

Analisis Kesalahan Translasi Matematis dari Representasi Verbal menuju Representasi Simbolik

Diterima:

15 November 2023

Revisi:

26 November 2023

Terbit:

30 November 2023

¹Samijo, ^{2*}Ika Santia, ³Jatmiko
¹⁻³Universitas Nusantara PGRI Kediri

Abstrak— Kesalahan translasi representasi masih sering terjadi saat siswa memecahkan masalah matematika. Padahal translasi representasi merupakan aspek kunci dalam keberhasilan memecahkan masalah tersebut. Masalah tersebut terlihat saat siswa memecahkan masalah soal cerita aritmatika sosial yang mengharuskan melakukan translasi dari representasi verbal menuju representasi simbolik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memotret kesalahan yang terjadi saat melakukan translasi representasi verbal menuju representasi simbolik. Penelitian dilakukan pada 32 siswa SMP di Kediri pada saat memecahkan soal aritmatika sosial. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan tujuan menganalisis kesalahan siswa saat memecahkan masalah dengan memverifikasi setiap langkah translasi, dilanjutkan dengan wawancara mendalam terhadap subjek. Berdasarkan analisis yang dilakukan, peneliti menemukan terdapat 2 jenis kesalahan yang berbeda saat subjek melakukan pemecahan masalah. Adapun kesalahan tersebut meliputi, yang pertama subjek kesulitan memecah informasi pada representasi sumber, sedangkan yang kedua, subjek tidak tepat dalam mengkoordinasikan representasi sumber ke representasi target. Subjek mengalami kesulitan menentukan representasi perantara yang digunakan sehingga melakukan koordinasi secara berulang-ulang.

Kata Kunci— kesalahan translasi, representasi verbal, representasi simbolik

Abstract— *Representational translation errors often occur when students solve mathematical problems. Whereas the translation of representation is a key aspect in the success of solving the problem. This problem can be seen when students solve social arithmetic word problems which require them to translate from verbal representations to symbolic representations. Therefore, this study aims to photograph errors that occur when translating verbal representations into symbolic representations. The research was conducted on 32 junior high school students in Kediri when they solved social arithmetic problems. This study uses qualitative methods with the aim of analyzing student errors when solving problems by verifying each step of translation, followed by in-depth interviews with the subject. Based on the analysis conducted, the researcher found that there were 2 different types of errors when the subject was solving the problem. These errors include, first, the subject has difficulty breaking down information on the source representation, while the second, the subject is not correct in coordinating the source representation with the target representation. The subject has difficulty determining the intermediary representation used so that he coordinates repeatedly.*

Keywords—*translation error, verbal representation, symbolic representation*

This is an open access article under the CC BY-SA License.



Penulis Korespondensi:

Ika Santia,
Universitas Nusantara PGRI Kediri,
Email: ikasantia@unpkediri.ac.id

I. PENDAHULUAN

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000) menyatakan bahwa siswa perlu memiliki lima standar proses dalam pembelajaran matematika, yaitu: (1) pemecahan masalah (*problem-solving*); (2) penalaran dan pembuktian (*reasoning and proof*); (3) kemampuan komunikasi matematis (*communication*); (4) kemampuan koneksi matematis (*connection*); dan (5) kemampuan representasi matematis (*representation*). Representasi banyak digunakan untuk mempelajari dan memperkuat pemahaman siswa tentang konsep matematika dan masalah matematika (Bal, 2014; De Bock et al., 2015; Merritt et al., 2017; Rau, 2017). Penelitian lainnya juga menyatakan bahwa representasi matematis penting untuk menunjukkan kinerja siswa dalam pembelajaran matematika (Bal, 2014; Birgin, 2012, Caglayan & Olive, 2010; Villegas et al., 2019). Hal ini menandakan bahwa representasi matematis merupakan salah satu aspek penting dalam pembelajaran matematika.

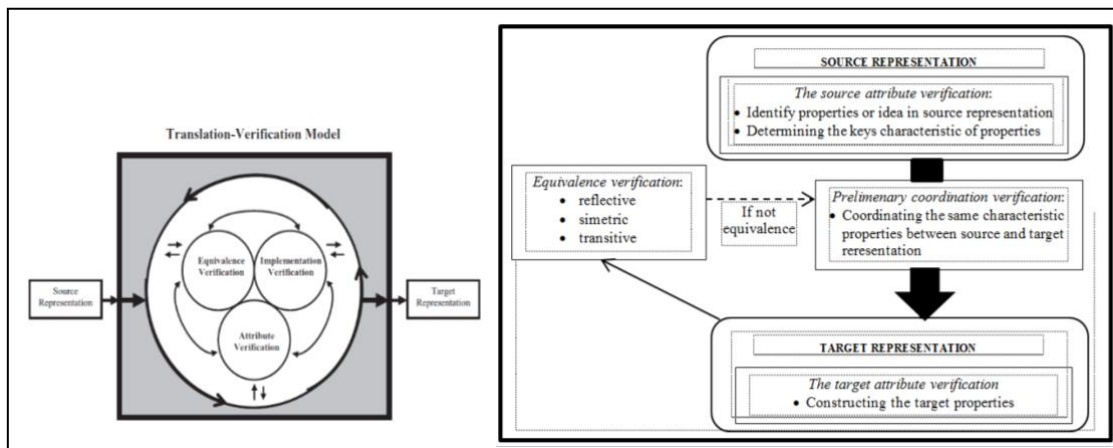
Representasi matematis yang dimunculkan oleh siswa merupakan ungkapan dari gagasan-gagasan atau ide-ide matematis yang ditampilkan siswa dalam upaya mencari solusi dari masalah yang sedang dihadapi sebagai hasil dari interpretasi pikirannya (NCTM, 2000). Representasi matematis juga dapat diartikan sebagai pengungkapan ide matematis melalui bentuk yang beragam, diantaranya bahasa tertulis, simbol, gambar, diagram, ataupun benda konkret (Caglayan&Olive, 2010; Goldin-Meadow&Beilock, 2010). Selain memiliki kemampuan representasi matematis yang beragam di atas, siswa juga dituntut untuk memiliki kemampuan yang baik dalam mentranslasikan antara jenis atau ragam representasi tersebut. Hal ini dikarenakan kemampuan translasi matematis sebagai kemampuan penting untuk belajar dan mengerjakan matematika (NCTM, 2000). Bahkan banyak praktisi matematika dan peneliti yang setuju bahwa kemampuan translasi matematis penting untuk pemahaman matematis, memodelkan, dan kesuksesan dalam pemecahan masalah (Duval, 2006; Gagantis & Shiakalli, 2004). Translasi representasi juga dapat membantu mengurangi isolasi pada pelajaran matematika dan membantu memberikan pandangan yang koheren dan terpadu baik dari segi metode maupun konten matematika itu sendiri (Goldenberg, 1988). Hal ini mengindikasikan bahwa transtasi representasi merupakan aspek penting dalam pembelajaran matematika khususnya pemecahan masalah matematika.

Akan tetapi meskipun translasi representasi matematis penting dalam pemecahan masalah matematika, faktanya masih banyak siswa yang kesulitan menyelesaikan masalah dikarenakan tidak tepatnya penggunaan representasi matematis, sehingga mereka mengalami kesulitan dalam melakukan translasi antar bentuk representasi tersebut (Santia et al, 2019). Hal ini didukung oleh (Duval, 2006) dan (Gagatsis & Shiakalli, 2004) yang menyatakan bahwa meskipun siswa di sekolah menengah dan level perguruan tinggi diharapkan mampu mentranslasikan representasi

grafik Kartesius dan masalah representasi verbal menjadi simbolik yang sesuai, membentuk dan menghasilkan tabel koordinat dari grafik ataupun bentuk aljabar, akan tetapi terdapat banyak bukti yang menunjukkan kebalikannya. Padahal representasi verbal dan representasi simbolik digunakan siswa untuk menghitung, mendeteksi, dan mengkoreksi saat melakukan pemecahan masalah kontekstual (Rofiki & Santia, 2018). Berdasarkan pendahuluan di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk memotret kesalahan translasi representasi verbal menuju representasi simbolik saat siswa melakukan pemecahan masalah aritmatika sosial.

Translasi antar bentuk representasi adalah proses yang menghubungkan antara jenis representasi yang satu ke jenis representasi yang lain (Lesh *et al.*, 1987). Oleh karenanya translasi representasi akan selalu melibatkan dua jenis representasi, yaitu representasi sumber tertentu dan representasi target yang ditentukan. Sebuah translasi matematis akan sukses jika atribut dalam representasi sumber dikoordinasikan secara tepat pada atribut representasi target yang memiliki modalitas yang sama. Sedangkan, Janvier (1987) mengemukakan proses translasi adalah “*the psychological processes involved in going from one mode of representation to another, for example, from an equation to a graph*”. Berarti proses translasi merupakan proses psikologis yang terjadi dalam diri siswa saat mengubah satu bentuk representasi ke bentuk representasi lainnya, sebagai contoh, dari sebuah persamaan menjadi grafik. Menurutnya, proses translasi mengarah pada aktivitas matematis dalam melakukan proses translasi.

Dalam penelitiannya, Eisenberg & Miller (1987) menyatakan bahwa meskipun siswa mampu memecahkan masalah baik masalah dengan representasi grafis maupun representasi simbolik, mereka belum tentu mengerti bagaimana caranya mentranslasikan dari satu jenis representasi ke jenis representasi yang lain. Demikian pula hasil penelitian McCoy (1994) menyatakan bahwa siswa gagal membuat koordinasi dengan benar antara representasi simbolis dari masalah yang disajikan dalam bentuk tabel atau grafik. Hal ini telah mengindikasikan ketidakmampuan siswa untuk mempertahankan kesesuaian semantik antara representasi sumber dan representasi target yang melibatkan representasi grafis menuju verbal. Santia *et al.*, (2019) juga menyatakan dalam penelitiannya bahwa siswa melakukan perhitungan dengan baik saat memanipulasi persamaan kuadrat, tetapi mengalami kesulitan saat melakukan translasi antara representasi grafis menuju representasi simbolik. Berdasarkan hasil penelitian-penelitian tersebut, dapat diasumsikan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam melakukan translasi representasi karena siswa tidak dapat menentukan konsep yang relevan serta melakukan kesalahan dalam menerapkan koordinasi antara representasi sumber ke target. Oleh karena itu untuk menguji asumsi tersebut, maka dalam penelitian ini digunakan tahapan verifikasi translasi yang dikembangkan peneliti dengan mengadaptasi model verifikasi translasi Adu-Gyamfi (2012) seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Model verifikasi translasi, dan Tahapan Verifikasi Translasi Representasi

Pada Gambar 1. terlihat terdapat empat tahapan verifikasi translasi yang meliputi: 1) *the source attribute verification*, 2) *preliminary coordination verification*, 3) *the target attribute verification*, and 4) *equivalence verification*. Pada tahap *the source attribute verification*, peneliti melakukan *unpacking the source* yang bertujuan agar dapat diidentifikasi elemen-elemen atau ide-ide matematis yang berada di dalam representasi sumber. Kemudian dilakukan konfirmasi terhadap definisi dan karakteristik kunci dari setiap elemen atau ide matematis tersebut. Hal ini bertujuan untuk mengkoordinasikan elemen atau ide matematika tersebut dengan elemen atau ide matematis yang memiliki karakteristik sama di representasi target. Pada tahap *preliminary coordination verification*, peneliti melakukan koordinasi awal antara elemen atau ide matematis yang diketahui di representasi sumber dengan elemen atau ide matematis yang diinginkan di representasi target. Pada tahap ini dikonfirmasi apakah kegiatan koordinasi sudah dilakukan dengan benar. Koordinasi awal dikatakan benar jika proses koordinasi dapat menunjukkan hubungan karakteristik yang relatif sama diantara elemen representasi sumber dan target tersebut. Pada tahap ini tidak menutup kemungkinan terjadi kesalahan pada pengkoordinasian awal sehingga terjadi pengulangan proses tersebut. Hal ini menjelaskan mengapa pada skema tahapan verifikasi translasi pada Gambar 1 di atas terjadi penebalan tanda panah dari representasi sumber ke target.

Pada tahap *target attribute verification*, peneliti melakukan verifikasi terhadap elemen atau ide matematis yang dibangun di representasi target. Pada tahap ini dimungkinkan terbentuk lebih dari satu elemen di representasi target yang memiliki karakteristik relatif sama dengan elemen di representasi sumber. Oleh karena itu, perlu dilakukan konfirmasi sifat atau karakteristik elemen di representasi target secara tepat. Pada tahap akhir, yaitu *equivalence verification* dilakukan konfirmasi apakah telah terpenuhi syarat relasi keekivalenan yang meliputi reflektif, simetris, dan transitif. Adapun sifat reflektif terpenuhi jika $a = a$ untuk a adalah elemen pada himpunan

representasi sumber; kemudian simetris jika $a = b$ maka $b = a$ untuk a adalah elemen pada himpunan representasi sumber, dan b adalah elemen pada himpunan representasi target; dan sifat transitif terpenuhi jika $a = b$, $b = c$, maka $a = c$, dengan a adalah elemen pada himpunan representasi sumber, dan b, c , adalah elemen pada himpunan representasi target.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif eksploratif. Penelitian eksploratif merupakan penelitian yang mengadakan penjajakan atau pengenalan terhadap gejala tertentu (Mudjiyanto, 2018). Tujuan penelitian ini untuk menganalisis kesalahan siswa saat memecahkan masalah dengan memverifikasi setiap langkah translasi (Gambar 1), dilanjutkan dengan wawancara mendalam terhadap subjek untuk kemudian dilakukan analisis data.

A. Instrumen dan Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan pada 2 partisipan yang merupakan siswa SMP di Kediri. Setiap partisipan diberikan permasalahan aritmatika sosial seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Masalah Aritmatika Sosial

Dari 32 pekerjaan partisipan tersebut terdapat 26 partisipan yang melakukan kesalahan dalam pengerjaannya. Dari 26 partisipan tersebut dikelompokkan menjadi dua kelompok berdasarkan langkah penyelesaian yang diambil, yaitu kelompok yang menggunakan perantara representasi visual, dan kelompok yang tidak menggunakan representasi perantara. Kemudian dari dua kelompok tersebut dibagi lagi berdasarkan tipe kesalahan yang dilakukan, yaitu kesalahan implementasi dan kesalahan interpretasi.

Kesalahan implementasi dalam penelitian ini didefinisikan sebagai kesalahan saat partisipan melakukan *preliminary coordination* dan pengecekan keekivalenan antara atribut elemen dalam representasi sumber terhadap target. Sedangkan kesalahan interpretasi adalah kesalahan saat menentukan karakteristik elemen pada representasi sumber yang diperoleh dan elemen pada

representasi target yang diinginkan. Sehingga terdapat 4 kelompok tipe kesalahan translasi, seperti pada Tabel 1.

Selanjutnya subjek penelitian diambil satu orang dari setiap kelompok verbal menuju representasi simbolik. Pengambilan subjek menggunakan *purposive sampling* dengan mempertimbangkan kesalahan yang dilakukan pada lembar pekerjaan mereka, serta kemampuan komunikasi secara lisan. Adapun subjek yang terpilih adalah P5 dan P25 yang untuk selanjutnya akan disebut subjek 1 (P5=S11), dan subjek 2 (P25=S21). Pemilihan subjek juga didasari pada penggunaan representasi perantara berupa representasi visual, karena dengan adanya translasi perantara subjek teridentifikasi telah melakukan translasi representasi pada mode representasi yang beragam (Santia et al., 2019).

Tabel 1. Tipe Kesalahan Translasi Representasi dan Frekuensinya

Tipe kesalahan translasi	Banyaknya Partisipan (P)	Vb ke Sb dengan perantara Vs	Vb ke Sb tanpa perantara Vs
Kesalahan Implementasi	9	P1, P 5, P8, P9	P2, P3, P4, P6, P7
Kesalahan Intepretasi	17	P11, P13, P 14, P16, P18, P19, P24, P25	P10, P12, P15, P17, P20, P21, P22, P23, P26

Catatan: Vb: Verbal; Vs: Visual; dan Sb: Simbolik

B. Analisis Data

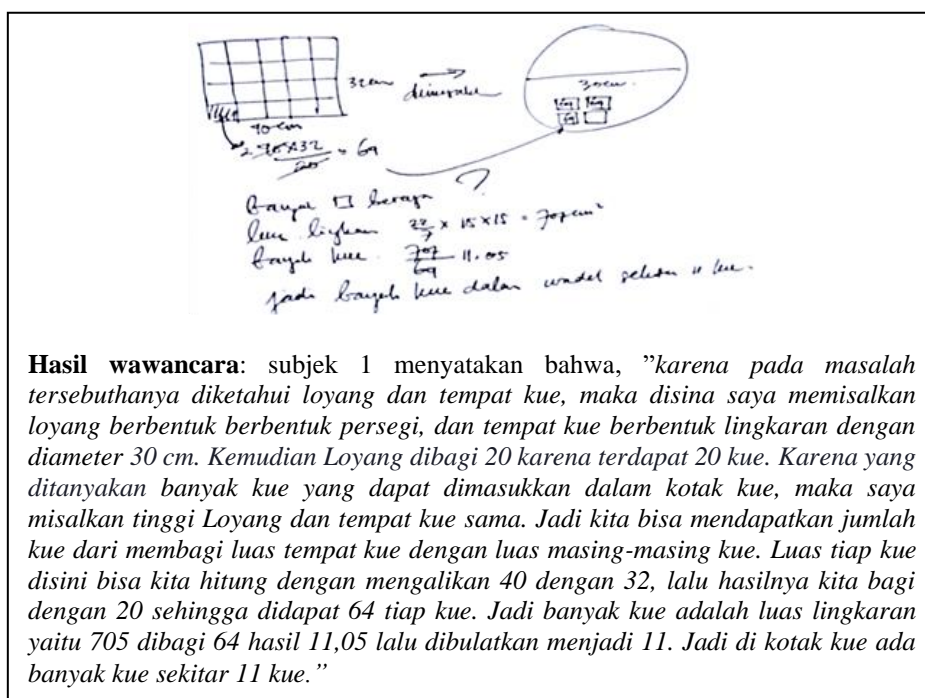
Setelah data terkumpul, selanjutnya dilakukan analisis data, kemudian diinterpretasikan. Proses analisis data dalam penelitian ini berisi langkah-langkah sebagai berikut: (1) transcoding data wawancara yang terkumpul, (2) memahami semua data yang ada dari berbagai sumber (wawancara, foto, video, catatan lapangan, jawaban siswa), (3) kategorisasi dan menyusun data yang terkumpul dengan membuat koding, (4) mendeskripsikan kesalahan translasi representasi matematis subjek, (5) menganalisis kesalahan translasi representasi matematis subjek dan kerangka kerja berdasarkan tahapan verifikasi translasi pada Gambar 1, (6) menganalisis hal-hal unik (jika ada), dan (7) membuat kesimpulan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Subjek Pertama

Hasil analisis terhadap pekerjaan dan wawancara subjek pertama yang terlihat pada Gambar 3 menunjukkan bahwa: 1) pada tahap *the source attribute verification*, subjek melakukan *unpacking the source* dengan diidentifikasi elemen-elemen atau ide-ide matematis yang berada di dalam representasi sumber berupa informasi verbal pada soal. Kemudian dilakukan konfirmasi terhadap definisi dan karakteristik kunci dari setiap elemen atau ide matematis tersebut menjadi

representasi visual berupa gambar. Hal ini dilakukan oleh subjek untuk mengkoordinasikan elemen atau ide matematika tersebut dengan elemen atau ide matematis yang memiliki karakteristik sama di representasi target; 2) pada tahap *preliminary coordination verification*, subjek kesulitan untuk merepresentasikan informasi verbal tersebut menjadi informasi dalam bentuk representasi simbolik; 3) pada tahap *target attribute verification*, subjek kesulitan untuk memverifikasi representasi target; dan 4) pada tahap *equivalence verification*, subjek tidak dapat mengkonfirmasi syarat relasi keekivalenan yang meliputi reflektif, simetris, dan transitif. Hasil pekerjaan pemecahan masalah dan wawancara oleh subjek pertama terlihat pada Gambar 3.

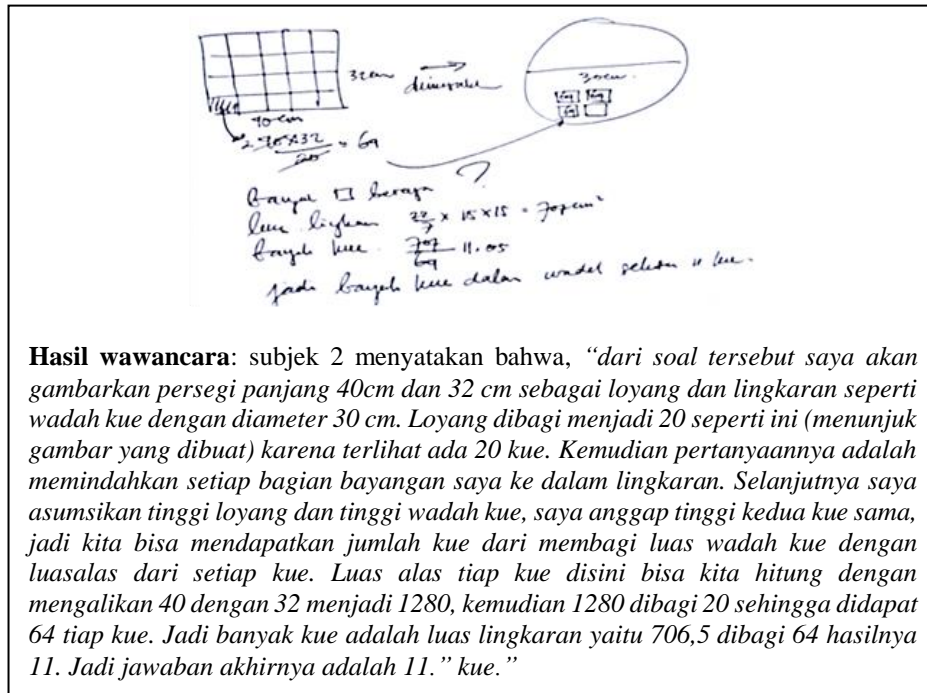


Gambar 3. Hasil Pekerjaan dan Wawancara Subjek Pertama

Subjek Kedua

Hasil analisis terhadap pekerjaan dan wawancara subjek kedua yang terlihat pada Gambar 4 menunjukkan bahwa: 1) pada tahap *the source attribute verification*, subjek melakukan *unpacking the source* dengan diidentifikasi elemen-elemen atau ide-ide matematis yang berada di dalam representasi sumber berupa informasi verbal pada soal. Kemudian dilakukan konfirmasi terhadap definisi dan karakteristik kunci dari setiap elemen atau ide matematis tersebut menjadi representasi visual berupa gambar. Hal ini dilakukan oleh subjek untuk mengkoordinasikan elemen atau ide matematika tersebut dengan elemen atau ide matematis yang memiliki karakteristik sama di representasi target; 2) pada tahap *preliminary coordination verification*, subjek merepresentasikan informasi verbal tersebut menjadi informasi dalam bentuk representasi simbolik dengan menuliskan formula perhitungan dengan tepat; 3) pada tahap *target attribute*

verification, subjek kesulitan untuk memverifikasi representasi target; dan 4) pada tahap equivalence verification, subjek dapat dapat mengkonfirmasi syarat relasi keekivalenan berupa sifat reflektif, simetris, tetapi tidak dengan sifat transitif. Hasil pekerjaan pemecahan masalah dan wawancara oleh subjek kedua terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pekerjaan dan Wawancara Subjek Kedua

Dalam melakukan translasi dari bentuk verbal ke bentuk simbolik terlihat subjek 1 dan 2 (siswa) masih diam mengalami kesulitan dalam menerjemahkan representasi tertentu, sehingga kemampuan siswa dalam menerjemahkan dari satu representasi ke berbagai bentuk representasi lainnya tidak begitu baik. Seperti yang diungkapkan oleh Minarni et al. (2016), pemahaman dan kemampuan representasi siswa masih rendah. Ainsworth (1999), menyatakan cukup bukti bahwa siswa merasa sulit untuk mentranslasikan antar representasi. Sehingga hal ini diharapkan menjadi kepedulian guru untuk memperhatikan kemampuan translasi siswa, terutama dalam mentranslasikan representasi verbal ke representasi simbolik. Selain itu, guru perlu memperhatikan dan memastikan bahwa siswa memahami konsep sehingga siswa dapat mentranslasikan satu representasi ke presentasi lain ketika diminta untuk melakukannya. Dengan kata lain, ketika dipahami dengan sempurna, siswa akan mudah mentranslasikan ke dalam berbagai representasi. Keterampilan ini juga membantu siswa untuk memecahkan masalah terkait.

Berdasarkan hal tersebut, guru harus menyadari pentingnya mengembangkan keterampilan translasi siswa dalam pembelajaran matematika, karena kemampuan siswa dalam mentranslasikan antar representasi ada hubungannya dengan bagaimana proses pembelajaran

yang dilakukan oleh guru. Untuk mengembangkan keterampilan translasi siswa, guru harus memperkenalkan penggunaan representasi ganda dalam pembelajaran mereka. Saat guru mengajar di banyak cara atau banyak representasi, siswa akan memperoleh pengetahuan tentang berbagai representasi dalam pemikirannya (Nurrahmawati et al., 2019). Oleh karena itu, pembelajaran perlu diberikan dengan melibatkan berbagai representasi. NCTM (2000) menyatakan bahwa salah satu hal yang paling efektif dalam pengajaran matematika di sekolah menengah adalah dengan menggunakan beberapa representasi dan membimbing siswa dalam mentranslasikan antar representasi. Temuan dalam penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi guru dalam mengembangkan pembelajaran sehingga dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam melakukan translasi antar representasi, sesuai dengan hasil penelitian ini yang terkait dengan translasi dari representasi verbal ke representasi simbolik. Selanjutnya, penulis berharap keterampilan menganalisis pembelajaran, meliputi analisis penggunaan representasi siswa, harus diajarkan secara eksplisit kepada mahasiswa calon guru.

IV. KESIMPULAN

Dalam melakukan translasi dari representasi simbolik ke representasi verbal, terdapat beberapa kesalahan yang terjadi oleh siswa. *Pertama*, siswa kesulitan memecah informasi pada representasi sumber. *Kedua*, siswa tidak tepat dalam mengkoordinasikan representasi sumber ke representasi target. Subjek mengalami kesulitan menentukan representasi perantara yang digunakan sehingga melakukan koordinasi secara berulang-ulang. Berdasarkan hal tersebut, siswa belum mampu mempertahankan kesesuaian semantik antara representasi simbolik dan verbal. Demikian juga dalam melakukan translasi ke dalam bentuk simbolik, kesalahan yang dilakukan siswa berupa kesalahan implementasi dan kesalahan interpretasi. Siswa juga belum mampu sepenuhnya menjaga kesesuaian makna dalam menggambarkan grafik dari sistem yang diberikan persamaan. Selain itu, kurangnya pemahaman konsep siswa yang melibatkan berbagai representasi juga menjadi faktor kendala dalam menerjemahkan representasi, karena siswa tidak dibiasakan diperkenalkan dengan penggunaan berbagai representasi dalam pembelajaran matematika. Oleh karena itu, diperlukan upaya, agar siswa dapat mengembangkan keterampilan translasi dalam praktik pembelajaran di kelas baik saat memahami konsep dan pemecahan masalah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adu-Gyamfi, K., Stiff, L., & Bossé, M. J. (2012, in press). Lost in translation: Examining translation errors associated with mathematics representations. *School Science and Mathematics Journal*. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00129.x>
- Ainsworth, S. E. (1999). *Designing Effective multi-representational Learning Environments*, PhD Thesis and technical report number 47, ESRC Cent. Res. Dev. Instr. Train. Univ. Nottingham. Dapat diunduh di https://www.academia.edu/2622399/Designing_effective_multi_representational_learning_environments
- Bal, A. P. (2014). The examination of representations used by classroom teacher candidates in solving mathematical problems. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(6), 2349–2365. <http://dx.doi.org/10.12738/estp.2014.6.2189>
- Birgin, O. (2012). Investigation of eighth-grade students' understanding of the slope of the linear function. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 26(42A), 139–162. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-636X2012000100008>
- Caglayan, G., & Olive, J. (2010). Eighth grade students' representations of linear equations based on a cups and tiles model. *Educational Studies in Mathematics*, 74(2), 143–162. <http://dx.doi.org/10.1007/s10649-010-9231-z>
- De Bock, D., Van Dooren, W., & Verschaffel, L. (2015). Students' understanding of proportional, inverse proportional, and affine functions: Two studies on the role of external representations. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(1), 47–69. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9475-z>
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61, 103–131. <http://dx.doi.org/10.1007/s10649-006-0400-z>
- Eisenberg, N., & Miller, P. A. (1987). The relation of empathy to prosocial and related behaviors. *Psychological bulletin*, 101(1), 91-119. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.101.1.91>
- Gagatsis, A., & Shiakalli, M. (2004). Ability to translate from one representation of the concept of function to another and mathematical problem solving. *Educational Psychology*, 24(5), 645–657. <https://doi.org/10.1080/0144341042000262953>
- Goldenberg, E.P. (1988). Mathematics, metaphors, and human factors: Mathematical, technical, and pedagogical challenges in the educational use of graphical representations. *Journal of Mathematical Behavior*, 7, 135–173. <https://doi.org/10.2190/ECB0-MV0A-8AP9-N47Q>
- Goldin-Meadow, S., & Beilock, S. L. (2010). Action's influence on thought: The case of gesture. *Perspectives on Psychological Science*, 5(6), 664–674. <http://dx.doi.org/10.1177/1745691610388764>
- Janvier, C. (1987). *Translation process in mathematics education*. In C. Janvier (Ed.), *Problems of representation in mathematics learning and problem solving* (pp. 27–31). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. <http://dx.doi.org/10.46328/ijemst.1111>
- Lesh, R., Post, T., & Behr, M., (1987). *Representations and translations among representations in mathematics learning and problem solving*. In C. Janvier (Ed.), *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics* (pp. 33–40). Hillsdale, NJ: Erlbaum. <http://dx.doi.org/10.46328/ijemst.1111>
- McCoy, B. A. (1994). Is this really what you wanted me to be?": The Daughter's Disintegration in Jessie Redmon Fauset's "There is Confusion". *Modern Fiction Studies*, 40(1), 101-117.
- Merritt, E. G., Palacios, N., Banse, H., Rimm-Kaufman, S. E., & Leis, M. (2017). Teaching practices in Grade 5 mathematics classrooms with high-achieving English learner students.

- The Journal of Educational Research*, 110(1), 17–31.
<http://dx.doi.org/10.1080/00220671.2015.1034352>
- Minarni, A., Napitupulu, E.E., and Husein, R., (2016). Mathematical Understanding and Representation Ability of Public Junior High School in North Sumatra. *Journal on Mathematics Education*, 7(1): 43-56.
- Mudjiyanto, B. (2018). Tipe penelitian eksploratif komunikasi. *Jurnal studi komunikasi dan media*, 22(1), 65-74.
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. The National Council of Teachers of Mathematics.
- Nurrahmawati, N., Sa'dijah, C., Sudirman, S., and Muksa, M. (2019). Multiple Representations' Ability in Solving Word Problem. *International Journal of Recent Technology*, 8(12): 737-745. <http://dx.doi.org/10.22342/jme.7.1.2816.43-56>
- Rau, M. A. (2017). Conditions for the effectiveness of multiple visual representations in enhancing STEM learning. *Educational Psychology Review*, 29(4), 717–761. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-016-9365-3>
- Rofiki, I., & Santia, I. (2018). Describing the phenomena of students' representation in solving ill-posed and well-posed problems. *International Journal of Teaching and Learning Mathematics*, 11(1), 39-50. <http://ejournal.uin-malang.ac.id/index.php/ijtlm/article/view/5713>
- Santia, I., Purwanto, Sutawidjadja, A., Sudirman, & Subanji. (2019). Exploring Mathematical Representations In Solving Ill-Structured Problems: The Case Of Quadratic Function. *Journal on Mathematics Education*, 10(3), 365-378. <http://dx.doi.org/10.22342/jme.10.3.7600.365-378>
- Villegas, J. L., Castro, E., & Gutiérrez, J. (2009). Representations in problem solving: A case study with optimization problems. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 7(1), 279–308. https://www.researchgate.net/publication/254943612_Representations_in_problem_solving_A_case_study_with_optimization_problems.