

## REPRESENTASI MATEMATIS DALAM MENKOMUNIKASIKAN IDE PENYELESAIAN SOAL TERBUKA

Zukhrufurrohmah<sup>1</sup>, Octavina Rizky Utami Putri<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Muhammadiyah Malang, Kampus III, Jl. Raya Tlogomas 246, Indonesia

Email: [zukhrufurrohmah@umm.ac.id](mailto:zukhrufurrohmah@umm.ac.id), [octavina@umm.ac.id](mailto:octavina@umm.ac.id)

### ABSTRACT

Analysis of students' mathematical representation abilities still needs to be done to plan learning improvements considering students' low mathematical representation abilities. This study describes students' mathematical representation in conveying idea to solve open ended problem on Linear Algebra and Matrix material. This type of research is descriptive with qualitative-quantitative. The research begins by observing learning and assessing student learning outcomes. The second step was conducted a literature review to collect information related to the abilities needed by students in delivering problem-solving and types of open-ended questions. After the test instrument was declared valid, 144 students were given two questions. Students collect their work through a learning management system. Students' work results were analyzed by recapitulating predetermined mathematical representation indicators and mathematical communication indicators. Quantitative data is obtained from the recapitulation of indicators combined with qualitative data from the findings/records of student work. The results of data analysis showed that more than 80% of students represented mathematical symbols correctly in conveying idea to solve open ended problem. Meanwhile, mathematical representations in the form of verbal explanations/reasons correctly and adequately in delivering problem-solving ideas can only be done by 65% of students in the first question and 5% of students in the second question. Inappropriate mathematical representations are caused by a lack of student understanding and errors in understanding the questions.

**Keywords:** Mathematical communication, problem solving, mathematical representation, open questions

### ABSTRAK

Analisis kemampuan representasi matematis peserta didik masih perlu dilakukan untuk merencanakan perbaikan pembelajaran mengingat masih rendahnya kemampuan representasi matematis peserta didik. Penelitian ini mendeskripsikan representasi matematis peserta didik dalam menyampaikan gagasan pemecahan masalah terbuka pada materi Aljabar Linier dan Matriks. Jenis penelitian ini adalah deskriptif dengan kualitatif-kuantitatif. Penelitian diawali dengan mengamati pembelajaran dan menilai hasil belajar peserta didik. Langkah kedua dilakukan studi pustaka untuk mengumpulkan informasi terkait kemampuan yang dibutuhkan peserta didik dalam menyampaikan pemecahan masalah dan jenis pertanyaan terbuka. Setelah instrumen tes dinyatakan valid, diberikan dua pertanyaan kepada 144 peserta didik. Peserta didik mengumpulkan pekerjaannya melalui sistem manajemen pembelajaran. Hasil kerja peserta didik dianalisis dengan melakukan rekapitulasi indikator representasi matematis yang telah ditentukan dan indikator komunikasi matematis. Data kuantitatif diperoleh dari rekapitulasi indikator yang dipadukan dengan data kualitatif dari temuan/catatan hasil kerja peserta didik. Hasil analisis data menunjukkan bahwa lebih dari 80% peserta didik merepresentasikan simbol matematika dengan benar dalam menyampaikan ide pemecahan masalah terbuka untuk setiap soal. Sedangkan representasi matematis berupa penjelasan/alasan verbal secara benar dan memadai dalam menyampaikan ide pemecahan masalah hanya dapat dilakukan oleh 65% peserta didik pada pertanyaan pertama dan 5% peserta didik pada pertanyaan kedua. Representasi matematis yang kurang tepat disebabkan oleh kurangnya pemahaman terhadap materi dan kesalahan dalam memahami soal.

**Kata kunci:** Komunikasi matematis, penyelesaian masalah, representasi matematis, soal terbuka.

Dikirim: 12 Desember 2021; Diterima: 14 Februari 2022; Dipublikasikan: 30 Maret 2022

Cara sitasi: Zukhrufurrohmah., & Putri, O. R. U. (2022). Representasi matematis dalam mengkomunikasikan ide penyelesaian soal terbuka. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 7(1), 171–180.

DOI: <http://dx.doi.org/10.25157/teorema.v7i1.6739>

## PENDAHULUAN

Komunikasi merupakan salah satu kemampuan penting yang harus dimiliki oleh peserta didik dalam pembelajaran matematika (Fatimah, 2012; Hijriani *et al.*, 2018; Prabawanto, 2019) untuk melatih kemampuan peserta didik dalam berfikir dan menyampaikan ide (Yunisha *et al.*, 2016; Hijriani *et al.*, 2018; Triana *et al.*, 2019). Lebih jauh, Triana *et al.*, (2019) dan (Kusuma, 2019) menyampaikan bahwa pentingnya kemampuan komunikasi matematis mengharuskan adanya integrasi dalam pembelajaran kelas untuk melatih kemampuan mengungkapkan atau menuliskan ide-ide, pertanyaan-pertanyaan, dan penyelesaian permasalahan matematika. Komunikasi matematis dapat diartikan sebagai kemampuan untuk mengungkapkan ide-ide dan simbol matematis keduanya secara verbal melalui tulisan, gambar atau diagram (Triana *et al.*, 2019).

Kurangnya kemampuan peserta didik dalam mengkomunikasikan ide penyelesaian masalah pada tingkat sekolah dasar akan mengakibatkan kesulitan komunikasi pada tingkat sekolah menengah dan atas (Prabawanto, 2019). Purnama & Afriansyah (2016) menyampaikan bahwa komunikasi matematis peserta didik di berbagai sekolah masih perlu ditingkatkan. Oleh karena itu analisis tentang kemampuan matematis masih diperlukan untuk memformulasikan pembelajaran yang dapat membantu peserta didik untuk mengembangkan kemampuan komunikasi matematis.

Komunikasi matematis erat kaitannya dengan representasi matematis. Ketika peserta didik berfikir untuk menyelesaikan soal ataupun mengkomunikasikan idenya, mereka akan menggunakan satu atau beberapa representasi matematis. Representasi matematis dapat dikelompokkan menjadi representasi internal dan eksternal (Hutagaol, 2013; Yumiati & Noviyanti, 2017). Representasi matematis internal tidak dapat diamati secara langsung karena representasi ini berada pada fikiran peserta didik (Hutagaol, 2013). Hijriani *et al.*, (2018) menyampaikan bahwa representasi eksternal dapat teramati dari bentuk sajian secara visual (gambar, grafik, atau tabel) atau simbol (persamaan atau ekspresi matematis). Sedangkan Mainali (2021) menyampaikan bahwa terdapat empat jenis representasi matematis yaitu verbal, grafik, aljabar dan numerik.

Kemampuan representasi penting dimiliki peserta didik (Yumiati & Noviyanti, 2017; Mainali, 2021) untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan (Hijriani *et al.*, 2018) selain untuk menyampaikan ide penyelesaian masalah (Hutagaol, 2013). Yenni & Sukmawati, (2020) menambahkan bahwa keberhasilan menyelesaikan masalah matematika dipengaruhi oleh kemampuan representasi matematis. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan representasi matematis sangat diperlukan peserta didik dalam menyelesaikan masalah yang diberikan.

Fakta dalam dunia pendidikan menunjukkan bahwa kemampuan representasi matematis peserta didik dalam menyelesaikan soal atau permasalahan yang diberikan masih perlu ditingkatkan (Zukhrufurrohmah & Putri, 2019). Permasalahan peserta didik merepresentasikan ide matematis dalam menyelesaikan masalah matematika di beberapa materi matematika, ditemukan pada jenjang sekolah menengah pertama dan sekolah menengah atas (Yenni & Sukmawati, 2020). Kesalahan representasi matematis juga masih ditemukan pada peserta didik di perguruan tinggi dalam menyelesaikan masalah terkait turunan (Putri & Zukhrufurrohmah, 2019). Oleh karena itu, diperlukan analisis kemampuan representasi matematis peserta didik secara menyeluruh agar pembelajaran dapat terpadu untuk memberikan kesempatan kepada peserta didik meningkatkan kemampuan representasi matematisnya.

Kemampuan komunikasi matematis dan representasi matematis dapat dilatih dengan memberikan permasalahan-permasalahan yang menantang peserta didik (Emilia *et al.*, 2020). Salah satu permasalahan atau tipe soal yang memberi ruang peserta didik untuk mengembangkan kemampuan representasi dan komunikasi matematis adalah soal terbuka atau *open-ended problems*. Lebih jauh, Payadnya (2019) menyampaikan bahwa permasalahan *open-ended* dapat membuat peserta didik berfikir beragam dan dari sudut pandang berbeda. Peserta didik dapat berkreasi untuk menggunakan metode, cara atau pendekatan yang bervariasi untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan (Hasyim & Andreina, 2019).

Fokus penelitian ini adalah representasi matematis yang digunakan peserta didik dalam menyelesaikan soal tipe soal terbuka (*open-ended*) yang berkaitan dengan materi aljabar linier dan matriks. Penelitian ini dipandang perlu sebagai penelitian pendahuluan untuk melihat lebih sudut pandang peserta didik dalam menyampaikan ide penyelesaian masalah dengan representasi yang baik dan sesuai. Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan kemampuan representasi matematis peserta didik berdasar komunikasi matematis dengan subjek penelitian adalah 4 kelas peserta didik pada Jurusan Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Malang.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Subjek penelitian ini adalah 144 peserta didik jurusan teknik informatika yang menempuh mata kuliah Aljabar Linier dan Matriks dalam pembelajaran daring (*online learning*) melalui LMS (*Learning Management System*), [elmu.umm.ac.id](http://elmu.umm.ac.id). Penelitian diawali dengan temuan masalah berdasar observasi pada pembelajaran dimana pembelajaran dilaksanakan dengan memanfaatkan fitur diskusi serta penugasan pada LMS dan platform zoom untuk kegiatan *Synchronus*. Hasil observasi merumuskan pertanyaan penelitian mengenai bagaimana kemampuan peserta didik dalam merepresentasikan ide penyelesaian masalah. Pembuatan soal untuk menguji kemampuan representasi dilakukan dengan menyusun soal terbuka dari topik yang sedang dipelajari sifat operasi pada matriks. Soal yang diberikan pada peserta didik disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Soal terbuka materi sifat operasi matriks.

No	Uraian
1	Terdapat tiga buah matriks yang mana matriks A berdimensi $3 \times 3$ , matriks B berdimensi $4 \times 3$ , dan matriks C berdimensi $3 \times 4$ . Coba temukan hasil dari $A + B - C$ .
2	Jika matriks A berdimensi $3 \times 3$ dan matriks B berdimensi $4 \times 3$ . Temukan apakah $AB = BA$ ?

Soal yang telah dinyatakan valid diberikan kepada 4 kelas. Peserta didik mengumpulkan hasil pekerjaan pada alamat web [elmu.umm.ac.id](http://elmu.umm.ac.id) yang digunakan selama pembelajaran. Hasil pekerjaan peserta didik kemudian dikumpulkan dan dikelompokkan berdasar indikator representasi matematis dan komunikasi matematis. Tabel 2 menunjukkan indikator kemampuan representasi matematis dan komunikasi matematis yang digunakan.

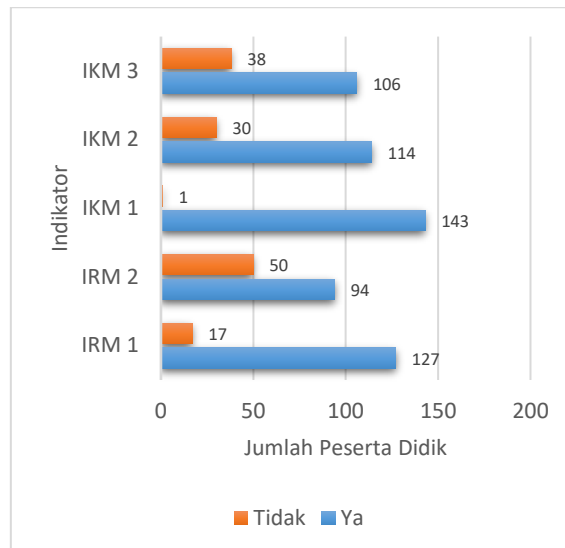
**Tabel 2.** Indikator representasi matematis dan komunikasi matematis.

Aspek	Uraian	Kode
Indikator Representasi Matematis	1. Menuliskan atau menggunakan simbol matematika dengan benar dan jelas	IRM1
	2. Menuliskan alasan/keterangan secara verbal (denga kata-kata) dengan benar dan jelas	IRM2
Indikator Komunikasi Matematis	1. Menuliskan informasi dari soal atau menuliskan yang akan dicari	IKM1
	2. Menyatakan ide penyelesaian dengan runtut, sistematis dan jelas	IKM2
	3. Menuliskan penjelasan atau alasan penegasan jawaban yang ditemukan	IKM3

Analisis data dilanjutkan dengan menghitung secara kuantitatif jumlah dari setiap indikator yang ditentukan. Reduksi data dilakukan dengan membuang data yang tidak lengkap yaitu jawaban peserta didik yang tidak ada pada salah satu nomor. Nilai kuantitatif dari tiap indikator dideskripsikan keterkaitan dan maknanya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

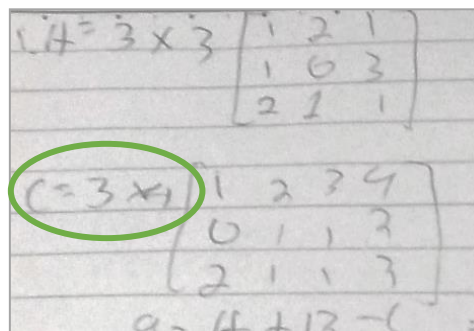
Berdasar perhitungan kemampuan peserta didik dalam merepresentasikan ide penyelesaian masalah, diperoleh data jumlah peserta didik yang dapat memenuhi indikator dan jumlah peserta didik yang tidak dapat memenuhi indikator sebagaimana Gambar 1. Indikator Komunikasi Matematis pada penulisan selanjutnya akan diringkas menjadi IKM dan Indikator Representasi Matematis akan diringkas menjadi IRM.



**Gambar 1.** Rekap pemenuhan IKM dan IRM pada soal 1.

Berdasar hasil jawaban peserta didik pada soal nomor 1 tentang sifat operasi penjumlahan dan pengurangan pada matriks, representasi matematis sedikit dilakukan peserta didik. Hal ini berarti penggunaan simbol matematis pada operasi penjumlahan dan pengurangan matriks sudah dipahami oleh 88% peserta didik. Dengan kata lain, peserta didik tidak kesulitan menggunakan representasi matematis pada operasi matriks penjumlahan dan pengurangan (Ramziah, 2018; Ainin, 2020). Temuan penelitian ini sejalan pula dengan penelitian Tasya *et al.*, (2018) yang menunjukkan bahwa kesalahan representasi simbol masih dilakukan dalam menuliskan pembahasan terkait matriks.

Gambar 2 menunjukkan penulisan simbol yang kurang tepat terkait penamaan matriks dalam menyelesaikan operasi matriks. Kesalahan penulisan simbol terjadi pada IKM menuliskan informasi pada soal, sedangkan pada IKM menuliskan selesaian tidak ditemukan kesalahan penulisan simbol.



**Gambar 2.** Penulisan simbol yang kurang tepat pada soal 1

Representasi simbol yang tidak tepat pada Soal 1 tidak mempengaruhi kelancaran dalam menyampaikan ide penyelesaian masalah. Hal ini dapat dilihat dari Gambar 1 bahwa jumlah peserta didik yang tidak memenuhi IKM maupun IRM 2 lebih banyak dibandingkan yang tidak benar merepresentasikan simbol matriks (IRM1). Tidak terpenuhinya IRM menulis alasan secara verbal dengan benar disebabkan oleh pemahaman peserta didik yang kurang baik terkait sifat operasi aljabar (Suesti, 2017). Sebesar 35% peserta didik kurang tepat dalam menyusun dan memberikan alasan pada jawaban yang diberikan. Indikator representasi matematis menyatakan alasan dengan runtut mempengaruhi IKM menyatakan ide penyelesaian matematis dengan runtut dan menuliskan alasan jawaban dengan benar. Gambar 3 menunjukkan kalimat alasan peserta didik yang tidak selaras antara kalimat pertama dengan kalimat penjelasnya.

Matriks di atas tidak dapat dijumlahkan karena, Dua matriks dapat dijumlahkan apabila kedua matriks tersebut memiliki ordo yang sama. Matriks hasil penjumlahannya juga akan memiliki ordo yang sama dengan matriks yang dijumlahkan. Komponen-komponen matriks hasil penjumlahan diperoleh dengan cara menjumlahkan komponen-komponen setiap matriks yang seletak.

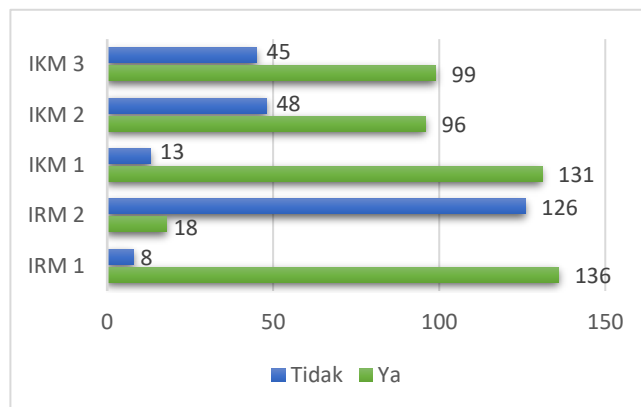
**Gambar 3.** Penyampaian alasan yang kurang tepat pada soal 1

Representasi matematis menyampaikan alasan penyelesaian masalah dengan jelas tidak dilakukan peserta didik yang salah memahami konsep operasi penjumlahan dan pengurangan pada matriks. Pemahaman konsep operasi penjumlahan dan pengurangan matriks, masih perlu ditingkatkan (Tasya *et al.*, 2018). Gambar 4 menunjukkan jawaban peserta didik yang tidak menuliskan alasan jawaban dan tidak memahami konsep penjumlahan pada matriks.

$A + B - C =$	$3+2-2$	$2+1$	$4+5-3$	$0+0-0$
	$1+7-2$	$6+1-4$	$7+2-1$	$0+0-2$
	$5+4-3$	$9+9-6$	$8+4-5$	$0+0-4$
	$0+5-0$	$0+9-0$	$0+4-0$	$0+0-0$
$=$	3	4	6	-8
	6	3	8	-2
	4	-12	7	-4
	5	9	4	0

**Gambar 4.** Contoh jawaban yang penyampaian alasan tidak ada dan salah memahami konsep operasi penjumlahan.

Dapat disimpulkan bahwa pada Soal 1, kemampuan representasi matematis 88% peserta didik sudah baik dalam menggunakan simbol pada materi matriks, namun 35% peserta didik tidak tepat dalam merepresentasikan penjelasan secara tulis. Pada Soal 2, rekap pemenuhan IKM dan IRM disajikan pada Gambar 5. Soal 2 menguji pemahaman dan kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan terkait sifat perkalian matriks.

**Gambar 5.** Rekap pemenuhan IKM dan IRM pada soal 2.

Hasil perhitungan yang ditunjukkan pada Gambar 5 menyampaikan bahwa kemampuan representasi matematis yang baik dalam menggunakan simbol matematika ketika menyatakan ide penyelesaian masalah dilakukan oleh 95% peserta didik. Delapan puluh delapan persen (88%) peserta didik memiliki kemampuan representasi matematis kurang, pada kemampuan menyampaikan alasan tertulis

secara runtut dan jelas. Hal ini menunjukkan bahwa menuliskan alasan atau simpulan dengan jelas dan benar merupakan kemampuan yang masih perlu ditingkatkan (Sulistiawati *et al.*, 2019). Kesalahan dalam representasi matematis, menuliskan simbol dengan benar, terjadi pada penulisan bentuk perkalian tanpa keterangan (Gambar 6).

**Gambar 6.** Kesalahan representasi simbol dalam menulis perkalian matriks

Kesalahan simbol yang digunakan tidak mempengaruhi pengerjaan pada langkah selanjutnya. Hal ini dapat disebabkan karena peserta didik menggunakan simbol untuk meringkas kata yang akan dituliskan. Gambar 7 menunjukkan kesalahan penggunaan simbol '='. Hal ini menjadi penting diperhatikan bahwa sebaiknya pembelajaran mengintegrasikan keterkaitan simbol, khususnya simbol matematika, dengan maknanya (Turşucu *et al.*, 2020)

**Gambar 7.** Kesalahan representasi: menggunakan simbol '=' untuk menunjukkan dimensi/ordo matriks B.

Kesalahan representasi matematis menuliskan simbol dengan benar terjadi pada IKM menuliskan informasi dari soal dan menyatakan ide penyelesaian masalah. Kesalahan representasi matematis dalam menggunakan simbol dengan benar tidak ditemukan pada IKM menuliskan alasan jawaban akhir. Berbanding terbalik dengan IRM menuliskan simbol, IRM menyatakan penjelasan jawaban secara benar dan jelas hanya dapat dilakukan oleh 12% peserta didik.

Indikator representasi matematis menuliskan penjelasan verbal dengan benar dan jelas tidak dapat dilakukan peserta didik karena kurangnya pemahaman terhadap sifat perkalian pada matriks. Penggunaan konsep dan pemilihan prosedur yang tepat merupakan permasalahan dalam menyelesaikan soal matriks (Triwibowo *et al.*, 2018). Representasi matematis menyatakan alasan dengan benar dan runtut tidak dilakukan peserta didik karena belum menyelesaikan permasalahan yang disajikan. Peserta didik hanya menguji salah satu sisi AB atau BA saja. Gambar 8 menunjukkan contoh jawaban peserta didik yang belum tuntas menjawab permasalahan yang diberikan.

**Gambar 8.** Contoh jawaban peserta didik yang belum memenuhi IRM 2

Penjelasan yang kurang tepat disajikan peserta didik seperti ditunjukkan pada Gambar 9. Tampak bahwa peserta didik salah dalam menerapkan konsep ordo matriks dan bahkan membuat matrik lain yaitu matriks C. Peserta didik mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut dan memanfaatkan informasi pada soal lainnya. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian (Adilla et al., 2020) bahwa kesalahan memahami informasi pada soal dapat menyebabkan kesalahan dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan. Kesalahan konsep juga menjadi salah satu sebab kesulitan peserta didik dalam menyelesaikan soal yang diberikan (Paujiah & Zanthly, 2020).

$$C: \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$Ac: \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$Bc: \begin{bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Sehingga  $AC=BC$  dan  $A/B$

**Gambar 9.** Contoh jawaban peserta didik yang salah memahami konsep dan permasalahan yang diberikan.

Representasi matematis peserta didik pada penyelesaian soal nomor 2, menunjukkan bahwa penulisan simbol yang salah dilakukan oleh 5% peserta didik. Sedangkan representasi matematis dalam menuliskan penjelasan tulis secara jelas dan benar, tidak dilakukan 88% peserta didik. Hal ini menunjukkan bahwa permasalahan utama pada peserta didik terkait matriks adalah memahami konsep dan menggunakannya dengan baik dan benar.

## KESIMPULAN

Representasi matematis menggunakan simbol matematis dengan baik dan benar dilakukan lebih dari 80% peserta didik ketika peserta didik menyatakan informasi pada soal, menyatakan ide penyelesaian masalah dan menyampaikan penjelasan dari simpulan jawaban yang diberikan. Kurang dari 20% peserta didik merepresentasikan simbol yang salah dalam menyampaikan informasi pada soal dan menuliskan ide penyelesaian masalah yang diberikan. Representasi matematis verbal dengan menulis penjelasan/alasan jawaban dengan baik dan benar, dilakukan oleh kurang dari 35% peserta didik dalam menyelesaikan ide penyelesaian masalah dan menyatakan penjelasan dari jawaban yang diberikan. Kemampuan representasi matematis peserta didik yang masih perlu untuk ditingkatkan adalah kemampuan untuk menyatakan ide penyelesaian masalah secara verbal dengan kalimat yang baik, runtut dan benar.

## REKOMENDASI

Pelaksanaan penelitian melalui pembelajaran daring dirasa kurang maksimal dalam memperoleh data oleh karena itu penelitian selanjutnya dalam keadaan daring sebaiknya juga ditambah data dari observasi ketika peserta didik mengerjakan soal secara *synchronus* melalui *platform zoom meeting* atau *platform google meet*. Penelitian selanjutnya dapat fokus pada bagaimana peserta didik memilih atau membuat representasi dalam menyelesaikan permasalahan matematis.

Peneliti lainnya dapat membahas secara kualitatif keterkaitan antara representasi matematis dengan pengalaman belajar maupun kreativitas peserta didik sehingga lebih banyak alternatif untuk memunculkan kemampuan representasi peserta didik dalam menyampaikan ide penyelesaian masalahnya. Pentingnya representasi matematis dalam memahami dan berkomunikasi matematis dapat menjadi dasar untuk mengembangkan desain kegiatan pembelajaran yang syarat akan

representasi, ataupun penyusunan lembar kegiatan peserta didik yang terurut dengan representasi yang baik sehingga mengatasi kesalahan konsep maupun meningkatkan kecepatan pemahaman materi oleh peserta didik.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih peneliti ucapkan atas dukungan dan fasilitas pelaksanaan penelitian pada Prodi Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Malang, Prodi Teknik Informatika UMM, serta Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan UMM.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adilla, D. N., Zanthi, L. S., & Yuspriyati, D. N. (2020). Karakteristik kesalahan siswa smp dalam menyelesaikan soal pada materi lingkaran. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, 5(1), 35-46. <https://doi.org/10.25157/teorema.v5i1.3220>
- Ainin, N. (2020). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal matriks dan kaitannya dengan motivasi belajar matematika pada kelas xi. *Jurnal Euclid*, 7(2), 137–147.
- Emilia, H., Pratiwi, D., & Utomo, D. P. (2020). *Representation of mathematics expression of civil engineering students in solving hots problems*. Daya Matematis: Jurnal Inovasi Pendidikan Marematika, 8(1), 91–105.
- Fatimah, F. (2012). Kemampuan komunikasi matematis dan pemecahan masalah melalui problem based-learning. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*, 16(1), 249–259.
- Hasyim, M., & Andreina, F. K. (2019). Analisis high order thinking skill (hots) siswa dalam menyelesaikan soal open ended matematika. *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 5(1), 55. <https://doi.org/10.24853/fbc.5.1.55-64>
- Hijriani, L., Rahardjo, S., & Rahardi, R. (2018). Deskripsi representasi matematis siswa smp dalam menyelesaikan soal pisa. *Jurnal Pendidikan*, 3(6), 603–607.
- Hutagaol, K. (2013). Pembelajaran kontekstual untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa sekolah menengah pertama. *Infinity Journal*, 2(1), 85–99.
- Kusuma, D. A. (2019). Peningkatan komunikasi matematis siswa menggunakan pembelajaran kontekstual berbasis etnomatematika dengan penerapan mozart effect (studi eksperimen terhadap siswa sekolah menengah pertama). *TEOREMA : Teori Dan Riset Matematika*, 4(1), 66–74. <https://doi.org/10.25157/teorema.v4i1.1954>
- Mainali, B. (2021). Representation in teaching and learning mathematics. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 9(1), 1–21. <https://doi.org/10.46328/ijemst.1111>
- Paujiah, S. R., & Zanthi, L. S. (2020). Kesulitan siswa smp kelas viii dalam menyelesaikan soal sistem persamaan linier dua variabel (spldv). *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, 5(2). <https://doi.org/10.25157/teorema.v5i2.3256>
- Payadnya, I. P. A. A. (2019). Investigation of students' mathematical reasoning ability in solving open-ended problems. *Journal of Physics: Conference Series*, 1200(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1200/1/012016>



- Prabawanto, S. (2019). Enhancement of students' mathematical communication under metacognitive. *Infinity Journal*, 8(2), 117–128.
- Purnama, L. I., & Afriansyah, A. E. (2016). Kemampuan komunikasi matematis siswa ditinjau melalui model pembelajaran kooperatif tipe complete sentence dan team quiz. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(4), 26–42.
- Putri, O. R. U., & Zukhrufurrohmah. (2019). Pengembangan lembar kegiatan kalkulus bercirikan representasi matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 8(3), 362–373.
- Ramziah, S. (2018). Peningkatan kemampuan representasi matematis siswa kelas x2 sman 1 gedung meneng menggunakan bahan ajar matriks berbasis pendekatan saintifik. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 138–147. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v5i2.269>
- Suesti, R. (2017). Pemanfaatan software microsoft mathematics dalam pembelajaran matriks. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 110(9), 1689–1699.
- Sulistiawati, I., Arsyad, N., & Minggu, I. (2019). Deskripsi penalaran siswa dalam pemecahan masalah matematika pada pokok bahasan barisan dan deret ditinjau dari kemampuan awal. *Mathematics Educatoin*, 3(2), 111–118.
- Tasya, N. R. R., Rahayu, E. S., & Hidayat, W. (2018). Analisis kesalahan operasi hitung siswa smk pada materi matriks dengan pendekatan pembelajaran problem based learning. *Jurnal Pendidikan Tembusai*, 2(6), 1851–1853.
- Triana, M., Zubainur, C. M., & Bahrin. (2019). Students' mathematical communication ability through the brain-based learning approach using autograph. *JRAMathEdu (Journal of Research and Advances in Mathematics Education)*, 4(1), 1–10.
- Triwibowo., Pujiastuti, E., & Suparsih, A. (2018). Meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis dan daya juang siswa melalui strategi trajectory learning. *PRISMA. Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 1, 347–353.
- Turşucu, S., Spandaw, J., & de Vries, M. J. (2020). Search for symbol sense behavior: students in upper secondary education solving algebraic physics problems. *Research in Science Education*, 50(5). <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9766-z>
- Yenni., & Sukmawati, R. (2020). Analisis kemampuan representasi matematis mahasiswa berdasarkan motivasi belajar. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(2), 251–262.
- Yumiati., & Noviyanti, M. (2017). Abilities of reasoning and mathematics representation on guided inquiry learning. *Journal of Education and Learning*, 11(3), 283–290.
- Yunisha, R., Charitas, R., Prahmana, I., & Sukmawati, K. I. (2016). Pengaruh pendekatan pendidikan matematika realistik terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa kelas vii smp. *Journal Elemen*, 2(2), 136–145.
- Zukhrufurrohmah, & Putri, O. R. U. (2019). Rekognisi dalam merepresentasikan simbol turunan parsial sebagai metonymi dan metaphor. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 5(November), 214–226.

