

ANALISIS KEMAMPUAN REPRESENTASI MATEMATIS SISWA MELALUI MEDIA INTERAKTIF DITINJAU DARI TINGKAT KEMAMPUAN MATEMATIS

Hanim Faizah¹, Restu Ria Wantika², Moh. Syukron Maftuh³

Universitas PGRI Adi Buana Surabaya¹; fhanim@unipasby.ac.id¹

Universitas PGRI Adi Buana Surabaya²; restu@unipasby.ac.id²

Universitas PGRI Adi Buana Surabaya²; syukron@unipasby.ac.id³

Abstrak. Kemampuan representasi matematis dianggap penting untuk mendukung penalaran dan pemecahan masalah. Namun, berbagai penelitian menunjukkan bahwa kemampuan ini masih rendah. Integrasi teknologi melalui media interaktif dipandang mampu menciptakan pembelajaran yang lebih visual, dinamis, dan partisipatif. Media ini memungkinkan siswa mengeksplorasi konsep secara mandiri dengan bantuan umpan balik langsung. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan dua tahap: penerapan media interaktif dalam pembelajaran PLDV dan analisis mendalam terhadap kemampuan representasi matematis siswa. Subjek penelitian adalah 30 siswa kelas VIII SMP Negeri 40 Surabaya. Instrumen meliputi tes representasi matematis, observasi aktivitas siswa, dan wawancara semi-terstruktur. Analisis data menggunakan model Miles & Huberman melalui reduksi, penyajian, dan verifikasi data. Berdasarkan hasil penelitian, terdapat gradasi kemampuan representasi matematis yang jelas. Subjek berkemampuan tinggi menunjukkan representasi simbolik yang fleksibel, representasi tabular yang terorganisasi. Subjek berkemampuan sedang mampu membangun model aljabar dan melakukan prosedur perhitungan, tetapi masih mengalami kesulitan pada representasi tabular dan verbal, terutama dalam mengorganisasi data serta menyusun narasi matematis yang koheren. Sementara itu, subjek berkemampuan rendah menunjukkan keterbatasan pada bentuk representasi, termasuk representasi simbolik yang masih lemah. Temuan ini mengindikasikan perlunya pengembangan media pembelajaran interaktif yang adaptif dan berdiferensiasi, tidak hanya menyajikan visualisasi, tetapi juga mendukung penguatan representasi matematis sesuai karakteristik kemampuan siswa.

Kata Kunci: Representasi, media pembelajaran, PLDV, kemampuan matematis

Abstract. Mathematical representation skills are considered essential to support reasoning and problem-solving. However, various studies have shown that these skills are still low. Technology integration through interactive media is seen as capable of creating more visual, dynamic, and participatory learning. This media allows students to explore concepts independently with the help of direct feedback. This study used a qualitative approach with two stages: the application of interactive media in PLDV learning and an in-depth analysis of students' mathematical representation skills. The subjects were 30 eighth-grade students of SMP Negeri 40 Surabaya. Instruments included a mathematical representation test, observation of student activities, and semi-structured interviews. Data analysis used the Miles & Huberman model through data reduction, presentation, and verification. Based on the results of the study, there is a clear gradation of mathematical representation skills. Subjects with high abilities show flexible symbolic representations and organized tabular representations. Subjects with medium abilities are able to build algebraic models and perform calculation procedures, but still experience difficulties in tabular and verbal representations, especially in organizing data and constructing coherent mathematical narratives. Meanwhile, low-ability subjects demonstrated limitations in representational

forms, including weak symbolic representation. This finding indicates the need to develop adaptive and differentiated interactive learning media that not only present visualizations but also support the strengthening of mathematical representations according to students' ability characteristics.

Keywords: Representation, instructional media, PLDV, mathematical ability

PENDAHULUAN

Kemampuan representasi matematis merupakan salah satu kompetensi yang harus dikuasai peserta didik dalam pembelajaran matematika. Salah satu fokus dalam pembelajaran matematika, seperti dinyatakan Depdiknas (2006), adalah pengembangan kemampuan representasi matematis. Tujuan ini tercermin dari harapan agar siswa tidak hanya paham konsep dan keterkaitannya, tetapi juga mampu mengaplikasikannya dengan tepat dan efisien dalam pemecahan masalah. Siswa juga harus terampil mengomunikasikan pemikiran mereka memanfaatkan berbagai media, seperti simbol, tabel, dan diagram, untuk menjabarkan masalah menjadi lebih jelas. Representasi berfungsi sebagai sarana untuk mengekspresikan, mengomunikasikan, dan memahami ide-ide matematis dalam berbagai bentuk, seperti simbol, grafik, tabel, diagram, maupun deskripsi verbal (Ayyıldız Altınbaş dkk., 2025). National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000) menegaskan bahwa kemampuan representasi matematis merupakan bagian dari standar proses pembelajaran matematika yang berperan penting dalam mendukung kemampuan pemecahan masalah dan penalaran matematis.

Namun demikian, berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan representasi matematis siswa masih tergolong rendah (Afifah et al., 2024; Ristiani & Maryati, 2022; Sintia & Effendi, 2022). Siswa

cenderung hanya mengandalkan prosedur mekanistik tanpa memahami konsep di baliknya (Annisa, 2023; Susanti & Sudiansyah, 2024). Pada materi Persamaan Linear Dua Variabel (PLDV), misalnya, banyak siswa yang kesulitan mengaitkan bentuk aljabar persamaan dengan representasi grafiknya, sehingga pemahaman terhadap konsep gradien, titik potong, dan solusi sistem persamaan menjadi kurang mendalam (Bosque, 2025; Tashtoush et al., 2023). Ketidapahaman siswa ini menjadi permasalahan yang berarti di kelas disebabkan oleh pendekatan pembelajaran yang digunakan guru di kelas masih bersifat konvensional dan berpusat pada guru, sehingga interaksi siswa di kelas untuk memahami konsep matematika bersifat pasif dan terbatas. Permasalahan ini dapat diatasi dengan mengintegrasikan media pembelajaran interaktif yang berbasis teknologi di kelas. (Chechan et al., 2023; Gurmu et al., 2024; Mukamba & Makamure, 2020; Wantika & Sulistyaningtyas, 2024). Perkembangan teknologi digital memberikan peluang bagi terciptanya lingkungan belajar yang lebih interaktif dan konstruktif (Haryani & Hamidah, 2022; Sadik, 2008; Tuyet et al., 2021). Media pembelajaran interaktif, baik dalam bentuk aplikasi komputer, perangkat lunak geometri dinamis seperti GeoGebra, maupun platform digital berbasis web, dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret, visual, dan bermakna. Melalui media tersebut, siswa dapat melakukan eksplorasi konsep PLDV secara mandiri dengan bantuan visualisasi dinamis dan umpan balik langsung, yang berpotensi meningkatkan kemampuan representasi

matematis mereka.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran matematika. Arefaine et al., (2022) melakukan penelitian yang dilatarbelakangi oleh pentingnya *multiple representations* (MRs) dalam pembelajaran matematika, khususnya kalkulus, untuk membangun pemahaman konseptual dan kemampuan berpikir matematis siswa. Namun, banyak siswa gagal menerjemahkan satu representasi ke representasi lain karena kurangnya *representational fluency* (RF) adalah kemampuan menghubungkan, menafsirkan, dan menerjemahkan representasi. Dari hasil penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa penggunaan GeoGebra meningkatkan kualitas dan kuantitas *multiple representations* dalam pembelajaran kalkulus. Namun, penelitian tersebut belum memuat kajian mendalam tentang hubungan antara kesalahan translasi dan jenis representasi sumber. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Edelsbrunner & Hofer, (2024) yang membahas hubungan antara *representational competence* (kemampuan memahami dan menggunakan berbagai bentuk representasi seperti grafik, diagram, simbol, dan teks) dengan *conceptual knowledge* (pemahaman konseptual dalam sains). Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa sangat perlu untuk mengembangkan kemampuan representasi siswa sebelum memperkenalkan konsep-konsep abstrak.

Penelitian yang menggali lebih dalam penggunaan teknologi dalam pembelajaran dilakukan oleh Yohannes & Chen (2023) untuk mengetahui pentingnya GeoGebra sebagai perangkat lunak dinamis

dalam pendidikan matematika, khususnya dalam mendukung pembelajaran berbasis teknologi untuk meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan berpikir kritis, dan motivasi siswa. Namun penelitian ini tidak mencakup studi konseptual atau diskursif yang dapat memberikan wawasan teoritis penting sehingga masih perlu dilakukan penelitian untuk mengeksplorasi lebih jauh tentang penggunaan GeoGebra terhadap pemahaman konsep jangka Panjang, termasuk salah satunya adalah kemampuan representasi siswa. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Chechan et al., (2023) yang menyoroti rendahnya pemahaman siswa terhadap konsep fungsi dalam matematika, khususnya di sekolah menengah atas di Swedia. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa teknologi digital seperti Desmos dapat membantu meningkatkan pemahaman konseptual dan keterlibatan siswa. Namun penelitian ini memiliki lingkup penelitian yang kurang meluas, tidak dilakukan wawancara lanjutan secara mendalam sehingga hasil belum dapat digeneralisasi secara meluas. Penelitian sebelumnya belum mengintegrasikan media pembelajaran interaktif yang dirancang khusus untuk memperkuat representasi matematis siswa melalui aktivitas eksploratif dan reflektif berbasis masalah kontekstual.

Walaupun berbagai penelitian telah menunjukkan efektivitas media pembelajaran berbasis teknologi dalam kemampuan representasi siswa, kajian yang secara spesifik menelaah integrasi media pembelajaran interaktif terhadap kemampuan representasi matematis pada konteks PLDV masih terbatas. Belum ada analisis kesalahan translasi antar representasi (verbal, tabel, grafik, simbolik) dalam konteks pembelajaran PLDV yang bersifat fundamental. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan sebagai upaya inovatif untuk mengembangkan strategi pembelajaran

yang adaptif terhadap tuntutan abad ke-21, yang menekankan kemampuan representasi matematis yang selanjutnya dapat berdampak pada berkembangnya kemampuan berpikir kritis, kreatif, komunikatif, dan kolaboratif melalui pemanfaatan teknologi pendidikan. Selain itu, gap yang ditemukan bahwa Sebagian besar penelitian media interaktif dilakukan pada materi geometri, fungsi, atau bangun ruang, sedangkan kajian yang secara khusus mengeksplorasi representasi matematis siswa pada materi Persamaan Linear Dua Variabel masih relatif terbatas.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mendeskripsikan kemampuan representasi matematis siswa pada materi Persamaan Linear Dua Variabel (PLDV) setelah melaksanakan pembelajaran dengan media pembelajaran interaktif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai kemampuan representasi matematis siswa melalui integrasi media pembelajaran interaktif.

Secara umum, penelitian ini terdiri atas dua tahap:

1. Tahap pertama, yaitu penerapan pembelajaran berbasis media interaktif pada materi Persamaan Linear Dua Variabel (PLDV).
2. Tahap kedua adalah eksplorasi kualitatif, yaitu analisis mendalam terhadap kemampuan representasi matematis siswa pada materi Persamaan Linear Dua Variabel (PLDV), aktivitas siswa, tanggapan,

dan hambatan dalam menggunakan media pembelajaran interaktif.

Subjek penelitian adalah siswa kelas VIII di SMP Negeri 40 Surabaya yang berjumlah 30 orang yang akan diberikan pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran interaktif pada materi Persamaan Linear Dua Variabel (PLDV). Selanjutnya, dipilih 3 siswa berdasarkan nilai tertinggi, terendah, dan siswa yang memperoleh nilai yang berada pada rentang 70-80 untuk mewakili siswa dengan kemampuan sedang. Adapun media pembelajaran yang digunakan adalah GeoGebra dan Phet <https://phet.colorado.edu/>.

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah peneliti sendiri, dan akan didukung dengan instrument lain yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Tes Kemampuan Representasi Matematis, terdiri atas lima butir soal uraian yang mengukur tiga indikator representasi matematis menurut NCTM, (2000)
2. Lembar Observasi Aktivitas Siswa, digunakan untuk mencatat keterlibatan siswa selama proses pembelajaran berlangsung, termasuk interaksi dengan media, diskusi kelompok, dan eksplorasi konsep.
3. Wawancara Semi-Terstruktur, dilakukan kepada beberapa siswa dan guru untuk memperoleh data kualitatif mengenai pengalaman belajar, persepsi terhadap media interaktif, serta kendala yang dihadapi selama pembelajaran.

Teknik analisis data kualitatif menggunakan model Miles *and* Huberman, yang meliputi reduksi data, penyajian data dan kesimpulan. Data yang diperoleh dari hasil kerja dan pengamatan langsung kemudian ditriangulasikan dengan data hasil wawancara untuk memastikan keabsahan data dengan menggunakan triangulasi waktu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

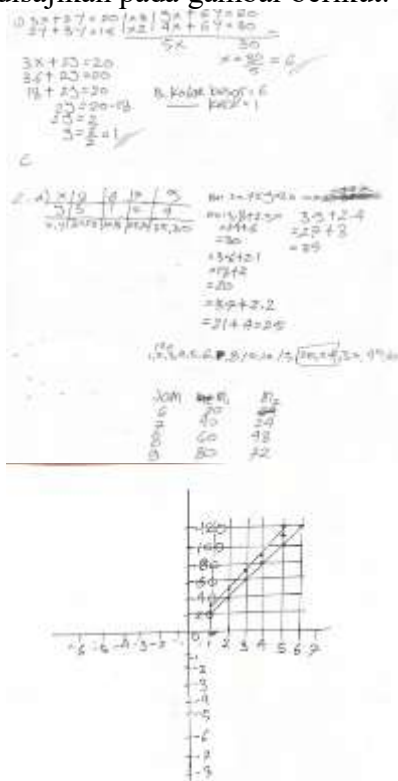
Pada tahap awal, peneliti melaksanakan pembelajaran dengan menerapkan media pembelajaran GeoGebra dan PhET di kelas, selanjutnya siswa diberikan tes setelah pelaksanaan pembelajaran matematika.



Gambar 1. Dokumentasi Kegiatan Pembelajaran

A. Hasil Penelitian Siswa dengan Kemampuan Tinggi

Jawaban dari siswa berkemampuan matematis tinggi disajikan pada gambar berikut.



Gambar 1. Hasil Jawaban S1 dengan Kemampuan Tinggi

S1 menunjukkan penguasaan representasi simbolik yang **sangat baik**,

- Pemodelan (Soal 1): Ia mampu menuliskan model matematika $3x + 2y = 20$ dan $2x + 3y = 15$ dengan tepat.
- Strategi Eliminasi yang Cerdas: Ia tidak serta-merta menghilangkan x , melainkan menyamakan koefisien y dengan mengalikan persamaan 1 dikali 3 ($9x + 6y = 60$) dan persamaan 2 dikali 2 ($4x + 6y = 30$). Lalu ia mengurangkan keduanya sehingga mendapatkan $5x = 30 \rightarrow x = 6$. Ini menunjukkan pemahaman fleksibilitas procedural yang tidak hanya terpaku pada satu pola eliminasi.
- S1 mensubstitusi $x = 6$ ke $3x + 2y = 20 \rightarrow 18 + 2y = 20 \rightarrow y = 1$. S1 melakukan langkah verifikasi dengan mengecek beberapa pasangan nilai ke dalam persamaan, seperti:
 - $3(8) + 2(3) = 24 + 6 = 30$ (tidak memenuhi)
 - $3(6) + 2(1) = 18 + 2 = 20$ (memenuhi)
 - $3(7) + 2(2) = 21 + 4 = 25$ (tidak memenuhi)

Hal ini menunjukkan bahwa S1 tidak hanya menghitung, tetapi juga memeriksa kembali kebenaran representasi simboliknya.

S1 menunjukkan kemampuan representasi tabel yang baik.

- S1 menuliskan table $\frac{x}{y}$ dengan nilai $\frac{18}{3}, \frac{6}{1}, \frac{12}{2}, \frac{9}{4}$. Meskipun tabel ini tidak memiliki judul kolom yang baku, S2 menggunakannya sebagai media uji coba untuk mencari pasangan x dan y yang memenuhi persamaan $3x + 2y$. Ia

secara sistematis menghitung $3.8 + 2.3 = 30$, $3.9 + 2.4 = 35$, dan $3.7 + 2.2 = 25$.

- S1 menuliskan deret faktor dari 120 dengan sangat lengkap dan terurut: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 24, 30, ... Ini adalah bentuk representasi visual yang sangat terorganisasi. Ia kemudian membuat tabel kecil dengan kolom m1 (motor) dan m2 (mobil) yang berisi angka 6, 7, 8, 9 dan 24, 40, 60, 80, 72. Meskipun tabel ini terlihat "dicoba-coba", ia berhasil menangkap esensi bahwa kecepatan adalah hasil bagi jarak (120) dengan waktu, sehingga ia memilih faktor 5 dan 6 untuk mendapatkan 24 dan 20.

S1 tidak menuliskan narasi panjang lebar, tetapi interpretasinya akurat dan tidak ambigu.

- S1 menulis "B. Kotak besar 6 Kecil = 1". Meskipun singkat, ia mampu memetakan symbol $x=6$ dan $y=1$ ke objek nyata (cokelat besar dan kecil) dengan benar.
- S1 menulis "Motor = 20 km/hr Mobil = 24 km/hr". Ia tidak menuliskan kalimat "jadi kecepatan motor adalah..." namun label yang ia berikan sudah cukup jelas untuk mengkomunikasikan hasil akhir.

Kekuatan utama S1 terletak pada kemampuannya memverifikasi dan mengorganisasi data sebagai alat bantu berpikir.

- Meskipun jawaban akhir S1 benar (Motor=20, Mobil=24), S1 tidak membentuk model PLDV secara eksplisit untuk soal ini. Ia tidak menuliskan persamaan seperti $120/m - 120/mo = \dots$ atau $m + mo = \dots$. Ia

langsung "lompat" ke faktorisasi 120 dan mencoba-coba kombinasi yang menghasilkan selisih kecepatan yang masuk akal. Ini menunjukkan bahwa S1 mengandalkan intuisi aritmetika yang kuat, bukan struktur aljabar formal.

- Implikasi: Ini adalah temuan menarik. S1 termasuk siswa yang pintar secara komputasi tetapi belum tentu suka menuliskan model abstrak untuk soal cerita yang kompleks. Ia lebih nyaman bermain dengan angka-angka terlebih dahulu.

Berdasarkan analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa S1 masuk dalam kategori tinggi

Tabel 1. Ringkasan Kemampuan Representasi S1

Aspek Representasi	Skor Kualitatif	Bukti
Simbolik (Prosedural)	Sangat Tinggi	Eliminasi dengan strategi fleksibel (menyamakan y), substitusi runtut, dan melakukan verifikasi/pengecekan mandiri.
Visual/Tabel	Tinggi	Mampu mengorganisasi faktor 120 secara sistematis, membuat tabel uji coba tanpa kesalahan domain (tidak ada nilai negatif), serta mampu membaca data untuk mengambil keputusan.
Verbal (Makna)	Sedang	Mampu memberi label pada variabel dengan tepat, namun narasi penjelasannya masih sangat minimal dan tidak berbentuk kalimat

		lengkap.
Pemodelan PLDV (Soal Cerita)	Sedang (cenderung intuitif)	Untuk soal 1, ia membuat model dengan baik. Untuk soal 3, ia tidak membuat model PLDV formal, melainkan menyelesaikan dengan faktorisasi dan intuisi.

Subjek S1 menunjukkan kemampuan representasi simbolik dan tabular yang tergolong baik. Ia tidak hanya mampu menyelesaikan sistem persamaan dengan prosedur eliminasi yang fleksibel, tetapi juga melakukan proses verifikasi mandiri untuk memastikan kebenaran solusinya. Namun demikian, temuan menunjukkan bahwa S1 masih cenderung mengandalkan intuisi aritmetika (faktorisasi) daripada membangun model PLDV formal untuk soal cerita, yang mengindikasikan bahwa representasi verbal dan pemodelan abstrak perlu terus dilatih.

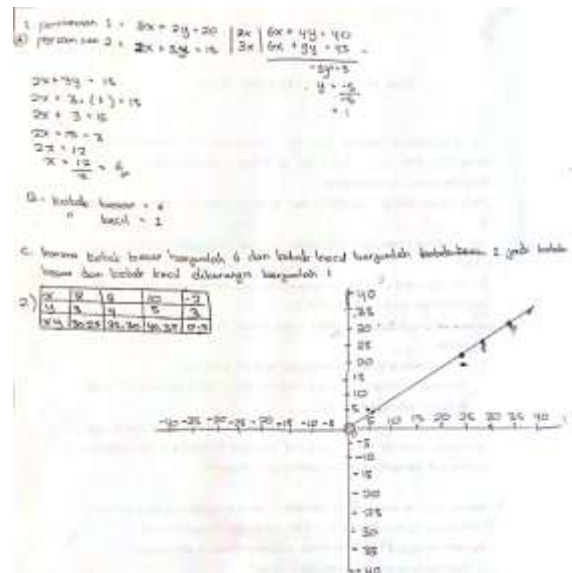
B. Hasil Penelitian Siswa dengan Kemampuan Sedang

Jawaban dari siswa berkemampuan matematis sedang disajikan pada gambar berikut.

S2 menunjukkan penguasaan representasi simbolik yang sangat baik, terutama dalam manipulasi aljabar.

- **S2** mampu menerjemahkan soal (konteks "kolat"/cokelat) ke dalam dua persamaan linear: $3x + 2y = 20$ dan $2x + 3y = 15$. Ini adalah indikator utama representasi simbolik (model matematika).

- **Proses Eliminasi:** Ia dengan tepat mengalikan persamaan 1 dengan 2 dan persamaan 2 dengan 3 untuk menyamakan koefisien x , lalu mengurangkan keduanya dan mendapatkan $-5y = -5$ sehingga $y = 1$. Ini menunjukkan pemahaman prosedural yang tinggi.
- **Proses Substitusi:** Ia mensubstitusi $y = 1$ ke persamaan $2x + 3y = 15$ dengan runtut: $2x + 3 = 15 \rightarrow 2x = 12 \rightarrow x = 6$. Semua notasi simboliknya benar secara matematis.



Gambar 2. Hasil Jawaban S2 dengan Kemampuan Sedang

S2 berusaha menafsirkan solusi matematisnya ke dalam bahasa sehari-hari, namun ada beberapa kekeliruan bahasa yang mengindikasikan pemahaman konsep yang belum matang.

- **S2** menulis "B: kolat bear = 6 kecl = 1". Ini menunjukkan ia mampu menghubungkan variable x dan y dengan objek nyata (cokelat besar dan kecil).
- **Kelemahan Verbal:** S2 menulis "karena kolat besar berjumlah 6 dan kotak kecil

berjumlah 1 jadi kotak "besar dan kotak kecil dikurangi berjumlah 1". Ia mengulang-ulang angka tanpa kalimat penafsiran yang utuh, seperti "Jadi, harga satu cokelat besar adalah Rp6.000 dan harga satu cokelat kecil adalah Rp1.000".

Kelemahan S2 yang mencolok adalah ia gagal membangun representasi visual (tabel) yang bermakna untuk mengorganisasi data.

- Soal 2 (Tabel): Ia membuat tabel dengan struktur yang tidak baik:

x	8	9	10	-2
y	3	4	5	3
xy	30	25	35	30

- Indikasi: Ia tahu bahwa dalam matematika ada yang namanya "tabel", tetapi ia belum mampu menggunakannya sebagai alat bantu berpikir untuk memetakan hubungan antara waktu dan kecepatan. Ia melompat langsung ke perhitungan faktor tanpa melalui representasi tabel yang sistematis.

S2 sangat kuat dalam representasi prosedural (simbolik) tetapi lemah dalam representasi struktural (organisasi data).

- S2 sudah mendapatkan jawaban benar (Motor=20km/jam, Mobil=24 km/jam). Namun, cara ia mendapatkannya terlihat "instan" atau menerka dari faktor 120. Ia tidak menuliskan persamaan linear dua variabel untuk soal ini (misal: $m+mo=?$ Atau $120/m-120/mo=?$). Ia hanya menulis Motor= $120/6 = 20$ dan Mobil= $120/5 = 24$. Angka 6 dan 5 ia ambil dari faktor 120, tetapi

ia tidak merepresentasikan mengapa motor harus 6 jam dan mobil 5 jam (apakah selisih waktunya 1 jam? atau total waktunya 11 jam? Soal tidak tercantum utuh, tetapi ia sepertinya menebak kombinasi faktor yang menghasilkan selisih kecepatan yang masuk akal).

- Ini menunjukkan bahwa ia bisa mengerjakan operasi hitung, tetapi ia kesulitan merepresentasikan hubungan antarvariabel dalam bentuk model PLDV. Ia hanya mengandalkan intuisi aritmetika, bukan aljabar formal.

Secara umum, kemampuan representasi S2 dengan kemampuan matematis sedang adalah:

- Siswa berkemampuan sedang cenderung "terampil secara teknis" namun "lemah secara konseptual dalam pengorganisasian data". Ia bisa menyelesaikan PLDV dengan metode klasik, tetapi ketika diberikan konteks yang membutuhkan representasi tabel (seperti masalah jarak-waktu), ia kehilangan arah.
- Media interaktif sangat dibutuhkan untuk menjembatani representasi tabel ini. Jika S2 menggunakan media interaktif yang menampilkan grafik atau slider waktu vs kecepatan, ia mungkin bisa memahami hubungan invers antara waktu dan kecepatan tanpa harus membuat tabel manual yang kurang baik.
- Kesalahan pada representasi tabel (munculnya bilangan -2) menunjukkan miskonsepsi tentang domain variabel, yang tidak akan terdeteksi jika hanya menggunakan tes pilihan ganda.

Berdasarkan analisis di atas, dapat

disimpulkan bahwa S2 masuk dalam kategori sedang dan dapat diringkas dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Ringkasan Kemampuan Representasi S2

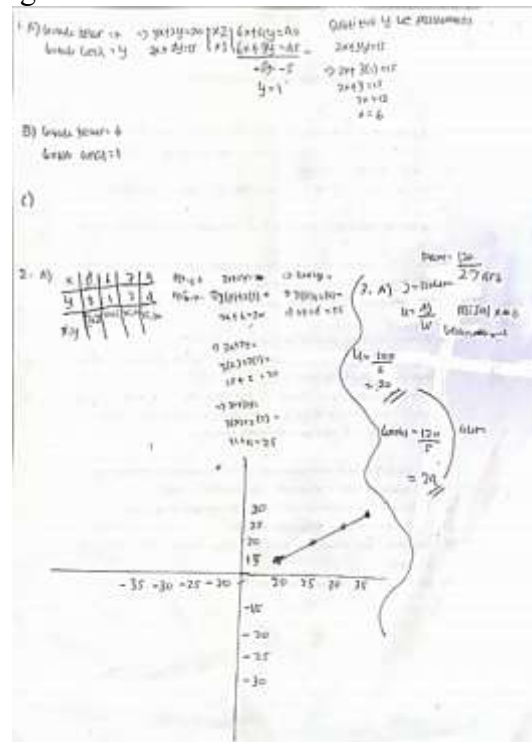
Aspek Representasi	Skor Kualitatif	Bukti
Simbolik (Persamaan & Hitung)	Tinggi	Eliminasi, substitusi, dan rumus kecepatan ditulis dengan benar dan runtut.
Verbal (Tafsir Makna)	Sedang	Bisa menyebutkan nilai x dan y sebagai cokelat, tetapi narasi kalimatnya kacau dan tidak efektif.
Visual/Tabel	Rendah	Tabel dibuat asal-asalan, ada nilai negatif pada waktu, dan tidak ada korelasi antara baris dan kolom.
Koneksi (Soal Cerita ke Model)	Sedang	Mampu membuat model untuk soal 1, tetapi gagal membuat model PLDV untuk soal 3 (langsung loncat ke hitungan faktor).

Subjek S2 menunjukkan kemampuan representasi simbolik yang baik, namun mengalami hambatan dalam representasi tabular, terutama dalam mengorganisasi data. Hal ini mengindikasikan bahwa

integrasi media interaktif perlu difokuskan pada visualisasi data dinamis untuk memperkuat representasi siswa.

C. Hasil Penelitian Siswa dengan Kemampuan Rendah

Jawaban dari siswa berkemampuan matematis sedang disajikan pada gambar berikut.



Gambar 3. Hasil Jawaban S3 dengan Kemampuan Rendah

S3 menunjukkan penguasaan representasi simbolik yang **cukup baik**,

- Pemodelan (Soal 1): Ia mampu menuliskan model matematika $3x + 2y = 20$ dan $2x + 3y = 15$ dengan tepat.
- Strategi Eliminasi dilakukan tidak serta-merta menghilangkan x , melainkan menyamakan koefisien y dengan mengalikan persamaan 1 dikali 2 ($6x + 4y = 40$) dan persamaan 2 dikali 3 ($6x + 9y = 45$). Lalu ia

mengurangkan keduanya sehingga mendapatkan $-5y = -5 \rightarrow y = 1$.

- Proses Substitusi: Ia mensubstitusi $y = 1$ ke persamaan $2x + 3y = 15$ dengan runtut: $2x + 3 = 15 \rightarrow 2x = 12 \rightarrow x = 6$. Semua notasi simboliknya benar secara matematis. Namun S3 tidak menunjukkan Kesimpulan secara utuh, hanya menuliskan “kotak besar =6” dan “kotak kecil=1”.

S3 berusaha menafsirkan solusi matematisnya namun tidak lengkap, yang mengindikasikan pemahaman konsep yang belum matang.

Kelemahan S3 yang lain adalah ia gagal membangun representasi visual (tabel) yang bermakna untuk mengorganisasi data.

- Soal 2 (Tabel): Ia membuat tabel dengan struktur yang tidak baik.
- Indikasi: Ia tahu bahwa "tabel", tetapi ia belum mampu menggunakannya sebagai alat bantu berpikir untuk memetakan hubungan antara waktu dan kecepatan. Ia melompat langsung ke perhitungan faktor tanpa melalui representasi tabel yang sistematis.

Berdasarkan analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa S3 masuk dalam kategori sedang dan dapat diringkas dalam Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Ringkasan Kemampuan Representasi S3

Aspek Representasi	Skor Kualitatif	Bukti
Simbolik (Persamaan & Hitung)	Sedang	Eliminasi, substitusi, dan rumus kecepatan ditulis dengan

Aspek Representasi	Skor Kualitatif	Bukti
		benar dan runtut.
Verbal (Tafsir Makna)	Sedang	Bisa menyebutkan nilai x dan y sebagai cokelat, tetapi narasi kalimatnya kacau dan tidak efektif.
Visual/Tabel	Rendah	Tabel dibuat asal-asalan
Koneksi (Soal Cerita ke Model)	Rendah	Mampu membuat model untuk soal 1, meskipun belum tepat.

Sama halnya dengan S2, S3 memiliki kemampuan yang cukup baik dalam representasi prosedural (simbolik) tetapi lemah dalam representasi struktural (organisasi data). Ini menunjukkan bahwa ia bisa mengerjakan operasi hitung, tetapi ia kesulitan merepresentasikan hubungan antarvariabel dalam bentuk model PLDV. Ia hanya mengandalkan intuisi aritmetika, bukan aljabar formal.

Pembahasan

Hasil penelitian mengungkapkan gradasi kemampuan representasi matematis. Subjek berkemampuan tinggi menunjukkan kemampuan representasi simbolik yang fleksibel, representasi tabular yang terorganisasi, serta melakukan proses verifikasi mandiri. Subjek berkemampuan sedang masih mampu membangun model aljabar dan melakukan perhitungan prosedural, namun mengalami hambatan dalam representasi dan verbal. Tidak jauh berbeda dengan Subjek sedang, Subjek

rendah juga hanya menunjukkan kemampuan pada model aljabar dan perhitungan procedural, namun masih mengalami hambatan pada penjelasan verbal. Temuan ini memperkuat argumen bahwa integrasi media interaktif tidak cukup hanya berupa visualisasi statis; bagi siswa berkemampuan rendah, media harus dilengkapi dengan scaffolding bertahap (misal: petunjuk langkah demi langkah) untuk membimbing mereka membangun representasi.

Subjek berkemampuan tinggi dalam penelitian ini menunjukkan kemampuan representasi simbolik yang fleksibel, representasi tabular yang terorganisasi, serta melakukan proses verifikasi mandiri. Temuan ini memperkuat hasil penelitian Hajriyanto et al., (2024) yang menyatakan bahwa peserta didik dengan tingkat kemampuan matematis tinggi dapat dengan sangat baik dalam representasi verbal dan simbolik. Hal serupa juga ditemukan dalam penelitian di (Andriani & Fauziah, 2024; Sari & Handayani, 2024) bahwa siswa dengan kemampuan representasi tinggi mampu menyelesaikan permasalahan matematika dengan menggunakan representasi visual (diagram batang), model matematis, dan verbal (kata-kata).

Namun, terdapat perbedaan yang menarik. Penelitian (Fadhlurrahman, 2023) di SMP Inshafuddin Banda Aceh menemukan bahwa siswa tingkat kemampuan "tinggi" memiliki kemampuan representasi verbal tinggi, representasi visual rendah, dan representasi simbolik tinggi. Berbeda dengan temuan tersebut, subjek berkemampuan tinggi dalam penelitian ini justru menunjukkan representasi tabular yang terorganisasi dengan baik, ia mampu menyusun daftar faktor dari 120 secara sistematis dan membuat

tabel uji coba dengan domain angka positif yang logis. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa kemampuan representasi visual/tabular siswa berkemampuan tinggi tidak bersifat homogen, melainkan sangat dipengaruhi oleh konteks masalah dan pengalaman belajar yang telah mereka peroleh.

Selain itu, temuan tentang proses verifikasi mandiri yang dilakukan subjek tinggi merupakan aspek yang jarang diungkap dalam penelitian-penelitian terdahulu. Kemampuan kognitif berupa pengecekan ulang terhadap solusi dengan mensubstitusi berbagai pasangan nilai ke dalam persamaan menunjukkan bahwa subjek tinggi tidak hanya terampil secara prosedural, tetapi juga memiliki kesadaran untuk memastikan kebenaran jawabannya. Hal ini sejalan dengan pandangan bahwa representasi adalah cara siswa untuk mengomunikasikan pengetahuan atau pemahaman yang sudah dipelajari sebelumnya, dan hasil representasi amat dipengaruhi oleh pengalaman belajar siswa (Rezkyanti dkk., 2025).

Subjek berkemampuan sedang dalam penelitian ini masih mampu membangun model aljabar dan melakukan perhitungan procedural, namun mengalami hambatan dalam representasi tabular dan verbal. Pola ini menunjukkan kesesuaian dengan temuan (Hajriyanto et al., 2024) yang menyatakan bahwa peserta didik dengan kemampuan matematis sedang sudah melakukan representasi verbal dengan baik, tetapi belum melakukan representasi gambar dan simbolik dengan baik.

Penelitian (Handayani et al., 2025; Yuhanni dkk., n.d.) memberikan gambaran yang lebih rinci tentang variasi kemampuan representasi siswa pada materi PLDV. Pada aspek simbolik, 40% siswa mampu menyusun persamaan dari soal cerita, 35% cukup mampu, dan 25% kurang atau tidak mampu. Pada aspek verbal, 25% siswa sangat sering, 55%

sering, dan 20% jarang menjelaskan penyelesaian soal. Temuan ini menunjukkan bahwa kemampuan representasi simbolik merupakan aspek yang paling dikuasai, sedangkan aspek visual dan keterkaitan antar representasi masih memerlukan penguatan, sebuah pola yang sangat sesuai dengan profil subjek sedang dalam penelitian ini, yang mampu menyelesaikan prosedur aljabar dengan baik namun mengalami kesulitan dalam mengorganisasi data ke dalam tabel yang bermakna.

Hal ini mungkin disebabkan oleh perbedaan konteks pembelajaran atau kurangnya latihan dalam mengomunikasikan ide matematis secara tertulis, bahwa kegiatan pembelajaran matematika sejauh ini masih belum memberikan peluang yang cukup bagi siswa untuk menampilkan representasinya sendiri, sehingga mengakibatkan perkembangan representasi siswa menjadi terhambat.

Subjek berkemampuan rendah dalam penelitian ini hanya menunjukkan kemampuan terbatas pada model aljabar dan perhitungan prosedural, namun masih mengalami hambatan signifikan pada penjelasan verbal.

Penelitian (Handayany dkk., 2025) memberikan perspektif yang sedikit berbeda, di mana siswa tingkat kemampuan "rendah" memiliki kemampuan representasi visual rendah, kemampuan representasi simbolik dan verbalnya sedang. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa kategori "rendah" pun memiliki spektrum yang luas—ada siswa yang masih mampu menunjukkan sebagian representasi, namun ada pula siswa yang mengalami kegagalan dalam membangun representasi. Faktor-faktor seperti kecemasan matematis

(*math anxiety*), lemahnya penguasaan prasyarat aljabar, dan kurangnya literasi matematis mungkin menjadi penyebab dari kondisi ini.

Keterkaitan antara kemampuan representasi matematis dengan media pembelajaran interaktif tidak dapat dipahami secara terpisah dari teori representasi semiotic (Nurseha, 2025; Suci Haryudita & Noer, 2020). Esensi dari aktivitas matematika terletak pada kemampuan siswa untuk melakukan konversi dan koordinasi antar berbagai register representasi, yaitu register verbal (bahasa sehari-hari), register simbolik (persamaan aljabar), register tabular (tabel), dan register grafis/visual (grafik). Keberhasilan siswa dalam memecahkan masalah matematis sangat bergantung pada kelancaran proses translasi antar register tersebut. Berbeda dengan media statis seperti buku teks atau papan tulis yang hanya menyajikan representasi secara terpisah dan pasif, media interaktif memungkinkan siswa untuk secara langsung memanipulasi variabel dan menyaksikan perubahan antar representasi secara simultan (*simultaneous linking*). Dengan demikian, media pembelajaran interaktif bukan sekadar alat bantu visualisasi, tetapi juga berfungsi untuk memfasilitasi koordinasi antar register representasi.

Temuan gradasi kemampuan representasi matematis ini memperkuat argumen bahwa integrasi media pembelajaran interaktif tidak cukup hanya berupa visualisasi statis. Bagi siswa berkemampuan rendah, media harus dilengkapi dengan *scaffolding* bertahap, seperti petunjuk langkah demi langkah, untuk membimbing mereka membangun representasi dasar. Hal ini sejalan dengan temuan Oktaria dkk., (2016) bahwa penggunaan media *software* GeoGebra dapat meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa pada materi PLDV. GeoGebra memungkinkan siswa

untuk memahami konsep-konsep matematis dengan lebih baik melalui visualisasi yang jelas dan interaktif.

Namun, temuan penelitian ini memberikan nuansa yang lebih bervariasi: efektivitas media interaktif sangat bergantung pada kesiapan kognitif siswa. Untuk siswa tinggi, media dapat difokuskan pada eksplorasi representasi ganda (*multiple representations*) yang menghubungkan grafik, tabel, dan persamaan secara simultan. Untuk siswa sedang, media perlu menyediakan bantuan visual untuk pengorganisasian data, seperti fitur pembuatan tabel atau grafik otomatis. Sedangkan untuk siswa rendah, media harus dimulai dari level representasi dasar dengan *scaffolding* yang intensif.

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan, dapat ditarik beberapa kesimpulan. Penelitian ini menegaskan bahwa integrasi media pembelajaran interaktif dalam materi PLDV sangat diperlukan untuk mengatasi hambatan translasi antar register representasi (verbal, simbolik, dan tabular), namun efektivitasnya tidak bersifat otomatis dan sangat bergantung pada kesesuaian desain media dengan tingkat kemampuan kognitif siswa. Temuan gradasi kemampuan menunjukkan bahwa bagi siswa berkemampuan tinggi, media efektif jika difokuskan pada eksplorasi representasi ganda secara simultan; bagi siswa berkemampuan sedang, media harus dilengkapi bantuan visual untuk pengorganisasian data guna mencegah kesalahan domain dan kekacauan struktur; sedangkan bagi siswa berkemampuan rendah, media hanya akan efektif jika dirancang dengan *scaffolding*

bertahap yang dimulai dari representasi paling konkret (animasi transformasi gambar ke simbol) untuk mengatasi representational stagnation akibat kecemasan matematis. Dengan demikian, media interaktif berfungsi sebagai jembatan epistemologis yang memfasilitasi koordinasi antar representasi sekaligus membimbing siswa melalui zona perkembangan proksimal secara adaptif. Oleh karena itu, inovasi pembelajaran ini merupakan langkah strategis yang mendesak, namun implementasinya menuntut pengembangan media yang diferensiatif dan adaptif, bukan sekadar visualisasi statis, serta memerlukan penelitian lanjutan untuk menguji efektivitasnya secara empiris melalui pendekatan eksperimental atau design-based research.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas PGRI Adi Buana Surabaya yang telah mendanai pelaksanaan penelitian ini, serta kepada guru dan pihak sekolah SMPN 40 Surabaya yang telah memfasilitasi peneliti dalam proses pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, N., Susantie, A. D., & Rdn, N. (2024). Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Melalui Problem Based Learning Berpendekatan Teaching At The Right Level Dan Tutor Sebaya. *Prosiding Webinar Penguatan Calon Guru Profesional*, 1023–1034.
- Andriani, N. L., & Fauziyah, N. (2024). Analisis Kemampuan Representasi Matematis Siswa Ditinjau Dari Kecemasan Matematika [Analysis Of Students' Mathematical Representation Ability In Terms Of

- Math Anxiety*]. *JOHME: Journal of Holistic Mathematics Education*, 8(2), 201–212. <https://doi.org/10.19166/johme.v8i2.8357>
- Annisa. (2023). *Literature Review: Pengaruh Pendekatan Realistik Dalam Pembelajaran Matematika Terhadap Pemahaman Konsep Siswa*. *DIKMAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 04(02), 2023. <https://jurnal.habi.ac.id/index.php/Dikmat>
- Arefaine, N., Michael, K., & Assefa, S. (2022). GeoGebra Assisted Multiple Representations for Enhancing Students' Representation Translation Abilities in Calculus. *Asian Journal of Education and Training*, 8(4), 121–130. <https://doi.org/10.20448/edu.v8i4.4309>
- Ayyıldız Altınbaş, A., Solak, S., & Ertekin, E. (2025). The effect of multiple representations-based and problem-based instruction in linear algebra on pre-service teachers' dimensions of understanding and self-efficacy perceptions. *Journal of Mathematics Teacher Education*. <https://doi.org/10.1007/s10857-025-09696-0>
- Bosque, J. S. (2025). Common Challenges' Students Face When Learning Linear Equation. *International Journal Of Multidisciplinary Research And Analysis*, 08(04). <https://doi.org/10.47191/ijmra/v8-i04-65>
- Chechan, B., Ampadu, E., & Pears, A. (2023). Effect of using Desmos on high school students' understanding and learning of functions. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(10). <https://doi.org/10.29333/ejmste/13540>
- Edelsbrunner, P. A., & Hofer, S. I. (2024). Examining and comparing the relation between representational competence and conceptual knowledge across four samples. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1459603>
- Fadhlurrahman, M. H. (2023). *NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0 Analysis of students' mathematical representative ability on dimensional space subject matter in terms of sociomathematical norms* (Vol. 6, Number 2). <https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/Gurmu>
- Gurmu, F., Tuge, C., & Hunde, A. B. (2024). Effects of GeoGebra-assisted instructional methods on students' conceptual understanding of geometry. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2379745>
- Hajriyanto, M. H., Ratnaningsih, N., & Rahayu, V. (2024). Analisis kemampuan representasi matematis Peserta didik pada materi relasi. *Primatika. J. Pend. Mat*, 13(1), 9–24. <https://doi.org/10.30872/primatika.v13i1>
- Handayani, A., Afiatunnisa, A., Maryono, I., Rizqiyani, R., Djati Bandung Jl Soekarno Hatta, G., Bandung, K., & Barat Indonesia, J. (2025). Kemampuan Representasi Matematis Ditinjau dari Tingkat Kemampuan Siswa dalam Penyelesaian Soal SPLDV. *Mathematics Education on Research*, 54.
- Haryani, F., & Hamidah, A. S. (2022). Exploring the Impact of Technology-Integrated Mathematics Worksheet in the Teaching and Learning during Covid-19 Pandemic. In *MATHEMATICS TEACHING RESEARCH JOURNAL 39 GOLDEN*

- FALL* (Vol. 14, Number 3). <https://www.desmos.com>
- Mukamba, E., & Makamure, C. (2020). Integration of GeoGebra in Teaching and Learning Geometric Transformations at Ordinary Level in Zimbabwe. *Contemporary Mathematics and Science Education*, 1(1), ep20001. <https://doi.org/10.30935/conmaths/8431>
- NCTM. (2000). NCTM. *Journal of Equine Veterinary Science*.
- Oktaria, M., Alam, A. K., & Sulistiawati, S. (2016). Penggunaan Media Software GeoGebra untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Siswa SMP Kelas VIII. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 7(1), 99–107. <https://doi.org/10.15294/kreano.v7i1.5014>
- Rezkyanti, Sitti Rahma Tahir, Nursakiah, N., & Ilhamsyah. (2025). Kemampuan Representasi Matematis Ditinjau dari Gaya Belajar Siswa. *Venn: Journal of Sustainable Innovation on Education, Mathematics and Natural Sciences*, 4(3), 284–292. <https://doi.org/10.53696/venn.v4i3.313>
- Ristiani, A., & Maryati, I. (2022). Kemampuan representasi matematis dan self-esteem siswa pada materi statistika (Vol. 1, Number 1).
- Sadik, A. (2008). Digital storytelling: A meaningful technology-integrated approach for engaged student learning. *Educational Technology Research and Development*, 56(4), 487–506. <https://doi.org/10.1007/s11423-008-9091-8>
- Sari, M., & Handayani, R. (2024). Analisis Kemampuan Representasi Matematis Siswa SMP Negeri 12 Kotabumi Pada Materi Statistika. *Eksponen*, 14(1), 48–62. <https://doi.org/10.47637/eksponen.v14i1.900>
- Sintia, & Effendi, K. N. S. (2022). Analisis Kemampuan Representasi Matematis Siswa Sman 1 Klari. 6(2), 143–153. <https://doi.org/10.36526/tr.v%0vi%i.2225>
- Susanti, W., & Sudiansyah. (2024). MENINGKATKAN PEMAHAMAN Konseptual Dan Keterampilan Prosedural Matematika Melalui Pendekatan Diferensiasi Berbantuan Lkpd Terstruktur. *Jurnal Pendidikan Matematika (AL KHAWARIZMI)*, 2(4), 61–70.
- Tashtoush, M., Wardat, Y., Al-Shannaq, M., AlAli, R., Saleh, S., & AL-Saud, K. (2023). Conceptual Understanding for Systems of Linear Equations: Difficulties and Challenges. *Information Sciences Letters*, 12(12), 2491–2503. <https://doi.org/10.18576/isl/121210>
- Tuyet, T. L. T., Trinh, T. P. T., Nguyen, H. T. T., Nguyen, T. C., & Tran, T. (2021). Analysis of Students' Ability to Accept M-Learning Technology: An Exploratory Study from High Schools in Vietnam. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(12), 86–103. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i12.22143>
- Wantika, R. R., & Sulistyaningtyas, A. D. (2024). Development of a GeoGebra-Assisted Transformation Geometry Textbook Development of a GeoGebra-Assisted Transformation Geometry Textbook. *Journal of Education and Learning Mathematics Research (JELMaR)*, 5(1), 92–96. <https://doi.org/https://doi.org/10.37303/jelmar.v5i1.128>
- Yohannes, A., & Chen, H. L. (2023).

GeoGebra in mathematics education: a systematic review of journal articles published from 2010 to 2020. In *Interactive Learning Environments* (Vol. 31, Number 9, pp. 5682–5697). Routledge.

<https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2016861>

Yuhanni, A., Zayyadi, M., & Dariyatul Aini, S. (n.d.). *Analisis Kemampuan Representasi Matematis Siswa SMP dalam Menyelesaikan Soal Sistem Persamaan Linear Dua Variabel* (Vol. 5, Number 2).