belajar matematika, biasanya disebut dengan *mathematical learning difficulties* (MLD) (Huijsmans, Kleemans, & Kroesbergen, 2021). Siswa dengan MLD memiliki kemampuan matematika yang kurang spesifik dan kognitif yang lemah. Namun, siswa sekolah dasar yang tidak memiliki performa matematik yang baik dapat memiliki perkembangan gambar yang lebih baik saat dihadapkan kepada pembiasaan penugasan rangkaian soal kontekstual dan *open number sentences* sebagai

menggunakan model intruksional (Wessman-Enzinger, 2019). Dengan demikian, siswa MLD yang memiliki kekurangan dalam performa matematik dimungkinkan memiliki jenis gambar tertentu yang merupakan representasi konseptual dari soal *open number sentences* yang dikerjakan.

Open number sentences merupakan kalimat yang memuat variabel namun belum diketahui nilai kebenarannya, sehingga pernyataan dapat bernilai benar atau salah (Bishop et al., 2018). Sedangkan, model intruksional bilangan bulat yang diyakini maupun memberikan solusi pemecahaan materi bilangan bulat berupa model *chips* atau model *cancellation* dan garis bilangan (Saxe et al., 2013; Vig, Murray, & Star, 2014).

Gambar yang dihasilkan siswa yang diberikan melalui tipe soal *open number sentences* diupayakan dapat mendukung pembelajaran matematika di sekolah dasar. Siswa mengembangkan pengetahuan matematika mereka dari keterampilan memecahkan masalah matematika dari yang bersifat sederhana menuju yang lebih kompleks. Untuk itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji serta menggali informasi secara mendalam tentang jenis gambar dan perubahan gambar yang dihasilkan siswa MLD dalam menyelesaikan *open number sentences* pada materi penjumlahan dan pengurangan bilangan bulat.

Metode

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian payung yaitu eksperimen pengajaran melalui variasi penugasan berupa masalah kontekstual, model temperatur, dan *open number sentences* untuk mengidentifikasi perubahan gambar yang dihasilkan siswa MLD dengan tanpa intervensi. Tanpa intervensi yang dimaksud adalah gambar yang dihasilkan siswa MLD merupakan hasil alamiah siswa setelah dilatihkan pengajaran berupa penugasan masalah kontekstual secara berkelompok. Pada saat penugasan soal *open number sentences* secara individu juga siswa MLD tidak dilatihkan bagaimana membuat gambar. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan gambar dan perubahan gambar yang alamiah.

Metode penelitian ini adalah kualitatif dengan berfokus pada mengklasifikan dan mengidentifikasi perubahan gambar yang dihasilkan siswa MLD melalui studi mikrogenetik. Studi mikrogenetik merupakan pengamatan yang dilakukan selama periode tertentu dan menekankan pada laju fenomena dengan tujuan menyimpulkan proses yang menimbulkan aspek perubahan (Siegler & Crowley, 1991). Dalam penelitian ini, studi mikrogenetik dilakukan selama 3 minggu melalui pemberian soal *open number sentences* secara individu.

Teknik pengumpulan data menggunakan lembar kerja (LK) *open number sentences* dan wawancara semi terbuka. LK *open number sentences* (Lihat Tabel 1) dikerjakan secara individu dan diberikan dalam 3 sesi penelitian yang dilakukan selama 3 minggu dengan jarak antara setiap sesinya adalah 1 minggu. Butir soal yang diberikan setiap sesinya terdiri dari 10 soal dan memiliki jenis soal yang sama. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan pengkategorian dan perubahan gambar yang dihasilkan siswa MLD secara konsisten.

Tabel 1. Soal *Open number sentences* yang diberikan dalam setiap sesi

No	<i>Open number sentences</i> Sesi 1	<i>Open number sentences</i> Sesi 2	<i>Open number sentences</i> Sesi 3
1.	$-10 + 17 = \square$	$-12 + 16 = \square$	$-11 + 18 = \square$
2.	$\square + -9 = -16$	$\square + -3 = -7$	$\square + -3 = -5$
3.	$1 - \square = 3$	$2 - \square = 5$	$3 - \square = 8$
4.	$2 - -3 = \square$	$3 - -1 = \square$	$4 - -2 = \square$
5.	$-18 + -17 = \square$	$-15 + -14 = \square$	$-16 + -12 = \square$
6.	$-4 + \square = 10$	$-5 + \square = 12$	$-4 + \square = 10$
7.	$-5 - 4 = \square$	$-3 - 6 = \square$	$-5 - 4 = \square$
8.	$\square - -1 = 6$	$\square - -4 = 8$	$\square - -1 = 6$
9.	$-12 - \square = -13$	$-15 - \square = -18$	$-12 - \square = -13$
10.	$9 + -5 = \square$	$6 + -4 = \square$	$9 + -5 = \square$

Partisipan penelitian adalah 20 siswa MLD pada kelas V SDN Kalitengah 2 Tanggulangin (sebuah sekolah pinggir kota Sidoarjo). Partisipan penelitian sebelumnya tidak memiliki pengalaman instruksional sebelumnya dengan operasi bilangan bulat. Penentuan siswa MLD menekankan tiga kategori: (1) *severity*, yaitu tingkat kinerja pada tugas matematika standar, (2) *persistence*, yaitu durasi lambatnya pengerjaan soal matematika, dan (3) *specificity*, yaitu tidak ada pembelajaran komorbiditas atau ketidakmampuan perilaku matematik (Huijsmans et al., 2021; Luit, 2019). Dalam penelitian ini, ke tiga kategori tersebut tercakup dari rendahnya hasil belajar matematika yang dibawah nilai kriteria ketuntasan minimal 70 (Nilai < 70).

Subjek penelitian adalah 2 dari 20 siswa MLD yang ditentukan secara *purposive sampling*. Adapun kriteria *purposive* dalam penelitian ini adalah gambar dan jawaban yang paling bervariasi pada saat sesi kelompok. Keaktifan siswa selama sesi kelompok juga dipertimbangkan. Sehingga diperoleh siswa 1 (S1) dan siswa 2 (S2). Selama sesi pemberian soal individu, subjek menyelesaikan soal *open number sentences* pada selembaar kertas dan subjek tidak disediakan objek manipulatif (hanya diberikan alat tulis).

Teknik analisis data yang dilakukan berupa reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan (Miles, Huberman, & Saldana, 2014). Penyajian data dilakukan untuk mendeskripsikan jenis gambar yang diberikan dan mengeksplor perubahan gambar dalam menyelesaikan *open number sentences* dalam setiap sesinya.

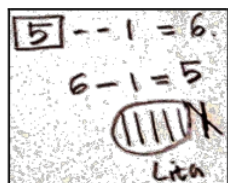
Hasil Penelitian

Dalam sub ini dijelaskan hasil klasifikasi gambar yang dihasilkan siswa MLD yang memiliki berbagai jenis dan beberapa perubahan pada setiap sesi.

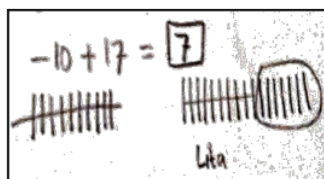
Klasifikasi Jenis Gambar yang dihasilkan siswa MLD

Objek Diskrit

Pada jenis gambar objek diskrit yang dihasilkan siswa ini memiliki jenis dengan menambahkan atau menghilangkan objek. Objek diskrit ini terdapat dua tipe gambar yakni himpunan objek tunggal dan himpunan objek ganda. Himpunan objek tunggal memiliki ciri-ciri adanya objek yang dihapus atau ditambahkan dalam satu himpunan, sedangkan himpunan objek ganda memiliki ciri-ciri adanya dua himpunan yang berbeda untuk membandingkan atau menyatakan bagian yang berbeda dari keseluruhan objek (Wessman-Enzinger, 2019).



Gambar 1. Objek diskrit tunggal yang dihasilkan S2



Gambar 2. Objek diskrit ganda yang dihasilkan S2

Ketika terdapat suatu permasalahan $\square - 1 = 6$, S2 menyelesaikan seperti yang terdapat pada Gambar 1 serta menyatakan “enam baris di sisi kanan kemudian mencoretnya satu baris dan akan menghasilkan positif lima karena sisa lima baris di sisi kanan”. Dalam hal ini S2 menyelesaikan masalah dengan solusi yang benar, menggambar kumpulan baris untuk bilangan positif kemudian menghilangkan bilangan negatif dengan mencoretnya dari kumpulan bilangan positif.

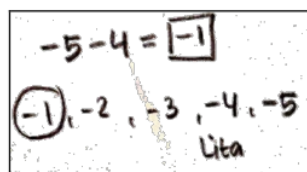
Permasalahan selanjutnya adalah $-10 + 17 = \square$, S2 menyelesaikan seperti yang terdapat pada Gambar 2 serta menyatakan “menggambar sepuluh baris di sisi kiri dan tujuh belas di

kanan, kiri itu negatif dan kanan positif. Kemudian menghilangkan negatif dengan mencoret sisi kanan dan kiri sebanyak sepuluh baris. Hasilnya positif tujuh”. Dalam hal ini S2 menyelesaikan masalah dengan solusi yang benar, menggambar objek bilangan positif menggunakan kumpulan baris yang berada di kanan dan objek bilangan negatif berada pada kumpulan sebelah kiri. Kemudian menghilangkan kumpulan negatif yang berada di sisi kiri dengan mencoret sisi kiri dan kanan sebanyak objek bilangan negatif. Sehingga terdapat sisa baris sebanyak tujuh untuk menyatakan solusi dan solusi tersebut bernilai positif karena berada pada kumpulan sisi kanan.

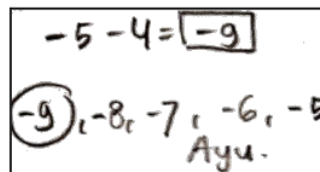
Pernyataan S2 sesuai dengan jenis jenis gambar objek diskrit yang dihasilkan siswa dengan menambahkan atau menghilangkan objek dari kumpulan objek tersebut. Ketika menghasilkan gambar objek diskrit, siswa berfokus pada kardinalitas kuantitas. Kardinalitas kuantitas dinyatakan sebagai penggambaran dari perwakilan sejumlah objek dalam masalah bilangan negatif maupun positif.

Transisi dari objek ke garis bilangan

Pada jenis gambar ini memiliki jenis adanya pergerakan arah objek tanpa memproduksi garis, skala atau segmen garis. Ketika terdapat suatu permasalahan $-5 - 4 = \square$, S2 menyelesaikan seperti yang terdapat pada Gambar 3 serta menyatakan “bilangan dari negatif lima mundur empat langkah dan berhenti di negatif satu”. Dalam hal ini S2 menyelesaikan masalah dengan solusi yang salah, menuliskan urutan bilangan dengan gerakan arah mundur sebanyak empat langkah dan berhenti di negatif satu.



Gambar 3. Transisi dari objek diskrit ke garis bilangan yang dihasilkan S2



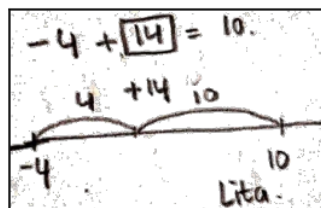
Gambar 4. Transisi dari objek diskrit ke garis bilangan yang dihasilkan S1

S1 juga menyelesaikan masalah ini menggunakan urutan bilangan seperti yang terdapat pada Gambar 4 serta menyatakan “bilangan dari negatif lima mundur empat langkah dan berhenti di negatif sembilan”. Dalam hal ini S1 menyelesaikan masalah dengan solusi yang benar, menuliskan urutan bilangan dengan gerakan arah mundur sebanyak empat langkah dan berhenti di negatif sembilan.

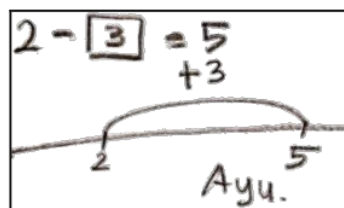
Pada masalah ini S1 dan S2 menyelesaikan masalah dengan menghasilkan gambar jenis transisi dari objek diskrit ke garis bilangan sesuai dengan jenis yakni menggunakan urutan bilangan serta mengarahkan bilangan tersebut maju atau mundur meskipun tidak memproduksi garis bilangan. Selain itu juga siswa menyatakan urutan bilangan dengan memfokuskan pada besaran suatu bilangan.

Garis Bilangan

Pada jenis gambar ini memiliki jenis memperhatikan segmen garis serta menyorot jarak. Ketika terdapat suatu permasalahan $-4 + \square = 10$, S2 menggambarkan seperti yang terdapat pada Gambar 5 serta menyatakan “menghitung dengan garis bilangan kemudian negatif empat di kiri dan sepuluh di kanan, jarak dari negatif empat ke sepuluh ada empat belas”. Dalam hal ini S2 menyelesaikan masalah dengan solusi yang benar, menggambar garis bilangan kemudian menempatkan bilangan positif di kanan serta negatif di kiri. Selain itu S2 juga menghitung jarak dari negatif empat ke sepuluh.



Gambar 5. Garis bilangan kontinu yang dihasilkan S2



Gambar 6. Garis bilangan kontinu yang dihasilkan S1

S1 juga menyelesaikan masalah $2 - \square = 5$ menggunakan *partisi garis bilangan* seperti yang terdapat pada Gambar 6 serta menyatakan “menggambar garis bilangan kemudian lima ada di kanan dan dua ada di kiri, menghitung lompatan ada tiga sehingga hasilnya positif tiga”. Dalam hal ini S1 menyelesaikan masalah dengan solusi yang salah, menggunakan garis bilangan dan menyatakan strategi yang sama dengan menempatkan bilangan lima atau positif di kanan dan dua di kiri kemudian memperhitungkan jaraknya sebanyak tiga.

Jenis gambar yang dihasilkan siswa ini tetap menjadi kategori gambar yang dihasilkan siswa meskipun solusi yang ditemukan salah. Pada masalah ini S1 dan S2 menyelesaikan masalah dengan menghasilkan gambar jenis partisi garis bilangan sesuai dengan jenis yakni menempatkan bilangan positif di kanan dan negatif di kiri atau memperhatikan segmen garis dan juga menyorot jarak. Dalam hal ini siswa menghasilkan gambar partisi garis bilangan

dengan menggunakan penalaran magnitudo atau penalaran yang membandingkan suatu besaran bilangan.

Kalimat Bilangan

Pada jenis gambar ini memiliki jenis menulis kembali atau ulang masalah baik secara vertikal maupun horisontal. Ketika terdapat suatu permasalahan $-4 + \square = 10$, S1 menggunakan *kalimat bilangan horizontal* seperti yang terdapat pada Gambar 7 serta menyatakan “menulis ke samping sepuluh dikurang empat sama dengan enam”. Dalam hal ini S1 menyelesaikan masalah dengan menuliskan kembali bilangan pada permasalahan secara horisontal, namun solusi yang dihasilkan salah.

$$\begin{array}{l}
 -4 + \square = 10 \\
 10 - 4 = 6 \\
 6 + 4 = 10 \\
 \text{Ayu}
 \end{array}$$

Gambar 7. Kalimat bilangan horizontal yang dihasilkan S1

$$\begin{array}{l}
 -5 - 4 = \square \\
 -5 \\
 4 \\
 \hline
 -1 \\
 \text{Ayu}
 \end{array}$$

Gambar 8. Kalimat bilangan vertikal yang dihasilkan S1

Terdapat juga permasalahan lain $-5 - 4 = \square$ menggunakan *vertikal number sentence* seperti yang terdapat pada Gambar 8 serta menyatakan “kebawah negatif lima dikurang empat dan hasilnya negatif satu”. Dalam hal ini S1 menyelesaikan masalah dengan menuliskan kembali bilangan pada permasalahan yang disusun ke bawah atau secara vertikal, namun solusi yang dihasilkan salah. Pada masalah ini S1 menyelesaikan masalah dengan menghasilkan gambar *kalimat bilangan horizontal* maupun *vertikal number sentence* sesuai dengan jenis yakni menulis kembali atau ulang masalah baik secara vertikal maupun horisontal.

Gambar Lainnya

Pada jenis gambar ini memiliki jenis hanya menjawab hasil saja, menyorot tanda, hanya memahami masalah dengan penalaran verbal. Ketika terdapat suatu permasalahan $1 - \square = 3$, S1 menggunakan jenis gambar lainnya (tanda silang) seperti yang terdapat pada Gambar 9 serta menyatakan “satu dikurang tiga, soal itu mungkin salah dan menyilangnya”. Dalam hal ini S1 menyelesaikan masalah dengan menyilang bilangan pada permasalahan karena menganggap masalah tersebut terdapat kesalahan dan tidak menemukan solusi yang tepat sehingga menghasilkan gambar tanda silang.

Terdapat juga permasalahan lain $9 + -5 = \square$, S1 menggunakan gambar lainnya (penekanan tanda) seperti yang terdapat pada gambar 10 serta menyatakan “sembilan ditambah negatif lima itu menjadi sembilan dikurang lima dan hasilnya empat”. S1 menyelesaikan masalah dengan menghiraukan dengan mengubah tanda ganda (plus dan negatif) menjadi minus untuk mempermudah perhitungannya dan solusi yang dihasilkan S1 benar. S1 menyelesaikan masalah dengan menghasilkan gambar lainnya (tanda siang dan penekanan tanda) sesuai dengan jenis yakni hanya menjawab hasil saja, menyorot tanda, hanya memahami masalah dengan penalaran verbal.

Gambar 9. Tanda silang yang dihasilkan S1

Gambar 10. Penekanan tanda yang dihasilkan S1

Pada permasalahan ini siswa menghiraukan tanda atau mengubah tanda serta menghasilkan tanda silang dikarenakan tidak dapat menemukan solusi untuk permasalahan tersebut. Hal ini dapat terjadi jika ditinjau dari representasi siswa mengenai tanda minus sebagai pengurangan, negatif dan berlawanan. Dalam masalah ini siswa menganggap negatif sebagai pengurangan. Terdapat juga permasalahan lain yang diselesaikan dengan penekanan tanda dengan menghiraukan tanda negatif. akan tetapi mengabaikan tanda bukan berarti siswa tidak produktif dalam menghasilkan gambar akan tetapi jika alasan tersebut dikaji lebih dalam akan menjadikan alasan itu masuk akal secara matematis.

Perubahan Gambar yang Dihasilkan Siswa MLD pada Setiap Sesi

S1 dan S2 menghasilkan gambar yang berbeda di setiap sesi (lihat Tabel 2-4). Setiap anak dan perubahan dalam produksi gambar mereka akan dijelaskan selanjutnya. Pada Tabel 4 menyajikan perbedaan gambar yang dihasilkan dengan hitungan dan persentase dari anak-anak secara individu dan keseluruhan.

Tabel 2. Perbedaan Gambar dan Penggunaannya (Jumlah & Persentase) Siswa MLD

Jenis Gambar	S1 (n=30)	S2 (n=30)	Total (n=60)
Himpunan objek tunggal	0 (0%)	2 (6.6%)	2 (3.3%)
Himpunan objek ganda	2 (6.6%)	6 (20%)	8 (13.3%)
Barisan bilangan	4 (13.3%)	6 (20%)	10 (16.6%)
Partisi garis bilangan	3 (10%)	11 (36.6%)	14 (23.3%)
Garis bilangan	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Kalimat bilangan horizontal	4 (13.3%)	1 (3.3%)	5 (8.3%)
Kalimat bilangan vertikal	7 (23.3%)	2 (6.6%)	9 (15%)
Jawaban kosong	6 (20%)	0 (0%)	6 (10%)
Jawaban dalam kotak	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Penekanan tanda plus, minus, atau negatif	4 (13.3%)	2 (6.6%)	6 (10%)

Gambar yang dihasilkan S1 pada setiap sesi

S1 menghasilkan kalimat bilangan horizontal, Kalimat bilangan vertikal, dan Penekanan tanda plus, minus, atau negatif pada setiap sesi dengan konsisten. S1 tidak menghasilkan himpunan objek tunggal, number line, dan jawaban dalam kotak pada semua sesi. Sedangkan untuk himpunan objek ganda, barisan bilangan, dan partisi garis bilangan terlihat konsisten digunakan pada sesi 2 dan sesi 3. Serta mengalami penurunan pada jawaban kosong (Lihat Tabel 3).

Kalimat bilangan horizontal yang dihasilkan S1 didapatkan solusi yang benar dan salah, tetapi solusi yang salah menurun disetiap sesi. Begitu pula dengan Kalimat bilangan vertikal dan Partisi garis bilangan yang dihasilkan S1 didapatkan solusi yang benar dan salah, tetapi solusi yang salah menurun disetiap sesi. Sedangkan untuk himpunan objek ganda, barisan bilangan, dan penekanan tanda plus, minus, atau negatif yang dihasilkan S1 didapatkan solusi yang benar.

Tabel 3. Gambar yang dihasilkan oleh S1 pada setiap sesi

Jenis Gambar	Individu Sesi 1 (n=10)	Individu Sesi 2 (n=10)	Individu Sesi 3 (n=10)
Himpunan objek tunggal	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Himpunan objek ganda	0 (0%)	1 (10%) Benar	1 (10%) Benar
Barisan bilangan	0 (0%)	1 (10%) Benar	3 (30%) Benar semua
Partisi garis bilangan	0 (0%)	2 (20%) Benar 1 Salah 1	1 (10%) Benar
Garis Bilangan	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Kalimat bilangan horizontal	2 (20%) Benar 1 Salah 1	1 (10%) Benar	1 (10%) Benar

Jenis Gambar	Individu Sesi 1 (n=10)	Individu Sesi 2 (n=10)	Individu Sesi 3 (n=10)
Kalimat bilangan vertikal	3 (30%) Benar 2 Salah 1	2 (20%) Benar semua	2 (20%) Benar semua
Jawaban kosong	4 (40%) Salah semua	2 (20%) Salah semua	0 (0%)
Jawaban dalam kotak	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Penekanan tanda plus, minus, atau negatif	1 (10%) Benar	1 (10%) Benar	2 (20%) Benar semua

Gambar yang dihasilkan S2 pada setiap sesi

S2 menghasilkan *himpunan objek ganda*, *barisan bilangan*, dan *partisi garis bilangan* pada setiap sesi dengan konsisten. S1 tidak menghasilkan *number line*, *jawaban kosong* dan *jawaban dalam kotak* pada semua sesi. sedangkan *kalimat bilangan vertikal*, dan *penekanan tanda plus, minus, atau negatif* dihasilkan dalam pada sesi 2 dan 3 dengan konsisten. Serta mengalami penurunan pada *himpunan objek tunggal* yang hanya dihasilkan pada sesi 1 dan *kalimat bilangan horizontal* yang hanya dihasilkan pada sesi 2 (lihat Tabel 6).

Himpunan objek tunggal yang dihasilkan hanya pada sesi 1 didapatkan solusi yang salah dan benar. Sedangkan *himpunan objek ganda* yang dihasilkan S1 didapatkan solusi yang benar dan salah, solusi yang benar mengalami penurunan disetiap sesi, namun solusi yang salah mengalami penurunan disesi 3. *Barisan bilangan* dan *partisi garis bilangan* yang dihasilkan S1 didapatkan solusi yang benar disetiap sesi. Begitu juga dengan *kalimat bilangan vertikal*, dan *penekanan tanda plus, minus, atau negatif* yang dihasilkan S1 didapatkan solusi yang benar pada sesi 2 dan 3. Namun sebaliknya *kalimat bilangan horizontal* yang hanya dihasilkan pada sesi 2 solusi yang diberikan salah.

Tabel 4. Gambar yang dihasilkan oleh S2 pada setiap sesi

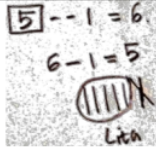
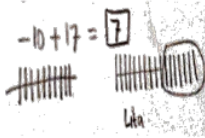
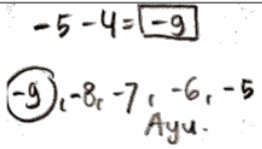
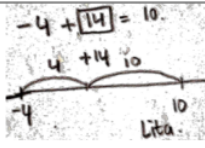
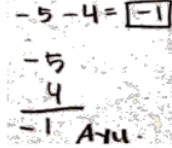
Jenis Gambar	Individu Sesi 1 (n=10)	Individu Sesi 2 (n=10)	Individu Sesi 3 (n=10)
Himpunan objek tunggal	2 (20%) Benar 1 Salah 1	0 (0%)	0 (0%)
Himpunan objek ganda	3 (30%) Benar 2 Salah 1	2 (20%) Benar 1 Salah 1	1 (10%) Benar
Barisan bilangan	2 (20%) Benar semua	2 (20%) Benar semua	2 (20%) Benar semua
Partisi garis bilangan	3 (30%) Benar 2 Salah 1	3 (30%) Benar semua	5 (50%) Benar semua
Number Line	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Kalimat bilangan horizontal	0 (0%)	1 (10%)	0 (0%)

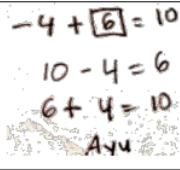
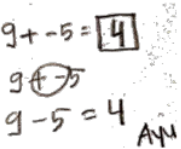
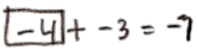
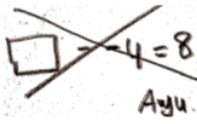
		Salah	
Kalimat bilangan vertikal	0 (0%)	1 (10%)	1 (10%)
		Benar	Benar
Jawaban kosong	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Jawaban dalam kotak	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Penekanan tanda plus, minus, atau negatif	0 (0%)	1 (10%)	1 (10%)
		Benar	Benar

Diskusi

Sintesis pengklasifikasian gambar yang dihasilkan siswa MLD disajikan pada Tabel 5, yang terdiri dari himpunan objek tunggal, himpunan objek ganda, barisan bilangan, partisi garis bilangan, kalimat bilangan horizontal, kalimat bilangan vertikal, jawaban kosong, jawaban dalam kotak, dan penekanan tanda plus, minus, atau negatif. Selain itu, perubahan gambar yang dihasilkan siswa MLD antar setiap sesi dibawah dalam sub ini.

Tabel 5. Berbagai Jenis Gambar yang Dihasilkan oleh Siswa MLD

Jenis Gambar	Contoh Gambar
<p style="text-align: center;">Objek Diskrit</p> <p>Himpunan objek tunggal: Terdapat satu himpunan objek diskrit yang dapat ditambahkan atau dihapus dari satu himpunan yang ada.</p> <p>Himpunan objek ganda: Terdapat dua himpunan objek diskrit berbeda yang digunakan untuk membandingkan atau menyatakan bagian yang berbeda dari keseluruhan objek.</p>	 
<p style="text-align: center;">Transisi dari Onjek ke Garis Bilangan</p> <p>Barisan bilangan: Terdapat objek bilangan yang terdaftar atau bilangan yang diurutkan.</p>	
<p style="text-align: center;">Garis Bilangan</p> <p>Partisi garis bilangan: Terdapat segmen garis bilangan yang tidak menggunakan ekuipartisi, terdapat bilangan yang terdaftar serta menyorot jarak pada garis bilangan.</p>	
<p style="text-align: center;">Kalimat Bilangan</p> <p>Kalimat bilangan vertikal: Kalimat bilangan dinyatakan kembali sebagai kalimat bilangan yang ditulis secara vertikal.</p>	

Jenis Gambar	Contoh Gambar
Kalimat bilangan horizontal: Kalimat bilangan dinyatakan kembali sebagai kalimat bilangan yang ditulis secara horizontal.	
Lainnya	
Penekanan tanda plus, minus, atau negatif: Tanda plus, minus, atau negatif dicoret atau dilingkari atau ditulis ulang.	
Jawaban dalam kotak: Gambar yang dihasilkan hanya solusi dalam kotak.	
Jawaban kosong: Tidak ada gambar yang dihasilkan atau memberi tanda silang pada masalah.	

Gambar yang dihasilkan siswa dalam penjumlahan dan pengurangan bilangan bulat menggambarkan bagaimana siswa memecahkan *open number sentences* sesuai dengan perspektif atau pemikiran mereka secara alami (Bishop et al., 2014; Bofferding & Wessman-Enzinger, 2017; Van Meter & Garner, 2005). Hal ini karena penelitian dilakukan sebelum siswa mendapatkan materi tentang bilangan bulat, serta dalam proses produksi gambar yang dihasilkan siswa dilakukan tanpa menggunakan model manipulatif ataupun model instruksional secara eksplisit.

Siswa kelas V menghasilkan gambar tertentu dengan frekuensi yang berbeda. Misalnya, S1 lebih sering menggunakan Kalimat bilangan vertikal pada setiap sesinya, sementara S2 lebih sering menggunakan partisi garis bilangan pada setiap sesinya. Hal ini memberikan bukti bahwa siswa kelas V mampu menghasilkan gambar-gambar yang beragam sesuai dengan kemampuan kognitif mereka secara alami (Bishop et al., 2018).

Sedangkan setiap individu menghasilkan beberapa gambar lebih banyak daripada yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa anak-anak tidak berpikir tentang bilangan bulat dengan cara yang sama. Karena dalam prosesnya siswa dibebaskan untuk memproduksi dan membangun gambar mereka sendiri yang berfungsi sebagai model instruksional (Wessman-Enzinger, 2019). Hal ini ditunjukkan oleh S1 yang lebih bervariasi dalam menghasilkan gambar pada sesi 2 dan sesi 3 dibandingkan pada sesi 1 penyelesaian masalah *open number sentences*.

Namun, tidak menutup kemungkinan siswa menghasilkan sebagian besar gambar di salah satu jenis. Proses tersebut menunjukkan konsistensi siswa dalam berpikir tentang bilangan bulat dan gambar yang mereka hasilkan (Wessman-Enzinger, 2019). Hal ini ditunjukkan oleh S2 yang lebih konsisten dalam menghasilkan gambar pada setiap penyelesaian soal *open number sentences* dengan menggunakan barisan bilangan pada sesi 1 sampai sesi 2.

Gambar yang dihasilkan siswa pada materi penjumlahan dan pengurangan bilangan bulat dapat digunakan untuk melengkapi gambar yang dibuat lainnya, karena secara eksplisit terhubung dengan pemikiran anak-anak (Wessman-Enzinger & Mooney, 2014). Pada hasil penelitian oleh S1 ini terdapat kalimat bilangan vertikal yang juga didukung dengan penekanan tanda plus, minus, atau negatif yang digunakan untuk menekankan tanda plus dan negative mejadi minus.

Perubahan gambar yang dihasilkan siswa MLD menunjukkan adanya beberapa perubahan setiap sesinya. S1 pada sesi 1 banyak menghasilkan jawaban kosong, yang artinya tidak menghasilkan gambar apapun dan tidak dapat menyelesaikan soal open number sentences tersebut dan menghasilkan jenis gambar kalimat bilangan horizontal and kalimat bilangan vertikal dengan hasil yang masih salah. Pada sesi 2, S1 mulai menghasilkan jenis gambar partisi garis bilangan dan penekanan tanda plus, minus, atau negatif untuk tipe soal yang menghasilkan jawaban kosong, namun masih dengan hasil yang salah. Begitu pula pada sesi 3, S1 sudah tidak menghasilkan jawaban kosong dan hasil yang diberikan sudah benar. Pada sesi 3, S1 menghasilkan gambar dengan jenis barisan bilangan, kalimat bilangan horizontal, kalimat bilangan vertikal, and penekanan tanda plus, minus, atau negatif.

Sedangkan S2 pada sesi 1 sudah menghasilkan objek diskrit: himpunan objek tunggal, and himpunan objek ganda, serta barisan bilangan. Namun, hasil yang diberikan masih salah. Pada sesi 2, S2 menggunakan jenis gambar yang berbeda pada beberapa tipe soal. S2 menyelesaikan soal dengan jenis gambar kalimat bilangan horizontal, kalimat bilangan vertikal, and penekanan tanda plus, minus, atau negatif, dengan hasil yang diberikan benar. Pada sesi 3, S2 tidak menghasilkan gambar baru disetiap tipe soalnya, gambar yang dihasilkan pada sesi 3 relatif sama dengan gambar yang dihasilkan pada sesi 2. Karena, mengilustrasikan produksi dan pengembangan gambar itu butuh waktu. Penggunaan gambar dan perubahan pada gambar tersebut menunjukkan perspektif perkembangan gambar yang potensial. Hal ini menunjukkan bahwa siswa dapat mengembangkan dan menciptakan model yang berbeda sesuai perkembangan pembelajaran (Wessman-Enzinger, 2019).

Dengan demikian, dari uraian di atas siswa MLD menyelesaikan soal *open number senteces* pada operasi bilangan bulat seiring dengan perubahan waktu sesi yang dilihat dari perkembangan gambar yang dihasilkan siswa pada setiap sesinya. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh (Huijsmans et al., 2021) bahwa siswa MLD dapat meningkatkan kemampuan kognitif seiring waktu. Dengan demikian, implikasi hasil penelitian ini adalah memberikan sumbangsih bukti empiris bahwa siswa MLD pada jenjang sekolah dasar mampu menghasilkan gambar dan menunjukkan kecenderungan perubahan gambar yang lebih baik seiring dengan berjalannya waktu perubahan antar sesi. Gambar yang dihasilkan siswa mencerminkan pemahaman konseptual siswa mengenai operasi bilangan bulat (Natsheh & Karsenty, 2014). Sementara itu, perubahan gambar yang dihasilkan siswa MLD menunjukkan adanya perkembangan pemahaman siswa ke arah yang lebih baik dalam memaknai representasi simbolik ke representasi visual (Al-Mutawah, Thomas, Eid, Mahmoud, & Fateel, 2019; Barmby, Bolden, Raine, & Thompson, 2012; Martin, 2008). Penelitian lebih lanjut direkomendasikan untuk menggunakan metode campuran (*mix method*) untuk memberikan pengukuran secara numerik dari signifikansi pengaruh penugasan berupa soal *open number senteces* materi operasi bilangan bulat terhadap jenis gambar dan perubahan gambar yang dihasilkan siswa MLD.

Simpulan

Siswa MLD pada kelas V sekolah dasar mampu menghasilkan jenis gambar yang bervariasi dan cukup konsisten serta dapat memberikan jawaban logis yang merepresentasikan konsep dari penyelesaian soal *open numer senteces*. Jenis gambar yang dihasilkan oleh siswa yaitu objek diskrit dengan himpunan objek tunggal maupun himpunan objek ganda; transisi dari objek ke garis bilangan dengan barisan bilangan; garis bilangan dengan partisi garis bilangan; kalimat bilangan dengan kalimat bilangan horizontal dan kalimat bilangan vertikal; serta lainnya berupa jawaban dalam kotak yang hanya menjawab hasilnya saja; penekanan tanda plus, minus, atau negatif, dan jawaban kosong dengan menekankan tanda (silang maupun lingkaran). Perubahan gambar yang dihasilkan siswa terlihat antar sesinya, perubahan ini mengarah kepada perbaikan gambar yang dihasilkan dalam merepresentasikan simbol ke visual.

Referensi

Al-Mutawah, M. A., Thomas, R., Eid, A., Mahmoud, E. Y., & Fateel, M. J. (2019).

- Conceptual understanding, procedural knowledge and problem-solving skills in mathematics: High school graduates work analysis and standpoints. *International Journal of Education and Practice*. <https://doi.org/10.18488/journal.61.2019.73.258.273>
- Barmby, P., Bolden, D., Raine, S., & Thompson, L. (2012). Developing the use of visual representations in the primary classroom. *The Professional Development Conference*.
- 1** Bishop, J. P., Lamb, L. L., Philipp, R. A., Whitacre, I., & Schappelle, B. P. (2014). Using Order to Reason About Negative Numbers: The Case of Violet. *Educational Studies in Mathematics*, 86(1), 39–59. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9519-x>
- Bishop, J. P., Lamb, L. L., Philipp, R. A., Whitacre, I., & Schappelle, B. P. (2018). Students' Thinking About Integer Open Number Sentences, 47–71. https://doi.org/10.1007/978-3-319-90692-8_3
- 1** Bofferding, L. (2014). Negative Integer Understanding: Characterizing First Graders' Mental Models. *Journal for Research in Mathematics Education*, 45(2), 194–245. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.45.2.0194>
- Bofferding, L., & Wessman-Enzinger, N. (2017). Subtraction Involving Negative Numbers: Connecting to Whole Number Reasoning. *Mathematics Enthusiast*, 14(1–3), 241–262.
- Huijsmans, M. D. E., Kleemans, T., & Kroesbergen, E. H. (2021). The Cognitive Profiles for Different Samples of Mathematical Learning Difficulties and Their Similarity to Typical Development: Evidence from A Longitudinal Study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 214. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2021.105288>
- Luit, J. E. H. van. (2019). Diagnostics of Dyscalculia. In *International Handbook of Mathematical Learning Difficulties: From the Laboratory to the Classroom* (pp. 653–668). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-97148-3>
- Martin, L. C. (2008). Folding back and the dynamical growth of mathematical understanding: Elaborating the Pirie-Kieren Theory. *Journal of Mathematical Behavior*, 27(1), 64–85. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2008.04.001>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook (Third Edit)*. SAGE Publications, Inc.
- Natsheh, I., & Karsenty, R. (2014). Exploring the potential role of visual reasoning tasks among inexperienced solvers. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 46(1), 109–122. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0551-1>
- Putrawangsa, S., & Hasanah, U. (2018). Strategi Dan Tingkat Kepekaan Bilangan Siswa Sekolah Dasar Dalam Menyelesaikan Masalah Operasi Bilangan Bulat. *Journal*

- Pendidikan Matematika*, 12(1), 15–28. <https://doi.org/10.22342/jpm.12.1.5066>.
- Saxe, G. B., Diakow, R., & Gearhart, M. (2013). Towards Curricular Coherence in Integers and Fractions: A Study of the Efficacy of A Lesson Sequence That Uses The Number Line As The Principal Representational Context. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 45(3), 343–364. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0466-2>
- Schwaborn, A., Thillmann, H., Opfermann, M., & Leutner, D. (2011). Cognitive load and instructionally supported learning with provided and learner-generated visualizations. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 89–93. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.05.028>
- Siegler, R. S., & Crowley, K. (1991). The microgenetic method: A direct means for studying cognitive development. *American Psychologist*, 46(6), 606–620. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.46.6.606>
- Van Meter, P., & Garner, J. (2005). The promise and practice of learner-generated drawing: Literature review and synthesis. *Educational Psychology Review*, 17(4), 285–325. <https://doi.org/10.1007/s10648-005-8136-3>
- Vig, R., Murray, E., & Star, J. R. (2014). Model Breaking Points Conceptualized. *Educational Psychology Review*, 26(1), 73–90. <https://doi.org/10.1007/s10648-014-9254-6>
- Wessman-Enzinger, N. M. (2019). Grade 5 Children's Drawings for Integer Addition and Subtraction Open Number Sentences. *Journal of Mathematical Behavior*, 53(February), 105–128. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2018.03.010>
- Wessman-Enzinger, N. M., & Mooney, E. S. (2014). Making Sense of Integers through Storytelling. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 1(1), 53–59. <https://doi.org/10.5951/tcm.1.1.0053>

Gambar yang Dihasilkan Siswa MLD dalam Menyelesaikan Open Number Sentences: Studi Mikrogenetik

ORIGINALITY REPORT

2%

SIMILARITY INDEX

3%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

jnc.psychopen.eu

Internet Source

2%

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On