



PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS TPACK PADA MATERI PERSAMAAN LINEAR SATU VARIABEL DENGAN BANTUAN GEOGEBRA DAN QR CODE

Ratu Hadissya^{1✉}, Ria Deswita²

Info Artikel

Article History:

Received May 2026

Revised June 2026

Accepted July 2026

Keywords:

4D Model, GeoGebra, LKPD, QR Code, TPACK

How to Cite:

Hadissya, R., & Deswita, R. (2026). Pengembangan Lkpd Berbasis Tpack Pada Materi Persamaan Linear Satu Variabel dengan Bantuan Geogebra dan QR Code. *Jurnal Silogisme: Kajian Ilmu Matematika dan Pembelajarannya*, 11 (1), halaman (36-54).

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya tingkat kesulitan siswa dalam memahami konsep aljabar serta kurangnya pemanfaatan bahan ajar berbasis teknologi digital interaktif di sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) pada materi Persamaan Linear Satu Variabel (PLSV) dengan bantuan GeoGebra dan QR Code yang valid dan praktis. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model 4D yang dibatasi pada tahap Define (Pendefinisian), Design (Perancangan), dan Development (Pengembangan). Instrumen pengumpulan data terdiri dari lembar validasi ahli materi dan desain, serta angket respons untuk guru dan siswa. Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif untuk menentukan tingkat kevalidan dan kepraktisan produk. Uji coba dilakukan melalui dua tahap, yaitu uji kelompok kecil terhadap 10 siswa dan uji lapangan kelompok besar terhadap 28 siswa kelas VII SMP Negeri 1 Kerinci. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan memperoleh indeks validitas Aiken sebesar 0,81 yang termasuk dalam kategori validitas tinggi. Sementara itu, tingkat kepraktisan LKPD pada uji kelompok kecil memperoleh persentase skor respons sebesar 81,3% dengan kriteria praktis, dan pada uji lapangan kelompok besar memperoleh rata-rata gabungan sebesar 85,1% dengan kriteria sangat praktis. Dengan demikian, LKPD berbasis TPACK dengan bantuan GeoGebra dan QR Code ini dinyatakan valid dan praktis sehingga layak digunakan sebagai media inovatif untuk memfasilitasi pemahaman konsep matematika pada materi Persamaan Linear Satu Variabel.

Abstract

This research was motivated by the high level of student difficulty in understanding algebraic concepts and the lack of utilizing interactive digital technology-based learning materials in schools. This study aimed to develop a valid and practical student worksheet (LKPD) based on Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Linear Equations in One Variable (PLSV) topic assisted by GeoGebra and QR Code. The research method employed was Research and Development (R&D) using the 4D model, which was limited to the Define, Design, and Development stages. Data collection instruments consisted of expert validation sheets for content and design, as well as response questionnaires for teachers and students. The obtained data were analyzed both quantitatively and qualitatively to determine the product's validity and practicality. The product trials were conducted in two stages: a small group trial involving 10 students and a large group field trial involving 28 seventh-grade students of SMP Negeri 1 Kerinci. The results indicated that the developed LKPD achieved an Aiken validity index of 0.81, falling into the high validity category. Meanwhile, the practicality level of the LKPD in the small group trial obtained a response score percentage of 81.3% (practical category) and achieved a combined average of 85.1% (very practical category) in the large group field trial. Consequently, this TPACK-based LKPD assisted by GeoGebra and QR Code is declared valid and practical, making it highly feasible for use as an innovative medium to facilitate students' conceptual understanding of Linear Equations in One Variable.



PENDAHULUAN

Matematika merupakan ilmu dasar yang memiliki peranan penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di era modern. Pembelajaran matematika pada hakikatnya bermula dari penguasaan konsep, di mana pemahaman konsep matematis menjadi fondasi utama yang harus dimiliki siswa sebelum melangkah ke tingkatan berpikir yang lebih kompleks. Pemahaman konsep yang kuat sangat krusial karena memungkinkan siswa untuk mengidentifikasi objek, menyatakan ulang sebuah konsep, serta mengaplikasikan prosedur algoritma secara luwes dan akurat dalam menyelesaikan berbagai persoalan matematika. Terlebih pada materi aljabar yang cenderung abstrak, kemampuan pemahaman konsep berperan penting dalam melatih siswa berpikir logis, runtut, dan sistematis dalam mengonstruksi pengetahuan baru mereka. Hal ini sejalan dengan *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2020) yang menegaskan bahwa pemahaman konseptual merupakan salah satu kompetensi inti yang wajib dicapai dalam pembelajaran matematika. Penelitian dari Nurjanah et al. (2021) juga menyatakan bahwa penguasaan konsep menjadi aspek paling mendasar yang harus dikembangkan pada diri siswa agar mereka tidak terjebak dalam hafalan rumus prosedural semata. Pengembangan kemampuan pemahaman konsep ini memerlukan perangkat pembelajaran yang valid dan terdesain dengan baik agar mampu memfasilitasi kebutuhan rekonstruksi kognitif siswa secara optimal (Ariani et al., 2025; Putri et al., 2025). Hal ini sejalan dengan Rusliah et al. (2021) yang menyatakan bahwa penguasaan konsep dasar siswa harus distimulasi melalui aktivitas belajar yang terstruktur dan terarah. Oleh karena itu, penguasaan konsep dasar aljabar siswa harus distimulasi melalui aktivitas belajar yang terarah dan bermakna di kelas.

Namun, pada kenyataannya, berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara yang dilakukan di sekolah, pemahaman konsep aljabar siswa masih tergolong rendah. Siswa masih sering mengalami kesulitan saat diminta mengidentifikasi variabel, mengubah kalimat cerita menjadi model matematika, hingga menyelesaikan persamaan aljabar yang menuntut tahapan analisis. Kesulitan siswa dalam menghadapi persoalan aljabar, khususnya yang berkaitan dengan materi yang abstrak atau membutuhkan penalaran logis seperti PLSV, sering kali dipicu oleh kurangnya pemahaman konsep yang mendasar (Armanza & Asyhar, 2020; Rohim & Prayogi, 2023). Menurut Deswita et al. (2021), hambatan belajar (*learning obstacle*) ini kerap muncul karena minimnya jembatan visual pada materi aljabar. Oleh karena itu, proses pembelajaran dalam penelitian ini diarahkan secara runtut melalui bantuan visualisasi dinamis GeoGebra dan suplemen digital QR Code guna menjembatani keabstrakan konsep aljabar tersebut menjadi representasi yang lebih konkret. Selain itu, proses pembelajaran matematika di kelas juga masih cenderung konvensional dan kurang menarik, sehingga siswa menjadi pasif dan kurang terlibat aktif. Hal ini sejalan dengan penelitian Hadi & Sobri (2025) yang menyatakan bahwa rendahnya penguasaan materi siswa disebabkan oleh pembelajaran yang kurang melibatkan siswa secara aktif. Selain itu, menurut Pratidina & Nindiasari (2023), pembelajaran yang kurang memberikan ruang eksplorasi berbasis teknologi kepada siswa dapat menghambat perkembangan pemahaman konsep mereka. Hal ini diperkuat oleh Rahmawati et al. (2022) yang menyatakan bahwa pembelajaran yang tidak kontekstual dan minim pemanfaatan media digital menyebabkan siswa kesulitan dalam memahami serta mengaitkan konsep matematika pada materi aljabar.

Rendahnya kemampuan siswa dalam memahami materi aljabar juga dipengaruhi oleh penggunaan bahan ajar yang kurang inovatif dan belum memanfaatkan teknologi secara optimal. Berdasarkan hasil observasi di lapangan, penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) masih bersifat konvensional dan didominasi metode ceramah. Padahal, materi abstrak seperti Persamaan Linear Satu Variabel (PLSV) sangat membutuhkan visualisasi dinamis agar siswa tidak terjebak dalam kesulitan prosedural hitungan. Minimnya pemanfaatan teknologi seperti GeoGebra untuk visualisasi konsep dan QR Code untuk akses suplemen digital berdampak pada rendahnya motivasi serta keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran matematika. Hal ini sejalan dengan Sari et al. (2022) yang menyatakan bahwa kurangnya inovasi bahan ajar menyebabkan rendahnya keterlibatan siswa



dalam pembelajaran. Selain itu, Nurhamidah (2021) mengungkapkan bahwa minimnya pemanfaatan teknologi berdampak pada rendahnya hasil belajar siswa karena bahan ajar yang kurang menarik dapat menyebabkan rendahnya motivasi dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran matematika. Tantangan ini semakin nyata karena siswa di sekolah saat ini merupakan bagian dari Generasi Alpha yang memiliki preferensi kuat terhadap aspek multimedia dan interaktivitas digital, sehingga bahan ajar konvensional tidak lagi optimal dalam memfasilitasi kebutuhan belajar mereka (Aisyah et al., 2026). Oleh karena itu, guru dituntut untuk memiliki perspektif yang luas dalam mengintegrasikan teknologi digital demi menciptakan pembelajaran aljabar yang bermakna (Bustaren et al., 2025).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah melalui pengembangan bahan ajar inovatif berupa LKPD berbasis TPACK. LKPD merupakan bahan ajar yang dapat membantu siswa belajar secara mandiri melalui aktivitas yang terstruktur. LKPD yang dirancang dengan baik tidak hanya berisi latihan soal, tetapi juga dapat mengarahkan siswa untuk mengeksplorasi masalah, menemukan ciri-ciri konsep, mendesain model matematika, serta memverifikasi hasil secara sistematis. Menurut Santoso & Kadeni (2022), penggunaan LKPD dapat meningkatkan aktivitas belajar siswa. Selain itu, Mutmainnah et al. (2022) menunjukkan bahwa LKPD interaktif dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika. Pemanfaatan platform digital dalam merancang LKPD terbukti mampu menghasilkan bahan ajar yang efektif dan menarik minat belajar siswa (Said et al., 2023).

Seiring dengan perkembangan teknologi, pengembangan LKPD perlu diintegrasikan secara utuh dengan pendekatan *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) melalui bantuan media spesifik seperti GeoGebra dan QR Code. Salah satu pendekatan yang relevan adalah *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK), yaitu kerangka kerja yang mengintegrasikan pengetahuan *teknologi*, *pedagogi*, dan *konten* dalam pembelajaran (Mishra & Koehler dalam Rahmadi, 2019). Penelitian Zulnaidi et al. (2020) menunjukkan bahwa penerapan teknologi dalam TPACK mampu meningkatkan kualitas pembelajaran matematika. Selain itu, Pratama et al. (2023) menyatakan bahwa integrasi teknologi melalui pendekatan TPACK dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dan keterlibatan siswa. Dalam penelitian ini, GeoGebra digunakan sebagai alat bantu utama bagi siswa untuk memvisualisasikan konsep matematika yang abstrak pada materi PLSV secara dinamis, sehingga memudahkan pemahaman konsep aljabar secara nyata (Monalisa et al., 2023; Nasution et al., 2024). Sementara itu, QR Code diintegrasikan langsung ke dalam halaman LKPD cetak sebagai akses cepat dan praktis menuju video pembelajaran atau simulasi interaktif, yang memfasilitasi fleksibilitas serta kemandirian belajar siswa secara mandiri (Meika et al., 2025; Milala et al., 2022), serta mampu mendukung kemandirian belajar peserta didik sesuai dengan hasil penelitian Ningsih & Deswita (2023).

Penelitian mengenai pengembangan LKPD berbasis teknologi dan TPACK telah banyak dilakukan. Penelitian Nurjanah et al. (2021) menunjukkan bahwa LKPD berbasis TPACK dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa. Selain itu, Pakpahan et al. (2022) menyatakan bahwa integrasi teknologi dalam LKPD mampu meningkatkan motivasi belajar siswa. Namun demikian, penelitian yang secara khusus berfokus pada pengembangan LKPD berbasis TPACK yang mengintegrasikan kombinasi GeoGebra dan QR Code khusus pada materi Persamaan Linear Satu Variabel (PLSV) masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan dalam menghadirkan perangkat pembelajaran cetak-digital yang adaptif, terstruktur, dan fungsional guna memangkas kesulitan belajar serta menguatkan pemahaman konsep dasar siswa pada materi PLSV.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan pengembangan LKPD berbasis TPACK pada materi Persamaan Linear Satu Variabel dengan bantuan GeoGebra dan QR Code guna mendukung pembelajaran matematika yang lebih interaktif, inovatif, dan mandiri. Adapun tujuan penelitian ini adalah mengembangkan LKPD berbasis TPACK pada materi Persamaan Linear Satu Variabel dengan bantuan GeoGebra dan QR Code yang memenuhi kriteria valid dan praktis. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis sebagai referensi pengembangan bahan ajar matematika berbasis

TPACK, serta kontribusi praktis dalam membantu guru menyediakan perangkat pembelajaran digital yang adaptif bagi siswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D yang meliputi tahap *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran). Namun, penelitian ini dibatasi sampai pada tahap *develop* (pengembangan). Pembatasan tahapan dalam model pengembangan ini umum dilakukan dalam penelitian pendidikan jika fokus utama riset adalah menghasilkan produk yang teruji secara kualitas kelayakannya (Plomp, 2013). Metode ini digunakan untuk menghasilkan produk berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) pada materi Persamaan Linear Satu Variabel (PLSV) dengan bantuan GeoGebra dan QR Code. Penelitian difokuskan pada pengujian validitas dan kepraktisan produk tanpa melakukan uji efektivitas karena keterbatasan waktu serta fokus penelitian yang menitikberatkan pada pengembangan produk. Uji coba produk dilakukan pada siswa kelas VII D SMP Negeri 1 Kerinci.

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi lembar validasi, angket respon siswa, dan angket respons guru. Dalam hal ini, aktivitas dalam LKPD disusun untuk menuntun siswa memahami konsep aljabar secara sistematis melalui visualisasi interaktif GeoGebra dan suplemen materi yang diakses via QR Code. Lembar validasi digunakan untuk menilai kelayakan LKPD berdasarkan aspek isi, penyajian, bahasa, desain, dan kesesuaian dengan pendekatan TPACK. Sementara itu, angket respons disusun menggunakan skala Likert 4 poin untuk mengukur tingkat kepraktisan LKPD (Sugiyono, 2019). Penggunaan instrumen berupa lembar validasi ahli dan angket respons pengguna ini krusial untuk memastikan bahwa bahan ajar yang dikembangkan benar-benar valid secara teoritis dan praktis saat diimplementasikan di kelas (Ariani et al., 2025; Putri et al., 2025). Validasi dilakukan oleh ahli pendidikan matematika, sedangkan reliabilitas instrumen dianalisis menggunakan koefisien Cronbach Alpha (Arikunto, 2018).

Teknik analisis data dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif diperoleh dari hasil validasi ahli serta angket respons siswa dan guru yang dianalisis menggunakan persentase untuk menentukan tingkat kevalidan dan kepraktisan produk. Sementara itu, data kualitatif diperoleh dari saran dan komentar validator yang dianalisis secara deskriptif sebagai pendukung hasil penelitian. Pendekatan analisis kombinasi ini digunakan agar revisi produk dapat dilakukan secara komprehensif, baik berdasarkan angka capaian kelayakan maupun masukan naratif dari para pakar (Luthfi & Rakhmawati, 2022).

Data validitas diperoleh dari hasil penilaian para validator terhadap instrumen penelitian. Analisis validitas dilakukan menggunakan Indeks Aiken dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Instrumen validasi LKPD terdiri atas 15 butir pernyataan untuk aspek respons pengguna serta 28 butir pernyataan untuk kelayakan produk yang disusun menggunakan skala Likert 4 kategori, yaitu 1 (sangat tidak setuju), 2 (tidak setuju), 3 (setuju), dan 4 (sangat setuju). Penerapan analisis data kuantitatif yang ketat ini bertujuan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran matematika berbasis teknologi yang teruji secara empiris sebelum digunakan secara luas (Milala et al., 2022; Said et al., 2023).

Rumus yang digunakan untuk menghitung indeks validitas adalah :

$$V = \frac{\sum s}{n(c - 1)}$$

Keterangan:

V = indeks kesepakatan penilai mengenai validitas item.

s = skor penilai dikurangi skor terendah dalam kategori.

n = jumlah penilai.

c = jumlah kategori penilaian.

Setelah perhitungan dilakukan, kesimpulan diambil berdasarkan kriteria persentase yang disajikan pada Tabel 1 di bawah ini menurut Putri et al. (2025) :

Tabel 1. Kriteria Validitas

No	Skor Indeks	Kriteria
1	$V > 0,8$	Validitas Tinggi
2	$0,4 < V \leq 0,8$	Validitas Sedang
3	$V \leq 0,4$	Validitas Rendah

Berdasarkan kriteria tersebut, instrumen penelitian atau perangkat pembelajaran yang dikembangkan dinyatakan layak dan dapat digunakan dalam penelitian apabila memenuhi batas minimal kategori validitas sedang ($0,4 < V \leq 0,8$). Data kepraktisan ditentukan berdasarkan kuesioner yang diisi oleh guru dan siswa, yang terdiri dari 15 pertanyaan dengan skala Likert 4 kategori: 1 (Sangat Tidak Setuju), 2 (Tidak Setuju), 3 (Setuju), dan 4 (Sangat Setuju). Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan rumus persentase :

$$P = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

Keterangan:

P = persentase kepraktisan.

R = total skor yang diperoleh.

SM = skor maksimum.

Setelah perhitungan selesai, kesimpulan diambil berdasarkan hasil kriteria persentase yang disajikan pada Tabel 2 menurut Milala et al. (2022) :

Tabel 2. Kriteria Kepraktisan LKPD

No	Tingkat Pencapaian (%)	Kriteria
1	$85 \leq P \leq 100$	Sangat Praktis
2	$75 \leq P < 85$	Praktis
3	$60 \leq P < 75$	Cukup Praktis
4	$55 \leq P < 60$	Kurang Praktis
5	$0 \leq P < 55$	Tidak Praktis

Berdasarkan data kriteria kepraktisan yang disajikan pada Tabel 2, tingkat pencapaian persentase tersebut digunakan sebagai standar acuan untuk menilai sejauh mana LKPD yang dikembangkan dapat diimplementasikan dengan mudah dalam pembelajaran di kelas. Berdasarkan standar tersebut pula, suatu perangkat pembelajaran dinyatakan telah memenuhi syarat minimal kepraktisan lapangan apabila berhasil mencapai kategori 'Cukup Praktis' dengan rentang persentase $60\% \leq P < 75\%$. Apabila perolehan skor berada di bawah ambang batas tersebut, maka produk dinilai belum siap pakai dan memerlukan revisi mendasar. Melalui acuan ini, hasil akumulasi angket respons guru dan siswa yang terdiri dari 15 pernyataan akan dikonversikan untuk membuktikan secara empiris bahwa LKPD berbasis TPACK ini tidak hanya valid secara teoretis, tetapi juga aplikatif saat digunakan oleh subjek penelitian.

HASIL

Penelitian ini menghasilkan sebuah produk berupa LKPD pada materi Persamaan Linear Satu Variabel (PLSV). LKPD ini dirancang dalam bentuk cetak namun tetap modern karena dilengkapi dengan *QR Code* agar siswa bisa mengakses video penjelasan dan simulasi matematika secara digital. Dalam proses pembuatannya, peneliti menggunakan model pengembangan 4D yang terdiri dari tahap *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), dan *Development* (Pengembangan). Tahap *Disseminate* (Penyebaran) tidak dilakukan karena adanya keterbatasan waktu dan biaya di lapangan. Pembatasan ini sejalan dengan beberapa penelitian R&D sejenis yang berfokus pada pencapaian kualitas validitas dan

kepraktisan produk sebelum masuk ke ranah penyebaran massal (Cahya & Siregar, 2023; Pangestuti et al., 2025).

1. Tahap *Define* (Pendefinisian)

Langkah awal yang dilakukan peneliti adalah mengamati proses belajar mengajar di kelas 7D. Peneliti menemukan bahwa siswa membutuhkan media yang lebih interaktif untuk memahami materi PLSV. Guru masih cenderung menggunakan metode ceramah, sehingga diperlukan inovasi berupa LKPD berbasis TPACK dengan bantuan GeoGebra dan QR Code agar visualisasi konsep aljabar siswa bisa lebih terasah melalui bantuan teknologi. Analisis Siswa yang bertujuan untuk melihat karakteristik 28 siswa di kelas 7D. Hasilnya menunjukkan bahwa siswa lebih cepat menangkap materi jika dibantu dengan visualisasi digital. Kebutuhan akan visualisasi ini melandasi keputusan peneliti untuk mengintegrasikan GeoGebra, guna mengubah konsep abstrak matematika menjadi representasi yang lebih nyata dan dinamis (Monalisa et al., 2023; Nasution et al., 2024). Oleh karena itu, peneliti merancang LKPD yang menggunakan aplikasi GeoGebra agar siswa tidak hanya menghitung, tetapi juga bisa melihat konsep persamaan secara nyata.

Peneliti merinci tugas-tugas yang harus dikuasai siswa agar sesuai dengan kurikulum. Tugas dalam LKPD ini disusun sedemikian rupa untuk melatih kemandirian siswa dalam menyelesaikan masalah matematika, mulai dari tingkat yang sederhana hingga soal yang memicu cara berpikir kritis. Hal yang dilakukan selanjutnya yaitu penyusunan materi PLSV secara sistematis. Konsep-konsep penting seperti variabel, konstanta, dan cara menyeimbangkan ruas kiri-kanan dipetakan agar selaras dengan fitur-fitur yang ada di GeoGebra dan penjelasan di dalam video YouTube. Peneliti menetapkan target pencapaian siswa setelah menggunakan LKPD ini. Tujuannya agar setiap langkah dalam LKPD benar-benar mengarah pada pencapaian indikator penguasaan materi Persamaan Linear Satu Variabel siswa sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah ditentukan.

2. Tahap *Design* (Perancangan)

Tahap ini difokuskan pada pembuatan kerangka LKPD berbasis TPACK. Peneliti menyatukan konten materi dengan teknologi seperti YouTube untuk materi pengantar dan GeoGebra untuk kegiatan inti. Langkah-langkahnya adalah:

- a. Menyusun ide dan masalah kontekstual terkait PLSV yang dekat dengan kehidupan siswa. Rancangan tata letak (layout) dan estetika visual LKPD didesain menggunakan aplikasi Canva untuk meningkatkan daya tarik dan motivasi belajar siswa (Said et al., 2023).
- b. Membuat rancangan visual (tata letak) yang menarik menggunakan bantuan aplikasi Canva.
- c. Mengintegrasikan QR Code ke dalam halaman LKPD sebagai akses cepat ke media pembelajaran digital.

3. Tahap *Development* (Pengembangan)

Tahap *development* merupakan tahap pengembangan produk berupa LKPD berbasis *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) pada materi Persamaan Linear Satu Variabel (PLSV). Secara garis besar, tahapan pengembangan ini diawali dengan perancangan draf awal LKPD menggunakan aplikasi Canva untuk menyusun tata letak (*layout*) dan visualisasi materi secara interaktif. Selanjutnya, peneliti mengintegrasikan aspek teknologi berupa penyisipan tautan simulasi matematika berbantuan aplikasi GeoGebra serta pembuatan QR Code yang terhubung langsung ke video penjelasan materi di YouTube sebagai media pengantar bagi siswa. Melalui kombinasi ini, LKPD dirancang untuk mendukung pembelajaran mandiri peserta didik serta memfasilitasi peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa secara digital (Meika et al., 2025; Saltifa et al., 2023). Setelah draf awal produk selesai disusun secara komprehensif, proses dilanjutkan ke tahap validasi oleh para ahli untuk mengetahui tingkat kelayakan perangkat sebelum diujicobakan secara terbatas di lapangan.

Validasi dilakukan oleh ahli materi, ahli desain, ahli bahasa, dan ahli praktisi. Validator menilai aspek isi materi, tampilan desain, penggunaan bahasa, serta kesesuaian integrasi teknologi pada LKPD berbasis TPACK. Hasil validasi dari para ahli disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Validitas

No	Validator	Skor (R)	Butir Soal	Skor Maks (n(c-1))	Indeks V
1	Ahli materi	30	9	27	0,78
2	Ahli Bahasa	26	8	24	0,75
3	Ahli Desain	27	8	24	0,83
4	Ahli Praktisi	37	10	30	0,90
Rata -rata Gabungan					0,81

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh rata-rata gabungan indeks Aiken sebesar 0,81. Sesuai dengan kriteria validitas dari Putri et al. (2025) pada Tabel 1, hasil ini menunjukkan bahwa LKPD berbasis TPACK memiliki Validitas Tinggi ($V > 0,8$). Peningkatan skor pada ahli materi dan ahli desain memastikan bahwa perangkat pembelajaran ini telah memenuhi standar kelayakan yang sangat baik. Dengan indeks yang tinggi pada aspek desain (0,83) dan praktisi (0,90), LKPD ini dinyatakan sangat layak untuk diimplementasikan dalam pembelajaran guna memfasilitasi penemuan konsep dan pemahaman materi PLSV secara interaktif.

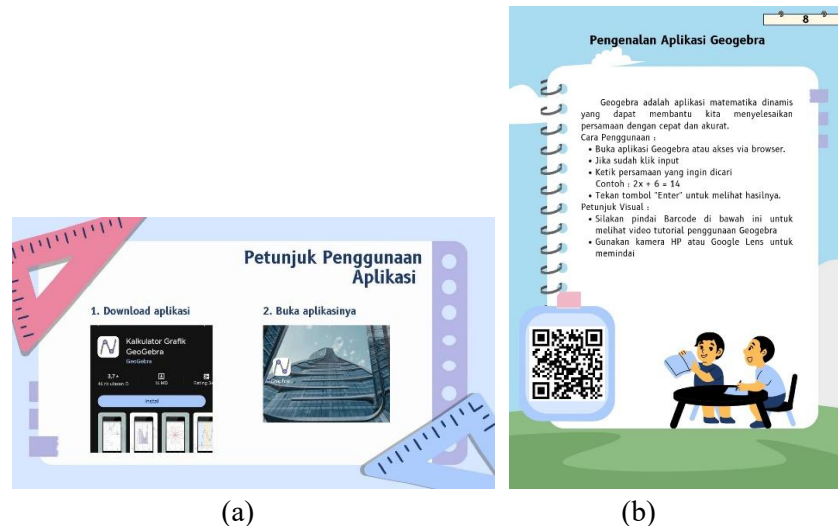
Berdasarkan hasil validasi, para validator memberikan beberapa saran dan masukan terhadap LKPD berbasis TPACK yang dikembangkan. Revisi dilakukan untuk menyempurnakan aspek tampilan, penyajian materi, penggunaan media pembelajaran, serta integrasi teknologi agar LKPD lebih interaktif dan mudah dipahami oleh peserta didik. Selain itu, revisi juga dilakukan untuk memperkuat pemahaman konsep Persamaan Linear Satu Variabel melalui penyajian soal kontekstual dan langkah penyelesaian yang lebih sistematis. Adapun hasil revisi berdasarkan masukan validator disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Revisi LKPD Berdasarkan Masukan Validator

No	Masukan Validator	Tindak Lanjut/Revisi
1	LKPD perlu mengenalkan aplikasi GeoGebra kepada siswa secara visual.	Ditambahkan QR Code yang berisi pengenalan aplikasi GeoGebra agar siswa lebih mudah memahami fungsi dan penggunaan aplikasi dalam pembelajaran.
2	Materi perlu dilengkapi dengan media pembelajaran mandiri.	Ditambahkan video pembelajaran berbasis YouTube yang dapat diakses melalui QR Code untuk membantu siswa belajar secara mandiri.
3	Tampilan LKPD perlu dibuat lebih menarik.	Ditambahkan ilustrasi gambar dan desain visual yang lebih menarik agar meningkatkan minat belajar siswa.
4	Penggunaan GeoGebra sebaiknya dipaparkan pada kegiatan 2.	Penjelasan dan penggunaan GeoGebra dipaparkan secara lebih rinci pada kegiatan 2 pembelajaran.
5	LKPD perlu lebih menonjolkan indikator pemahaman konsep aljabar siswa.	Ditambahkan soal berbasis masalah kontekstual dan langkah aktivitas yang mengarahkan siswa untuk mengidentifikasi variabel, mentransformasikan situasi nyata ke dalam model matematika (persamaan), serta menerapkan prosedur penyelesaian secara tepat.

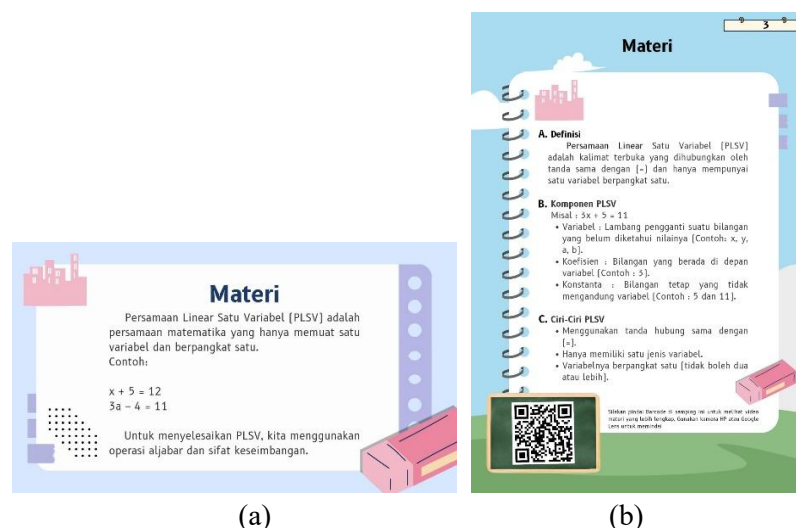
Berdasarkan rincian rubrik validasi yang dipaparkan pada Tabel 1, instrumen ini menetapkan standar minimal kelayakan produk untuk digunakan dalam penelitian. Peneliti menetapkan kesepakatan bahwa perangkat pembelajaran atau LKPD berbasis TPACK dinyatakan valid dan layak uji apabila memperoleh nilai validitas minimal kategori 'Tinggi' dengan koefisien indeks Aiken ($V \geq 0,80$). Ketetapan batas ambang validitas tinggi ($V \geq 0,80$) ini dipilih guna memastikan bahwa produk yang dikembangkan benar-benar memiliki tingkat akurasi materi dan desain yang representatif serta reliabel sebelum diimplementasikan secara terbatas. Apabila hasil penilaian para ahli berada di bawah kategori tersebut, maka peneliti wajib melakukan revisi produk secara komprehensif hingga memenuhi kriteria validitas yang disepakati (Meika et al., 2025; Putri et al., 2025). Adapun tampilan sebelum dan sesudah revisi LKPD disajikan sebagai berikut :

- a. Validator menyarankan agar LKPD memperkenalkan aplikasi GeoGebra secara visual kepada peserta didik agar mereka lebih mudah memahami fungsi aplikasi dalam pembelajaran matematika. Oleh karena itu, peneliti menambahkan QR Code yang terhubung dengan pengenalan penggunaan GeoGebra sehingga peserta didik dapat mengakses informasi secara langsung dan mandiri.



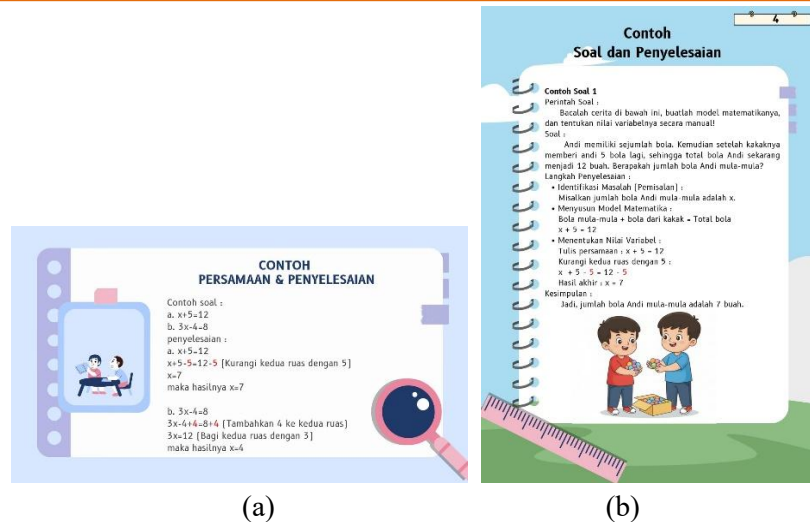
Gambar 1. (a) Tampilan LKPD sebelum revisi dan (b) tampilan LKPD setelah revisi pada bagian pengenalan aplikasi GeoGebra

- b. Validator menyarankan agar materi dilengkapi dengan media pembelajaran tambahan yang dapat membantu peserta didik belajar secara mandiri. Berdasarkan saran tersebut, peneliti menambahkan video pembelajaran berbasis YouTube yang dapat diakses melalui QR Code pada LKPD.



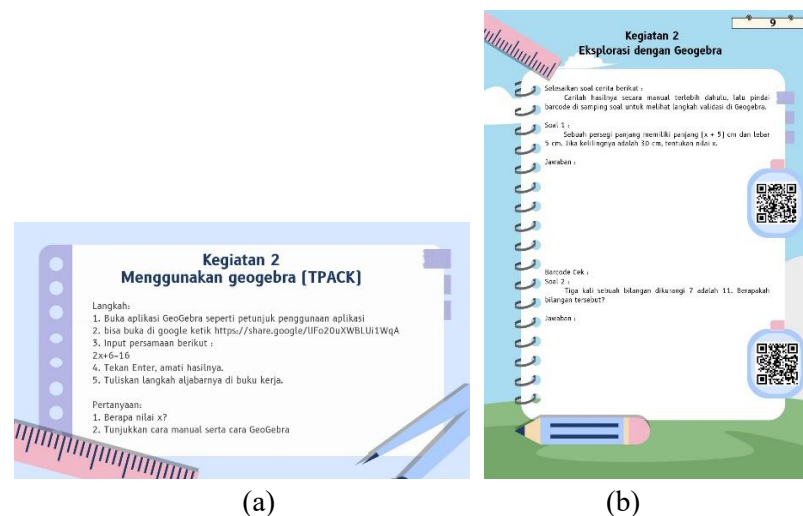
Gambar 2. (a) Tampilan LKPD sebelum revisi dan (b) tampilan LKPD setelah revisi pada penambahan video pembelajaran berbasis QR Code

- c. Validator memberikan masukan agar tampilan LKPD dibuat lebih menarik sehingga dapat meningkatkan minat belajar peserta didik. Oleh karena itu, peneliti menambahkan ilustrasi gambar serta memperbaiki desain visual LKPD agar lebih komunikatif dan mudah dipahami.



Gambar 3. (a) Tampilan LKPD sebelum revisi dan (b) tampilan LKPD setelah revisi pada ilustrasi dan desain LKPD

- d. Validator menyarankan agar penggunaan GeoGebra dipaparkan secara lebih jelas pada kegiatan 2 pembelajaran. Berdasarkan masukan tersebut, peneliti memperbaiki struktur kegiatan pembelajaran dengan menempatkan penggunaan GeoGebra secara lebih sistematis pada kegiatan 2.

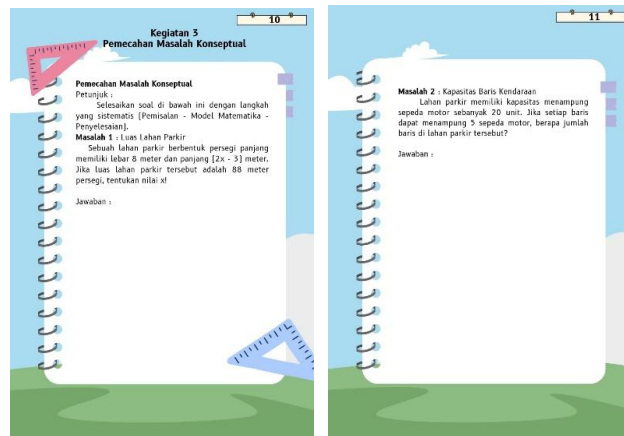


Gambar 4. (a) Tampilan LKPD sebelum revisi dan (b) tampilan LKPD setelah revisi pada penggunaan GeoGebra di kegiatan 2

- e. Ditambahkan soal berbasis masalah kontekstual dan langkah aktivitas yang mengarahkan siswa pada proses mengidentifikasi variabel (objek aljabar), menyatakan ulang situasi nyata ke dalam bentuk model matematika formal, serta memverifikasi kebenaran nilai persamaan menggunakan GeoGebra.



(a)



(b)

Gambar 5. (a) Tampilan LKPD sebelum revisi dan (b) tampilan LKPD setelah revisi pada bagian aktivitas pemecahan masalah kontekstual materi PLSV

Setelah dilakukan revisi berdasarkan masukan para validator, LKPD berbasis *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) selanjutnya diuji cobakan pada kelompok kecil (*small group trial*) yang melibatkan 10 peserta didik kelas VII. Uji coba ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kepraktisan awal LKPD sebelum diterapkan pada kelompok yang lebih besar. Penilaian kepraktisan dilakukan melalui pengisian angket respons peserta didik yang mencakup aspek kemudahan penggunaan, kejelasan petunjuk, tampilan LKPD, serta keterbantuan media pembelajaran dalam memahami materi. Berdasarkan hasil pengisian angket respons peserta didik, diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil Uji Kepraktisan kelompok kecil

Responden	Skor Perolehan (R)	Skor Maksimal (SM)	Presentase (P)
Peserta didik	488	600	81,3%

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh hasil uji coba kelompok kecil (*small group trial*) yang melibatkan 10 peserta didik kelas VII. Hasil analisis menunjukkan bahwa LKPD berbasis *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) memperoleh persentase kepraktisan sebesar 81,3%. Berdasarkan kriteria kepraktisan menurut Milala et al. (2022) pada Tabel 2, persentase tersebut termasuk dalam kategori praktis. Hasil ini menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan telah memenuhi aspek kemudahan penggunaan, kejelasan instruksi, serta keterbacaan materi bagi peserta didik .

Meskipun telah memenuhi kategori praktis, hasil pada tahap uji coba kelompok kecil tetap dijadikan sebagai bahan evaluasi untuk melakukan penyempurnaan minor sebelum dilanjutkan pada tahap uji coba kelompok besar. Penyempurnaan tersebut dilakukan agar LKPD yang dikembangkan dapat digunakan secara lebih optimal dalam proses pembelajaran.

Setelah dinyatakan layak oleh para ahli dan memenuhi kategori praktis pada uji coba kelompok kecil, LKPD berbasis TPACK selanjutnya diuji coba pada kelompok besar untuk mengetahui tingkat kepraktisan produk saat digunakan secara langsung dalam pembelajaran. Uji kepraktisan dilakukan terhadap 28 siswa kelas VII D sebagai pengguna utama LKPD. Peserta didik diminta mengisi angket respons untuk menilai aspek kemudahan penggunaan LKPD, kejelasan instruksi video pembelajaran, serta pemanfaatan GeoGebra dalam membantu memahami konsep Persamaan Linear Satu Variabel. Adapun hasil uji kepraktisan yang diperoleh disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Kepraktisan

Responden	Skor Perolehan (R)	Skor Maksimal (SM)	Presentase (P)
Peserta didik	1347	1680	80,2%
Guru	54	60	90,0%
Hasil Kepraktisan			85,1%

Berdasarkan Tabel 6, diperoleh rata-rata gabungan persentase kepraktisan dari respons siswa (80,2%) dan respons guru (90,0%) adalah sebesar 85,1%. Berdasarkan kriteria dari Milala et al. (2022) pada Tabel 2, hasil rata-rata gabungan tersebut masuk ke dalam kategori sangat praktis. Meskipun persentase respons siswa pada kelompok besar (80,2%) sedikit berbeda dibanding kelompok kecil (81,3%) karena cakupan jumlah responden yang lebih luas di kelas, namun secara keseluruhan nilai rata-rata gabungan (85,1%) menunjukkan peningkatan kriteria menjadi "Sangat Praktis" berkat tingginya penilaian kepraktisan dari sudut pandang guru. Capaian ini menunjukkan bahwa LKPD tidak hanya valid secara teoretis, tetapi juga mudah digunakan dan efisien dalam pelaksanaan pembelajaran di kelas. Hal ini sejalan dengan pendapat Arikunto (2021) bahwa tingkat kepraktisan yang tinggi menjadi indikator penting dalam menjamin keberhasilan implementasi suatu perangkat pembelajaran.

Tingginya tingkat kepraktisan LKPD ini dipengaruhi oleh beberapa aspek, di antaranya kejelasan petunjuk penggunaan, sistematika penyajian materi yang terstruktur, serta integrasi teknologi yang mendukung proses pembelajaran. Pemanfaatan media seperti GeoGebra membantu siswa dalam memvisualisasikan konsep matematika secara lebih konkret, sehingga memudahkan mereka dalam memahami materi Persamaan Linear Satu Variabel. Selain itu, penggunaan QR Code memungkinkan siswa mengakses video pembelajaran dan sumber belajar tambahan dengan lebih cepat dan praktis, sehingga meningkatkan kemandirian belajar siswa. Penyusunan komponen instrumen kepraktisan yang komprehensif ini sangat krusial untuk mengevaluasi keterbacaan dan kemudahan operasional media digital saat diimplementasikan langsung oleh guru dan siswa (Ferdin et al., 2025; Ulya et al., 2025).

Selain itu, integrasi teknologi yang adaptif terbukti menjadi faktor kunci yang mendukung kepraktisan proses pembelajaran. Pemanfaatan media seperti GeoGebra membantu siswa dalam memvisualisasikan konsep matematika secara lebih konkret, sehingga memudahkan mereka dalam memahami materi Persamaan Linear Satu Variabel (PLSV). Hal ini diperkuat oleh penelitian Monalisa et al. (2023) dan Nasution et al. (2024) yang menyatakan bahwa visualisasi dinamis melalui GeoGebra efektif memangkas kesulitan prosedural siswa dan mempermudah pemahaman konsep matematika yang abstrak. Di samping itu, penggunaan *QR Code* dalam bahan ajar cetak ini memungkinkan siswa mengakses video pembelajaran dan sumber belajar tambahan dengan lebih cepat dan praktis, sehingga secara signifikan meningkatkan kemandirian belajar siswa. Pemanfaatan kombinasi perangkat digital interaktif semacam ini terbukti memberikan fleksibilitas belajar yang tinggi bagi siswa (Meika et al., 2025; Saltifa et al., 2023).

Dari sisi pengguna, respons siswa menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan mampu meningkatkan keterlibatan dan keaktifan mereka dalam proses pembelajaran. Siswa tidak hanya mengikuti instruksi secara pasif, tetapi juga aktif dalam mengeksplorasi materi, berdiskusi, dan menyelesaikan masalah yang diberikan. Aktivitas eksplorasi berbasis masalah kontekstual yang dihadirkan dalam LKPD ini memberikan ruang bagi siswa untuk melatih tahapan berpikir sistematis

dalam memecahkan persoalan matematis (Ariani et al., 2025). Hal ini menunjukkan bahwa LKPD berbasis TPACK yang dikembangkan telah memenuhi aspek kemudahan penggunaan (*usability*), daya tarik (*attractiveness*), serta kebermanfaatan (*usefulness*) dalam pembelajaran matematika.

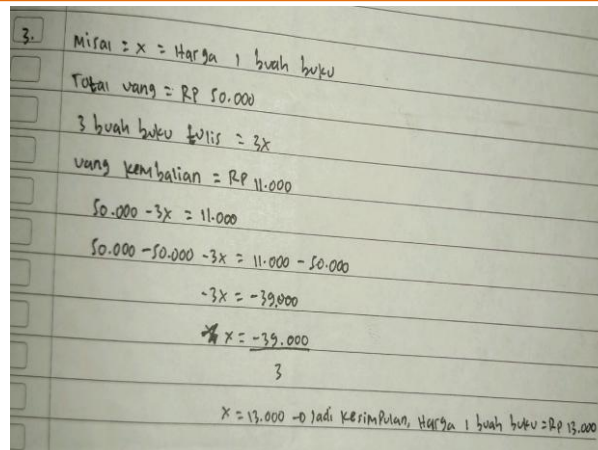
Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa LKPD berbasis TPACK pada materi PLSV yang dikembangkan memiliki tingkat kepraktisan yang sangat tinggi dan layak digunakan sebagai salah satu alternatif bahan ajar inovatif dalam pembelajaran matematika, khususnya dalam mendukung kemampuan pemecahan masalah matematis siswa kelas VII.

PEMBAHASAN

Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) pada materi Persamaan Linear Satu Variabel (PLSV) dengan bantuan GeoGebra dan QR Code dilakukan sebagai upaya untuk menghadirkan inovasi pembelajaran melalui integrasi teknologi yang adaptif dalam pembelajaran matematika. Menurut Koehler dan Mishra (2009), konsep TPACK menekankan pentingnya keterpaduan antara *teknologi*, *pedagogi*, dan materi pembelajaran dalam menciptakan proses belajar yang efektif. Sejalan dengan pendapat tersebut, Pratama et al. (2023) menyatakan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam memahami konsep secara lebih mendalam. Selain itu, Santoso dan Kadeni (2022) menjelaskan bahwa bahan ajar berbasis teknologi dapat membantu menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan sesuai dengan kebutuhan siswa abad ke-21.

Pemahaman konsep pada materi Persamaan Linear Satu Variabel (PLSV) merupakan salah satu fondasi penting yang harus dimiliki siswa dalam pembelajaran aljabar. Menurut Pratidina dan Nindiasari (2023), penguasaan materi PLSV mencakup kemampuan mengidentifikasi variabel, mentransformasikan kalimat masalah menjadi model matematika, serta menyelesaikan persamaan tersebut secara tepat. Nurjanah et al. (2021) menjelaskan bahwa rendahnya pemahaman siswa terhadap konsep aljabar sering kali disebabkan oleh kurangnya bahan ajar yang mampu memvisualisasikan materi secara sistematis. Selain itu, Sari et al. (2022) menyatakan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal cerita aljabar karena pembelajaran cenderung konvensional dan berpusat pada guru. Kondisi ini diperkuat oleh Gunawan (2022) yang menyatakan bahwa ketersediaan perangkat pembelajaran yang inovatif dan terstruktur memiliki andil besar dalam memandu kemandirian belajar siswa, sehingga minimnya variasi bahan ajar berbasis teknologi di sekolah sering kali menjadi faktor utama menghambat pemahaman matematis peserta didik.

Untuk memperkuat temuan pada aspek kepraktisan, peneliti menampilkan salah satu contoh hasil pengerjaan siswa pada soal latihan kontekstual yang diberikan setelah proses pembelajaran menggunakan LKPD berbasis TPACK. Jawaban siswa ini digunakan untuk mendeskripsikan bagaimana keterbacaan dan alur aktivitas yang dirancang di dalam LKPD dapat memandu pemahaman konsep dan kemampuan siswa menyelesaikan soal cerita PLSV sejenis.



Gambar 6. Contoh Jawaban Siswa dalam Menyelesaikan Soal Latihan Persamaan Linear Satu Variabel

Berdasarkan Gambar 6, terlihat bahwa subjek penelitian telah mampu memenuhi indikator pemahaman konsep matematis dengan sangat baik pada soal latihan Persamaan Linear Satu Variabel (PLSV). Pada indikator mengklasifikasikan atau mengidentifikasi objek, siswa mampu membuat pemisalan variabel x sebagai harga satu buah buku. Selanjutnya, pada indikator menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis, siswa berhasil mentransformasikan bahasa verbal menjadi model matematika formal yang tepat, yaitu $50.000 - 3x = 11.000$. Hal ini menunjukkan bahwa pengalaman belajar berbantuan LKPD berbasis TPACK sebelumnya mempermudah siswa dalam menjembatani keabstrakan konsep aljabar menjadi representasi matematis yang konkret. Pada indikator mengaplikasikan konsep atau algoritma pemecahan masalah, siswa menunjukkan keterampilan manipulasi aljabar secara runtut dan sistematis hingga diperoleh nilai $x = 13.000$. Terakhir, siswa menarik konklusi akhir secara jelas dan tepat dengan menuliskan "Jadi kesimpulan, Harga 1 buah buku = Rp 13.000". Hasil deskriptif ini menyiratkan bahwa LKPD berbasis TPACK yang dikembangkan memenuhi kriteria kepraktisan yang baik, di mana bekal pemahaman konsep yang diperoleh siswa dari visualisasi GeoGebra dan panduan LKPD mampu mereka terapkan kembali secara mandiri.

Menanggapi kebutuhan tersebut, pengembangan LKPD berbasis TPACK menjadi salah satu solusi yang relevan dalam mendukung proses pembelajaran matematika. Melalui kerangka ini, hambatan siswa dalam mentransformasikan kalimat cerita menjadi model matematika dapat dijawab melalui integrasi konten dan teknologi. Fenomena kesulitan siswa dalam melakukan pemodelan matematika ini juga dipertegas oleh Handican et al. (2022), yang menyatakan bahwa kemampuan representasi matematis siswa sering kali terkendala karena instruksi bahan ajar yang kurang menuntun, sehingga diperlukan media interaktif yang mampu memandu proses berpikir siswa tahap demi tahap. Hal ini sejalan dengan pendapat (Harris et al., 2009) bahwa pendekatan TPACK membantu guru dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam pembelajaran secara efektif sehingga materi dapat dipahami siswa dengan lebih baik. Hidayat et al. (2021) juga menjelaskan bahwa penggunaan pendekatan TPACK dalam pembelajaran matematika mampu meningkatkan aktivitas dan keterlibatan siswa dalam proses belajar.

Keterlibatan aktif ini menjadi kunci utama bagi siswa untuk terbiasa mengikuti langkah-langkah penemuan konsep aljabar secara sistematis. Dengan hadirnya bantuan teknologi seperti GeoGebra yang diintegrasikan dalam LKPD, siswa dapat memvisualisasikan variabel dan kesetimbangan ruas yang tadinya abstrak menjadi lebih konkret. Hal ini didukung oleh Rahmadi (2019) yang menyatakan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran dapat meningkatkan efektivitas serta efisiensi proses belajar siswa. Melalui alur pembelajaran yang menuntun di dalam LKPD ini, diharapkan pola pikir siswa dapat



bertransformasi dari sekadar menghitung aritmatika secara mekanis menjadi pemahaman konseptual aljabar yang komprehensif.

Pada penelitian ini, teknologi yang diintegrasikan dalam LKPD berupa aplikasi GeoGebra dan QR Code. Menurut Zulnaldi et al. (2020), GeoGebra merupakan media pembelajaran yang mampu membantu siswa memahami konsep matematika melalui visualisasi yang lebih konkret dan interaktif. Rahmadi (2019) menyatakan bahwa penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran dapat meningkatkan motivasi dan minat belajar siswa. Selain itu, sejalan dengan penelitian terdahulu dari Sari et al. (2022), penggunaan QR Code terbukti memudahkan siswa dalam mengakses sumber belajar tambahan berupa video tutorial secara cepat dan fleksibel melalui perangkat digital mereka masing-masing. Penguatan visual ini juga sangat selaras dengan temuan Nasution et al. (2024) bahwa pemanfaatan fitur-fitur dinamis dalam GeoGebra mampu mentransformasikan objek aljabar yang abstrak menjadi visualisasi geometris yang interaktif, sehingga siswa dapat mengeksplorasi konsep matematika secara mandiri.

Berdasarkan hasil validasi para ahli, LKPD berbasis TPACK yang dikembangkan memperoleh indeks validitas sebesar 0,81 yang termasuk dalam kategori validitas tinggi. Berdasarkan Tabel 4, diperoleh rata-rata gabungan indeks Aiken sebesar 0,81. Sesuai dengan kriteria validitas dari Putri et al. (2025) pada Tabel 1, hasil ini menunjukkan bahwa LKPD berbasis TPACK memiliki validitas tinggi ($V > 0,8$). Peningkatan skor pada ahli materi dan ahli desain menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi standar kelayakan yang sangat baik. Selain itu, indeks yang tinggi pada aspek desain sebesar 0,83 dan praktisi sebesar 0,90 menunjukkan bahwa LKPD dinyatakan sangat layak untuk diimplementasikan dalam pembelajaran guna mempermudah pemahaman materi PLSV secara interaktif. Perangkat pembelajaran yang memiliki tingkat validitas tinggi menunjukkan bahwa isi materi, desain, dan penyajian telah sesuai dengan kebutuhan pembelajaran siswa (Pratama et al., 2023). Sejalan dengan pendapat tersebut, Nurjanah et al. (2021) menyatakan bahwa bahan ajar yang valid memiliki potensi besar dalam membantu siswa memahami konsep matematika secara lebih sistematis dan terarah. Kelayakan teoretis yang tinggi ini juga mengindikasikan bahwa integrasi komponen TPACK, GeoGebra, dan QR Code di dalam LKPD telah terdesain secara matang dan fungsional untuk digunakan dalam pembelajaran nyata (Ariani et al., 2025; Bustaren et al., 2025).

Dari aspek isi, materi PLSV yang disajikan telah disusun secara sistematis dan sesuai dengan kompetensi dasar yang harus dicapai siswa. Setiap kegiatan dalam LKPD dirancang untuk mengarahkan siswa pada tahapan pemahaman konsep aljabar secara bertahap, mulai dari mengenali bentuk persamaan, menyusun model matematika dari masalah nyata, hingga menyelesaikan nilai variabel secara runtut. Hal ini sejalan dengan pendapat Pratidina dan Nindiasari (2023) yang menyatakan bahwa penguasaan materi aljabar dapat berkembang apabila siswa dibiasakan menghadapi permasalahan kontekstual secara eksploratif dan bertahap.

Selain itu, aspek kebahasaan dalam LKPD juga memperoleh penilaian yang baik dari validator. Bahasa yang digunakan telah disesuaikan dengan karakteristik siswa kelas VII sehingga instruksi dalam LKPD mudah dipahami dan tidak menimbulkan penafsiran ganda. Aspek desain dan tampilan LKPD juga dinilai layak karena memuat ilustrasi gambar, warna yang menarik, serta tata letak yang sistematis sehingga mampu meningkatkan minat belajar siswa. Integrasi teknologi berupa GeoGebra dan QR Code menjadi salah satu keunggulan utama dalam LKPD yang dikembangkan. Penggunaan GeoGebra membantu siswa memvisualisasikan konsep Persamaan Linear Satu Variabel secara lebih konkret sehingga memudahkan mereka dalam memahami hubungan antar konsep matematika. Sementara itu, QR Code memudahkan siswa dalam mengakses video pembelajaran dan sumber belajar tambahan hanya melalui perangkat telepon genggam. Desain visual yang terstruktur dengan bantuan platform digital seperti Canva terbukti esensial dalam memancing perhatian awal dan fokus belajar peserta didik (Said et al., 2023). Hal ini diperkuat oleh Putra (2023) yang mengemukakan bahwa representasi visual yang dikemas secara estetis dan sistematis dalam perangkat pembelajaran matematika mampu meminimalisir

beban kognitif (cognitive load) siswa, sehingga perhatian mereka dapat sepenuhnya terpusat pada esensi materi yang dipelajari.

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh data hasil uji coba kelompok kecil *small group trial* yang melibatkan 10 peserta didik kelas VII. Hasil analisis menunjukkan bahwa skor perolehan menghasilkan persentase kepraktisan sebesar 81,3%. Merujuk pada kriteria kepraktisan dari Sugiyono (2019), pencapaian tersebut termasuk dalam kategori praktis. Hasil ini menunjukkan bahwa LKPD berbasis TPACK yang dikembangkan telah memenuhi aspek kemudahan penggunaan, kejelasan instruksi, serta keterbacaan materi bagi peserta didik. Perangkat pembelajaran yang praktis ditandai dengan kemudahan penggunaan dan kemampuan membantu siswa dalam memahami materi secara mandiri (Sari et al., 2022). Meskipun telah memenuhi kategori praktis, hasil pada tahap uji coba kelompok kecil tetap dijadikan sebagai bahan evaluasi untuk melakukan penyempurnaan minor sebelum dilanjutkan pada tahap uji coba kelompok besar agar diperoleh hasil kepraktisan yang lebih optimal. Uji kepraktisan ini menegaskan bahwa draf LKPD yang dikembangkan memiliki tingkat keterbacaan instruksi yang sangat baik saat dioperasikan secara mandiri oleh siswa maupun guru di kelas (Ferdin et al., 2025; Ulya et al., 2025).

Setelah dilakukan penyempurnaan, LKPD berbasis TPACK selanjutnya diuji coba pada kelompok besar (lapangan) yang melibatkan 28 siswa kelas VII D. Berdasarkan Tabel 6, diperoleh rata-rata gabungan kepraktisan sebesar 85,1%. Berdasarkan kriteria dari Sugiyono (2019), hasil tersebut termasuk dalam kategori sangat praktis. Capaian ini menunjukkan bahwa LKPD tidak hanya valid secara teoritis, tetapi juga mudah digunakan dan efisien dalam pelaksanaan pembelajaran di kelas. Menurut Arikunto (2021), tingkat kepraktisan yang tinggi menjadi salah satu indikator penting dalam menjamin keberhasilan implementasi suatu perangkat pembelajaran. Selain itu, Santoso dan Kadeni (2022) menjelaskan bahwa bahan ajar yang praktis mampu membantu siswa belajar secara lebih mandiri dan aktif dalam proses pembelajaran. Sementara itu, Sari et al. (2022) menyatakan bahwa penggunaan media pembelajaran interaktif dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam memahami materi matematika.

Berdasarkan hasil angket respons siswa, sebagian besar peserta didik memberikan tanggapan positif terhadap penggunaan GeoGebra dan video pembelajaran berbasis QR Code. Siswa merasa lebih mudah memahami materi PLSV karena konsep matematika dapat divisualisasikan secara langsung melalui media interaktif. Selain itu, video pembelajaran yang dapat diakses secara mandiri membantu siswa dalam mengulang materi kapan saja sesuai kebutuhan belajar mereka. Kepraktisan LKPD juga terlihat dari meningkatnya keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Siswa tidak hanya membaca materi dan mengerjakan soal, tetapi juga aktif mengeksplorasi penggunaan GeoGebra untuk memahami kesetimbangan nilai pada persamaan linear. Aktivitas pembelajaran yang interaktif tersebut membantu siswa dalam memperkuat pemahaman konsep aljabar mereka. Fleksibilitas akses konten digital ini memperkuat kemandirian belajar siswa di luar jam tatap muka (Meika et al., 2025; Saltifa et al., 2023).

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika mampu meningkatkan interaksi siswa dengan materi pembelajaran serta membantu siswa memahami konsep matematika secara lebih mendalam (Pratama et al., 2023). Selain itu, penelitian Nurjanah et al. (2021) juga menyatakan bahwa bahan ajar yang dirancang secara valid dan interaktif memiliki potensi besar dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa. Hasil penelitian ini juga didukung oleh berbagai literatur nasional maupun internasional yang menunjukkan bahwa penggunaan teknologi interaktif dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan performa akademis siswa (Mishra & Koehler, 2016; Zulnaidi et al., 2020).

Meskipun penelitian ini belum sampai pada tahap uji efektivitas, hasil validitas dan kepraktisan yang tinggi menunjukkan bahwa LKPD berbasis TPACK memiliki potensi besar untuk digunakan dalam pembelajaran matematika kelas VII. LKPD yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai bahan ajar cetak, tetapi juga sebagai media pembelajaran digital yang mampu mendukung pemahaman



materi aljabar siswa melalui integrasi teknologi. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD berbasis TPACK yang terintegrasi dengan GeoGebra dan QR Code memiliki tingkat validitas dan kepraktisan yang tinggi sehingga layak digunakan dalam pembelajaran matematika pada materi Persamaan Linear Satu Variabel.

SIMPULAN & SARAN

Simpulan

Penelitian ini menghasilkan produk berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) pada materi Persamaan Linear Satu Variabel (PLSV) untuk siswa kelas VII yang dikembangkan dengan mengintegrasikan teknologi pembelajaran berupa GeoGebra, video pembelajaran YouTube, dan QR Code sebagai sarana pendukung pembelajaran interaktif dan mandiri. Pengembangan LKPD dilakukan menggunakan model 4D yang meliputi tahap *define, design, dan development*. Berdasarkan hasil uji validitas, LKPD berbasis TPACK memperoleh rata-rata indeks Aiken sebesar 0,81 yang termasuk dalam kategori validitas tinggi, sehingga menunjukkan bahwa LKPD telah memenuhi aspek kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, desain, serta integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika. Selain itu, LKPD yang dikembangkan juga dinilai mampu mendukung pemahaman konsep aljabar siswa melalui penyajian soal-soal kontekstual dan langkah penyelesaian yang sistematis. Hasil uji kepraktisan pada kelompok kecil memperoleh persentase sebesar 81,3% dengan kategori praktis, sedangkan pada kelompok besar memperoleh persentase sebesar 85,1% dengan kategori sangat praktis. Temuan tersebut menunjukkan bahwa LKPD mudah digunakan, memiliki petunjuk yang jelas, serta membantu siswa memahami konsep Persamaan Linear Satu Variabel melalui visualisasi GeoGebra dan media pembelajaran berbasis QR Code. Dengan demikian, LKPD berbasis TPACK yang dikembangkan dinyatakan valid dan praktis sehingga layak digunakan sebagai salah satu alternatif bahan ajar matematika untuk mendukung penguasaan materi aljabar siswa.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar LKPD berbasis *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) pada materi Persamaan Linear Satu Variabel dengan bantuan GeoGebra dan QR Code ini dapat digunakan dan dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan ajar inovatif untuk mendukung pemahaman konsep matematika siswa secara mendalam melalui integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika.

DAFTAR RUJUKAN

- Aisyah, N., Hapizah, Meryansumayeka, & Maat, S. M. (2026). Digital geometry worksheet with agritourism context: A catalyst for rational thinking in alpha generation. *Infinity: Jurnal Pendidikan Matematika*, 15(2), 319-344. <https://doi.org/10.22460/infinity.v15i2.p319-344>
- Ariani, S., Rahayu, T., & Setiawan, A. (2025). Pengembangan perangkat pembelajaran matematika berorientasi padakemampuan pemecahan masalah matematis siswa Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(1), 45–58. <https://doi.org/10.46843/jpm.v11i1.528>
- Arikunto, S. (2018). *Dasar - dasar evaluasi pendidikan* (Edisi 3) Bumi Aksara. <http://books.google.co.id/books?id=b9VREAAAQBAJ>
- Arikunto, S. (2021). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Rineka Cipta. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=1136761>
- Armanza, R., & Asyhar, R. (2020). Analisis kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal cerita matematika berbasis tahapan Polya. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 7(2), 112–125. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v7i2.33145>

- Bustaren, B., Hidayat, R., & Putra, M. (2025). Perspektif guru matematika dalam pemanfaatan teknologi dan tantangan asesmen kurikulum merdeka. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 14(1), 89–102. <https://doi.org/10.23960/jpp.v14i1.202507>
- Cahya, N., & Siregar, H. (2023). Pembatasan model pengembangan 4D dalam riset perangkat pembelajaran matematika: Sebuah kajian teoretis. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 10(2), 210–222. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v10i2.54410>
- Deswita, R., Erita, S., & Ningsih, F. (2021). The student's learning obstacle in calculus course. *Edumatika: Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 4(2), 150–162. <https://doi.org/10.29408/edumatika.v4i2.3421>
- Ferdi, M., & Utami, W. (2025). Pengembangan instrumen kepraktisan bahan ajar digital matematikaberbasis uji keterbacaan pengguna. *Jurnal Teknodik*, 29(1), 34–47. <https://doi.org/10.32550/teknodik.v29i1.10442>
- Gunawan, R. G. (2022). Pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis model kooperatif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif kritis matematis. *Jurnal Edukasi Matematika*, 13(2), 145–156. <https://doi.org/10.24014/jedu.v13i2.16432>
- Hadi, S., & Sobri, M. (2025). Pembelajaran konvensional vs pembelajaran aktif: Dampaknya terhadap kemampuanberpikir matematis siswa. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 12(1), 15–28. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v12i1.48293>
- Handican, R., & Putra, A. (2022). Analisis kemampuan representasi matematis siswa dalam menyelesaikan soal cerita matematika pada materi aljabar. *Edumatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(01), 45–54. <https://doi.org/10.29103/mjml.v12i1.7342>
- Hidayat, T., Lukman, L., & Nurmala, S. (2021). Pendekatan TPACK dalam meningkatkan aktivitas dan keterlibatan interaktif siswa pada kelas matematika. *Jurnal Elemen*, 7(2), 341–355. <https://doi.org/10.29408/jel.v7i2.3451>
- Luthfi, M., & Rakhmawati, D. (2022). Analisis kombinasi kuantitatif-kualitatif dalam pengujian kelayakan media pembelajaran matematika. *Jurnal Review Pembelajaran Matematika*, 7(1), 55–68. <https://doi.org/10.15642/jrpm.2022.7.1.55-68>
- Meika, I., Lestari, D., & Amelia, R. (2025). Pemanfaatan platform digital flip pdf dan fleksibilitas media interaktif dalam mendukung kemandirian belajar matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 10(1), 72–85. <https://doi.org/10.26737/jpmi.v10i1.4421>
- Milala, A. B., Tarigan, S., & Ginting, M. (2022). Pengembangan media pembelajaran berbasis Adobe Flash Player dan QR Code pada materi aljabar kelas VII. *Jurnal MathEducation*, 10(3), 312–326. <https://doi.org/10.22216/jme.v10i3.1542>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2016). Too cool for school? Technological pedagogical content knowledge (TPACK) after ten years. *Teachers College Record*, 118(11), 1–12. <https://doi.org/10.1177/016146811611801101>
- Monalisa, M., Putri, R. I.I., & Zulkardi, Z. (2023). Visualisasi konsep aljabar secara dinamis menggunakan GeoGebra untuk meminimalkan miskonsepsi siswa JPMI (*Jurnal Pembelajaran Matematika Inovativ*), 6(4), 1421–1434. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v6i4.1421-1434>
- Mutmainnah, M., Rahman, A., & Sabri, S. (2022). Pengembangan LKPD interaktif berbasis liveworksheets untuk meningkatkan keterlibatan matematis peserta didik. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 1845–1859. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i2.1422>
- Nasution, E. Y. P., & Deswita, D. (2024). Pemanfaatan aplikasi GeoGebra dalam pembelajaran matematika dinamis untuk meningkatkan visualisasi spasial siswa kelas VII. *Jurnal Pendidikan Matematika Interaktif*, 5(1), 22–33. <https://doi.org/10.31004/jpmi.v5i1.9841>
- Nasution, H. A., Hasanah, U., & Siregar, N. (2024). Pengaruh penggunaan GeoGebra terhadap peningkatan pemahaman konsep dan representasi visual matematika siswa. *Jurnal Elemen*, 10(1), 23–36. <https://doi.org/10.29408/jel.v10i1.22904>

- NCTM. (2020). Catalyzing change in middle school mathematics: Initiating critical conversations. National Council of Teachers of Mathematics. <https://www.nctm.org/store/Products/Catalyzing-Change-in-Middle-School-Mathematics/>
- Ningsih, F., & Deswita, R. (2023). Developing an e-Module on Blended Learning-based Calculus Courses. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(3), 429–440. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v12i3.2104>
- Nurhamidah, N. (2021). Minimnya pemanfaatan teknologi digital dan dampaknya terhadap motivasi serta hasil belajar matematika siswa. *Jurnal Pendidikan Sains*, 9(3), 201–214. <https://doi.org/10.26714/jps.v9i3.8102>
- Nurhasanah, S., Sobarningsih, R., & Sulastri, R. (2023). Efektivitas bahan ajar berbasis pemecahan masalah terhadap kemampuan matematis siswa. *Jurnal Analisa*, 9(1), 44–56. <https://doi.org/10.15575/ja.v9i1.23041>
- Nurjanah, S., Kusuma, J., & Hermawan, A. (2021). Pengembangan LKPD berbasis TPACK untuk meningkatkan pemahaman konsep matematika secara sistematis. *Jurnal Didaktik Matematika*, 8(2), 145–158. <https://doi.org/10.24815/jdm.v8i2.21104>
- Pakpahan, R., Fitriani, N., & Sari, L. (2022). Integrasi teknologi dalam perangkat pembelajaran cetak: Upaya meningkatkan motivasi belajar intrinsik peserta didik. *Jurnal Inovasi Pembelajaran*, 8(1), 98–110. <https://doi.org/10.22219/jip.v8i1.19201>
- Pangestuti, A., Wardani, K., & Handayani, T. (2025). Model 4D dalam pengembangan media pembelajaran: Fokus pada validitas teoretis dan kelayakan praktis produk. *Jurnal Kajian Pembelajaran Matematika*, 9(1), 12–25. <https://doi.org/10.17977/um031v9i12025p12>
- Putra, A. (2023). Desain visual bahan ajar matematika berbasis Canva untuk mereduksi beban kognitif peserta didik. *Edumatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(02), 112–123. <https://doi.org/10.22437/edumatika.v13i02.24151>
- Plomp, T. (2013). Educational design research: An introduction. Dalam T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (hlm. 10–51). Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO). <https://www.slo.nl/pockets/educational-design-research/>
- Pratama, L. D., Lestari, W., & Wijayanti, W. (2023). Integrasi teknologi melalui pendekatan TPACK dalam pembelajaran matematika abad ke-21. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(2), 175–188. <https://doi.org/10.30598/jpm.v14i2.18452>
- Pratidina, A., & Nindiasari, H. (2023). Pembelajaran berbasis eksplorasi dan pengaruhnya terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis berdasar tahapan Polya. *Jurnal Pendidikan Matematika Tradisional*, 5(2), 89–103. <https://doi.org/10.25273/jpmt.v5i2.16408>
- Putri, R., Rahma, A., & Wijaya, C. (2025). Analisis indeks validitas Aiken (V) dalam penilaian standar kelayakan perangkat pembelajaran matematika digital. *Jurnal Evaluasi Pendidikan Matematika*, 7(1), 12–24. <https://doi.org/10.21831/jepm.v7i1.54221>
- Rahmadi, I. F. (2019). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): Kerangka kerja integrasi teknologi bagi guru matematika era digital. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 7(1), 41–52. <https://doi.org/10.21831/jpms.v7i1.24115>
- Rahmawati, E., Setiawan, Y., & Huda, M. (2022). Masalah kontekstual dalam pembelajaran aljabar: Menjembatani kemampuan pemecahan masalah matematis siswa Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Pendidikan Matematika Realistik*, 3(2), 120–133 <https://doi.org/10.31004/jpmr.v3i2.1541>
- Rusliah, N., Handican, R., Laswadi, L., Deswita, R., & Oktafia, M. (2021). Mathematical problem-solving skills on relation and function through Model-Eliciting Activities (MEAs). *Journal of Physics: Conference Series*, 1778(1), 012016. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1778/1/012016>
- Rohim, A., & Prayogi, A. (2023). Hambatan epistemologis siswa Sekolah Menengah Pertama dalam menyelesaikan persoalan persamaan linear satu variabel. *Jurnal Math Education*, 9(1), 77–88. <https://doi.org/10.22216/jme.v9i1.12451>

- Said, F., Ramadhan, G., & Kartika, D. (2023). Pemanfaatan platform Canva dalam perancangan estetika visual LKPD matematika untuk meningkatkan minat belajar. *Jurnal Imajinasi Pendidikan*, 3(2), 104–117. <https://doi.org/10.24036/jip.v3i2.24110>
- Saltifa, N., Martha, S., & Kusnadi, K. (2023). Kebermaknaan belajar matematika mandiri berbantuan QR Code yang terintegrasi media digital interaktif. *Jurnal Teknologi Pendidikan Matematika*, 5(2), 215–228. <https://doi.org/10.30605/jtpm.v5i2.28912>
- Santoso, B., & Kadeni, K. (2022). Efektivitas penggunaan LKPD inovatif berbasis teknologi dalam meningkatkan aktivitas belajar mandiri siswa abad 21. *Jurnal Inovasi Pendidikan Ekonomi*, 12(1), 54–67. <https://doi.org/10.24036/jipe.v12i1.11245>
- Sari, P. K., Wulandari, S., & Susanto, H. (2022). Kurangnya inovasi bahan ajar matematika cetak dan dampaknya pada rendahnya keterlibatan aktif siswa kelas VII. *Jurnal Pembelajaran Matematika*, 10(2), 154–168. <https://doi.org/10.19184/jpm.v10i2.19451>
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta. <https://cvalfabeta.com/product/metode-penelitian-pendidikan-pendekatan-kuantitatif-kualitatif-dan-rd/>
- Syaroh, M., & Mustika, I. (2024). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa dalam menyelesaikan soal cerita materi aljabar. *Jurnal Kiprah Matematika*, 5(1), 45–56. <https://doi.org/10.31629/jkm.v5i1.12452>
- Ulya, H., Rahayu, S., & Fitri, N. (2025). Evaluasi keterbacaan instruksi bahan ajar matematika kurikulum merdeka pada tingkat sekolah menengah. *Jurnal Evaluasi Pendidikan Matematika*, 7(1), 101–114. <https://doi.org/10.21831/jepm.v7i1.54302>
- Zulnaidi, H., Oktavika, R., & Hidayat, R. (2020). Technological pedagogical content knowledge (TPACK) framework: Pengaruh integrasi teknologi interaktif terhadap performa akademis matematika. *Journal of Educational Technology and Mathematics*, 12(2), 189–204. <https://doi.org/10.21070/jetm.v12i2.4102>