



Desain dan Validasi Worksheet Berbasis Problem-Based Learning dengan Bantuan Algebrator untuk Mengakselerasi Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP

Galih Rangga Putra | Slamet | Benny Hendriana

How to cite : Putra, G. R., Slamet, & Hendriana, B.(2025). K Desain dan Validasi Worksheet Berbasis Problem-Based Learning dengan Bantuan Algebrator untuk Mengakselerasi Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP. International Journal of Progressive Mathematics Education,5(1),283-298. <https://doi.org/10.22236/ijopme.v5i1.18944>

To link to this article : <https://doi.org/10.22236/ijopme.v5i1.18944>



©2025. The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC BY-SA) 4.0 license.



Published Online on 28 Juni, 2025



Submit your paper to this journal



View Crossmark data

Desain dan Validasi Worksheet Berbasis Problem-Based Learning dengan Bantuan Algebrator untuk Mengakselerasi Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP

Galih Rangga Putra¹, Slamet², Benny Hendriana³,

¹ Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, Jakarta, 34517, Indonesia

*Corresponding author. Jl. Tanah Merdeka No.20, Rambutan, Kec. Ciracas, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Jakarta 13830

E-mail: anggacamp21@gmail.com¹⁾
slametsoro@uhamka.ac.id^{*2)}
benny_hendriana@uhamka.ac.id³⁾

Received: 13 Mei 2025

Accepted: 28 Juni 2025

Published Online: 30 Juni 2025

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya kemampuan pemecahan masalah aljabar siswa SMP akibat pendekatan pembelajaran konvensional dan sifat abstrak materi. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan dan memvalidasi worksheet berbasis Problem Based Learning dengan bantuan Algebrator untuk mengakselerasi kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. Penggunaan pendekatan ADDIE digunakan dalam penelitian ini untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai tahapan penelitian pengembangan. Instrumen penelitian meliputi lembar validasi ahli dan lembar observasi aktivitas siswa. Hasil penelitian ini dikembangkan berdasarkan tahapan ADDIE, yang menunjukkan adanya peningkatan aktivitas dan kemampuan pemecahan masalah yang signifikan, terlihat dari aktivitas terbatas yang dikelola pada kelas uji coba. Integrasi antara PBL dan Algebrator memfasilitasi visualisasi konsep abstrak, meningkatkan pemahaman, motivasi, dan keterlibatan siswa. Penelitian ini berkontribusi nyata dalam menyediakan bahan ajar inovatif yang relevan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika.

Kata Kunci : ADDIE, Algebrator, Aljabar, Pemecahan Masalah Matematika, Worksheet PBL.

Abstract

This research is motivated by the low ability of junior high school students to solve algebra problems due to conventional learning approaches and the abstract nature of the material. The purpose of this study is to develop and validate a worksheet based on Problem Based Learning with the help of Algebrator to improve students' mathematical problem solving abilities. The use of the ADDIE approach is used in this study to provide a comprehensive picture of the stages of development research. The research instruments include expert validation sheets and student activity observation sheets. The results of this study were developed based on the ADDIE stages, which showed a significant increase in activity and problem solving abilities, as seen from the limited activities managed in the trial class. The integration between PBL and Algebrator facilitates the visualization of abstract concepts, improves student understanding, motivation, and engagement. This study contributes significantly to providing innovative teaching materials that are relevant to improving the quality of mathematics learning.

Keywords: ADDIE, Algebrator, Algebra, Mathematical Problem Solving, PBL Worksheet.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution \(CC BY-SA\) 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) Internasional License.

Pendahuluan

Pendidikan matematika memiliki peran strategis dalam mengembangkan pola pikir logis dan analitis siswa (Canedo Junior, Borba, and Villa-Ochoa 2025; Nabilah et al. 2021; Scheiner 2023). Di tingkat SMP, pembelajaran matematika menjadi fondasi penting bagi perkembangan kemampuan berpikir kritis, kreatif, serta pemecahan masalah yang dibutuhkan di era informasi. Salah satu materi kunci dalam kurikulum matematika adalah aljabar. Aljabar tidak hanya menjadi bahasa dalam ilmu pengetahuan, tetapi juga merupakan gerbang menuju matematika tingkat lanjut. Materi aljabar mencakup penyelesaian aritmetika, prosedur pemecahan masalah, hubungan antar besaran, dan struktur (Pramesti and Retnawati 2019). Pemahaman konsep aljabar yang kuat sangat diperlukan karena menjadi dasar bagi penguasaan materi lanjutan seperti fungsi, persamaan, pertidaksamaan, hingga aplikasinya dalam sains dan teknologi.

Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap materi aljabar masih tergolong rendah. Berdasarkan temuan Casey et al. (2018), kemampuan siswa SMP dalam menyelesaikan soal matematika berada di bawah 50% meskipun tingkat kesulitan soal termasuk sedang. Hal ini diperkuat oleh temuan Kharisma dan Asman (2018) serta Sugiarti and Retnawati (2019), yang mengindikasikan bahwa siswa kesulitan dalam memahami konsep dan prinsip dasar aljabar, sehingga cenderung menghafal rumus tanpa memahami makna konseptualnya. Masalah ini dapat dikaitkan dengan pendekatan pembelajaran yang belum berorientasi pada pengembangan pemahaman dan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Padahal, materi pembelajaran berfungsi penting sebagai alat bantu dalam proses belajar, baik berupa media visual maupun digital (Koko 2016; Tuimur and Chemwei 2015).

Sementara itu, beberapa penelitian menegaskan pentingnya pendekatan pembelajaran inovatif untuk mengatasi hambatan tersebut. PBL menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam membangun pembelajaran matematika yang berpusat pada siswa (Hapsari and Kuswandono 2020; Rahmadani and Anugraheni 2017). Model ini memberikan pengalaman, interaksi, aktivitas, dan komunikasi yang cukup intens dalam proses pembelajaran matematika (Tamrin, S. Sirate, and Yusuf 2011). Melalui tahapan PBL seperti identifikasi masalah, pencarian solusi, diskusi, dan refleksi (Leary 2012; Zainal 2022), siswa diajak berpikir kritis dan kreatif, serta terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran. Bahkan, Umriani et al. (2020) menekankan bahwa PBL dapat mengaitkan pembelajaran dengan dunia nyata, mendorong kolaborasi antar siswa, serta memberi ruang bagi pengembangan strategi belajar yang efektif. Lebih dari itu, PBL juga dinilai mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis, terutama jika dikaitkan dengan

tahapan penyelesaian yaitu pemahaman masalah, perencanaan penyelesaian masalah, melakukan sesuai yang telah direncanakan, dan mengoreksi kembali hasil yang telah dikerjakan (Bala and Doğanay 2014; Pongsakdi et al. 2020; Strohmaier et al. 2020).

Meski PBL telah banyak digunakan, pelaksanaannya di kelas seringkali tidak optimal karena keterbatasan bahan ajar yang mendukung pendekatan ini. Banyak materi ajar yang digunakan masih bersifat konvensional dan belum mampu menjembatani pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Mamolo 2019). Di sisi lain, lembar kerja siswa (worksheet) memiliki manfaat besar dalam pembelajaran, antara lain melibatkan siswa secara aktif, membantu pengembangan konsep, melatih keterampilan proses, menjadi panduan guru dan siswa dalam kegiatan belajar, serta menyediakan catatan dan informasi tambahan tentang materi yang dipelajari (Ahmad et al. 2021). Worksheet yang dirancang dengan baik bahkan dapat mengubah pembelajaran dari yang semula berpusat pada guru menjadi berpusat pada siswa, dan mendorong siswa menemukan konsep sendiri (Bikner-Ahsbahs 2025; Husain et al. 2021; Yang et al. 2022; Yulianti and Putra 2023).

Perkembangan teknologi abad ke-21 telah memicu ledakan informasi dari berbagai media dan memunculkan kebutuhan akan literasi teknologi, informasi, dan media (Masruroh, Lusiana, and Susanti 2023). Integrasi teknologi digital dalam pembelajaran pun menjadi keniscayaan. Clark-Wilson, Robutti, dan Thomas (2020) menyoroti bahwa teknologi digital saat ini meliputi berbagai perangkat lunak dan keras seperti perangkat geometri dinamis, spreadsheet, printer 3D, CAD, realitas virtual, hingga papan interaktif yang mendukung pembelajaran lebih kontekstual dan interaktif. Dilling et al. (2024) juga menambahkan bahwa perkembangan teknologi kini memungkinkan visualisasi konsep abstrak seperti aljabar secara lebih menarik dan mudah dipahami.

Salah satu teknologi yang potensial adalah Algebrator, sebuah perangkat lunak interaktif yang mampu menampilkan visualisasi langkah-langkah penyelesaian soal aljabar secara sistematis (Nasution 2018; Umbara and Rahmawati 2018). Sayangnya, selama ini Algebrator masih digunakan secara terbatas sebagai alat bantu individual, belum banyak diintegrasikan dalam model pembelajaran aktif seperti PBL. Padahal, integrasi teknologi digital ke dalam pendekatan pedagogis seperti PBL dapat menjembatani keberagaman kemampuan siswa dan menciptakan pembelajaran yang seimbang, tidak terlalu bergantung pada penemuan murni maupun pada ceramah satu arah (Doz, Žakelj, and Cotič 2025; Grugeon-Allys and Pilet 2024).

Melihat berbagai temuan tersebut, terdapat kesenjangan dalam literatur dan praktik pendidikan: sebagian penelitian hanya menyoroti efektivitas PBL tanpa didukung perangkat lunak interaktif (Wahyu Hidayat 2018), sementara penelitian lainnya mengevaluasi penggunaan Algebrator secara terpisah tanpa dikombinasikan dengan pendekatan pembelajaran inovatif (Khofifah, Supriadi, and Syazali 2021). Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi berupa pengembangan worksheet berbasis PBL yang terintegrasi dengan Algebrator untuk mendukung pembelajaran aljabar di SMP.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan worksheet berbasis PBL berbantuan Algebrator pada materi aljabar bagi siswa SMP. Worksheet ini dirancang untuk memandu siswa melalui tahapan pemecahan masalah sesuai prinsip PBL, sekaligus memanfaatkan visualisasi interaktif dari Algebrator. Harapannya, melalui integrasi pendekatan pedagogis dan teknologi digital ini, pembelajaran matematika tidak hanya berfokus pada penyampaian materi, tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan mandiri. Penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai panduan bagi guru dalam merancang pembelajaran inovatif, bagi siswa dalam meningkatkan pemahaman dan motivasi belajar, serta bagi pengembang bahan ajar dalam menciptakan produk yang menyelaraskan strategi pembelajaran aktif dengan kemajuan teknologi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan worksheet berbasis PBL berbantuan Algebrator pada materi aljabar untuk siswa SMP. Dengan worksheet ini, siswa diarahkan melalui tahapan pemecahan masalah sesuai prinsip PBL sambil memanfaatkan keunggulan visualisasi dari Algebrator. Lebih jauh, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi peningkatan kualitas pembelajaran matematika melalui integrasi bahan ajar inovatif berbasis teknologi. Dengan demikian, pembelajaran tidak hanya berfokus pada penyampaian materi, tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan mandiri siswa.

Analisis literatur menunjukkan adanya kesenjangan yang jelas dimana penelitian sebelumnya umumnya hanya fokus pada efektivitas PBL tanpa melibatkan dukungan perangkat lunak interaktif, atau sebaliknya, mengevaluasi penggunaan Algebrator secara terpisah tanpa dikombinasikan dengan model pembelajaran inovatif (Khofifah et al. 2021; Wahyu Hidayat 2018). Oleh karena itu, pengembangan worksheet berbasis PBL berbantuan Algebrator menawarkan pendekatan baru yang belum banyak dieksplorasi, sekaligus menghadirkan kebaruan berupa integrasi bahan ajar sistematis yang memadukan strategi pedagogis dengan teknologi digital untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMP.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan tahapan penelitian ADDIE, dimana Analisis dilakukan sebagai salah satu proses yang perlu dilakukan sebelum melakukan pengembangan. Desain dilakukan dengan mempertimbangkan hasil analisis yang cukup komprehensif baik dari karakteristik siswa, materi, dan pemahaman yang dibangun pada saat proses pembelajaran. Pengembangan, menjadi tahapan penting dalam penelitian ini, karena mengkonstruksi dan menjembatani antara desain, dan analisis. Implementasi dilakukan setelah proses pengembangan telah dilakukan, namun dalam penelitian ini, implementasi masih sangat terbatas. Evaluasi dilakukan terhadap produk dan instrumen evaluasi yang digunakan.

Instrumen penelitian ini dikembangkan dengan memperhatikan secara komprehensif mengenai tujuan dari penelitian ini. Pengembangan instrumen untuk mengukur sejauhmana keberhasilan pengembangan produk pembelajaran ini menjadi pertimbangan yang cukup lama karena melibatkan berbagai pihak yang berkepentingan agar instrumen memiliki kredibilitas yang cukup tinggi. Instrumen akan mengukur kemampuan pemecahan masalah matematis siswa yang terdiri dari empat yaitu pemahaman masalah, perencanaan penyelesaian masalah, melakukan sesuai yang telah direncanakan, dan mengoreksi kembali hasil yang telah dikerjakan (Polya dalam Mayasari et al. 2021).

Data penelitian akan dideskripsikan berdasarkan tahapan ADDIE, dimana setiap tahapan akan menjelaskan secara komprehensif mengenai apa yang dikerjakan dan apa yang ingin dicapai. Dalam paparan yang dilengkapi analisis data ini, penelitian ini juga memberikan sintesis penelitian yang membandingkan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya agar memberikan pemahaman komprehensif bagi para pembaca.

Hasil dan Pembahasan

Analisis

Tahap analisis dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan pembelajaran matematika di kelas VII SMP Negeri 150 Jakarta. Analisis kurikulum menunjukkan bahwa materi aljabar merupakan salah satu topik esensial yang perlu dikuasai siswa, sebagai fondasi untuk pembelajaran matematika di tingkat selanjutnya (Prambudi and Yuniarta 2020). Namun, penelitian terdahulu seringkali menyoroti aljabar sebagai materi yang sulit dipahami siswa karena sifatnya yang abstrak, sehingga seringkali menjadi hambatan dalam pencapaian kompetensi kurikulum.

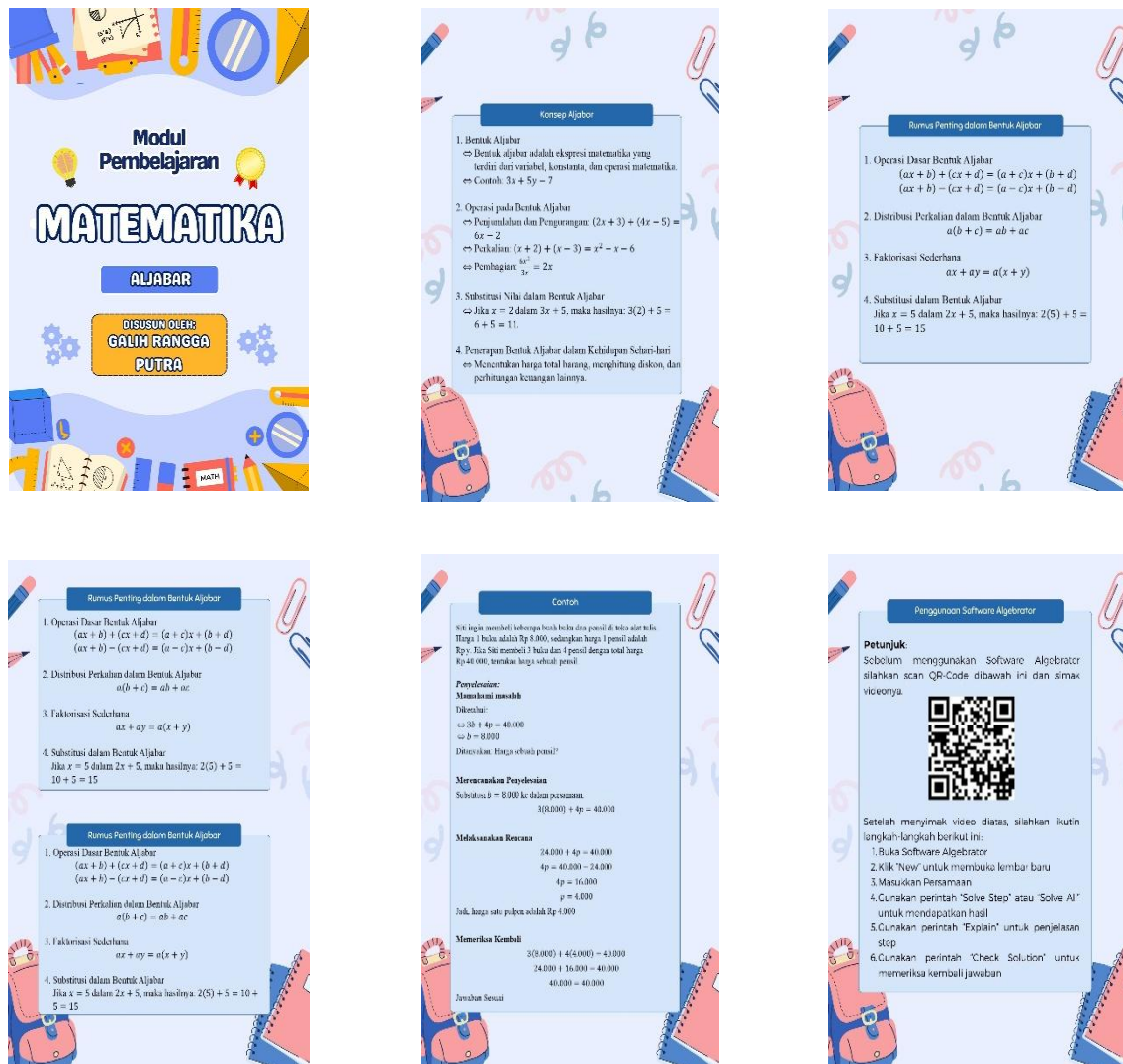
Selanjutnya, analisis karakteristik siswa melalui wawancara dengan guru dan angket kepada siswa mengungkapkan bahwa siswa kesulitan mengerjakan soal aljabar, terutama dalam komponen pemecahan masalah seperti pemahaman masalah, perencanaan solusi, pelaksanaan rencana dan pemeriksaan kembali (sejalan dengan temuan polya, diperkuat oleh Hidayat & Sariningsih, 2018). Mereka juga menunjukkan kecenderungan belajar yang pasif dan minimnya pemanfaatan media teknologi dalam pembelajaran, yang sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa siswa cenderung lebih terlibat ketika pembelajaran menggunakan media interaktif.

Selain itu, analisis materi pembelajaran aljabar menunjukkan bahwa sifat abstrak materi ini memerlukan representasi visual dan interaktif untuk membantu pemahaman konsep. Metode pembelajran yang masih dominan ceramah tanpa pemanfaatan media teknologi seperti Algebrator memperparah kesulitan ini. Rata-rata nilai pretest siswa yang hanya 65 dari 100 mengindikasikan rendahnya kemampuan pemecahan masalah seringkali berkaitan dengan metode pembelajaran yang kurang variatif (Manalu, Lubis, and Siregar 2021).

Temuan ini secara umum sejalan dengan Hidayat & Sariningsih (2018) yang menyatakan bahwa siswa sering belum menguasai secara utuh komponen pemecahan masalah. Nasution (2018) lebih lanjut menambahkan bahwa perangkat lunak seperti Algebrator dapat memvisualisasikan langkah-langkah aljabar secara sistematis, sehingga sangat membantu pemahaman dan eksplorasi konsep. Oleh karena itu, kebutuhan pengembangan bahan ajar berbasis teknologi, khususnya worksheet model Problem-Based Learning berbantuan Algebrator, menjadi sangat relevan dan mendesak untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa.

Desain

Pada tahap desain, dikembangkan worksheet berbasis PBL dengan lima langkah utama: orientasi masalah, pengorganisasian siswa, investigasi, evaluasi hasil belajar, dan analisis proses pemecahan masalah. Setiap tahap dilengkapi ilustrasi menggunakan Algebrator untuk mendukung pemahaman visual. Desain ini mendukung teori konstruktivisme (Tamrin et al. 2011) yang menekankan pengalaman aktif dan refleksi, serta sesuai dengan temuan Zainal (2022) dan Leary (2012) yang menyatakan PBL efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa.



Gambar 1. Modul Pembelajaran

Pengembangan

Tahap pengembangan berfokus pada perancangan dan pembuatan worksheet berbasis PBL yang terintegrasi dengan perangkat lunak Algebrator. Proses ini didasari oleh prinsip konstruktivisme, yang menekankan bahwa peserta didik membangun pengetahuannya sendiri melalui pengalaman aktif (Tamrin et al. 2011). Algebrator dipilih sebagai alat bantu digital yang krusial untuk membantu proses pemecahan masalah secara sistematis dan visual, khususnya dalam materi aljabar yang abstrak (Nasution 2018). Integrasi Algebrator ini bertujuan untuk memfasilitasi siswa dalam memvisualisasikan langkah-langkah aljabar dan mengurangi beban kognitif saat memanipulasi ekspresi matematika.

Produk worksheet yang dihasilkan kemudian menjalani proses validasi ahli (expert validation) untuk memastikan kualitas dan kelayakannya. Validasi dilakukan oleh dua orang dosen pendidikan

matematika dan satu guru matematika SMP yang berpengalaman. Aspek yang divalidasi meliputi aspek isi (Kesesuaian materi, akurasi konsep), aspek konstruk (konsistensi dengan model PBL dan tujuan pembelajaran), aspek bahasa (kejelasan, keterbacaan, dan ketepatan penggunaan istilah), serta aspek kesesuaian integrasi model PBL dengan Algebrator (efektivitas penggunaan Algebrator dalam tahapan PBL). Hasil validitas menunjukkan skor “Sangat Valid” atau Layak Digunakan Tanpa Revisi Mayor”.

Berdasarkan masukan konstruktif dari para validator, beberapa revisi dan penyempurnaan telah dilakukan. Perbaikan difokuskan pada peningkatan kejelasan tahapan penggunaan Algebrator dalam setiap langkah pemecahan masalah dan penyempurnaan ilustrasi agar lebih relevan dan mudah dipahami siswa. Penyempurnaan ini sejalan dengan konsep scaffolding dalam PBL (Leary 2012; Zainal 2022), di mana worksheet dirancang untuk memberikan dukungan yang memadai kepada siswa secara bertahap saat mereka mengerjakan masalah kompleks, kemudian secara bertahap dukungan tersebut dikurangi seiring meningkatnya kemandirian siswa. Dengan demikian, worksheet ini diharapkan dapat secara signifikan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa pada materi aljabar melalui pendekatan yang aktif, visual, dan terstruktur.

Implementasi

Tahap implementasi merupakan realisasi dari worksheet PBL berbantuan Algebrator yang telah dikembangkan dan divalidasi. Penerapan ini dilakukan pada siswa kelas VII MIPA 1 dan VII MIPA 3 di SMP Negeri 150 Jakarta. Berlangsung selama dua sesi pembelajaran. Dalam setiap sesi, guru berperan sebagai fasilitator membimbing dan mendorong siswa untuk secara aktif menggunakan Algebrator dalam menyelesaikan masalah-masalah aljabar yang disajikan dalam worksheet (Mangelep 2018; Wongsila and Yuenyong 2019).

Implementasi ini secara ketat mengacu pada model pembelajaran berbasis masalah (PBL), yang secara fundamental menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran kolaboratif (Rusmono, dalam Eismawati et al., 2018; Zainal, 2022). Fokusnya adalah bagaimana siswa dapat membangun pemahaman mereka melalui tantangan masalah nyata, bukan sekadar menerima informasi. Penggunaan Algebrator menjadi elemen kunci yang memberikan pengalaman belajar yang konkret dan interaktif, yang sangat krusial untuk meningkatkan pemahaman konsep aljabar yang cenderung abstrak (Nasution 2018). Melalui Algebrator, siswa dapat memvisualisasikan langkah-

langkah penyelesaian aljabar, memanipulasi ekspresi, dan memeriksa solusi mereka secara mandiri, sehingga jembatan antara konsep abstrak dan representasi nyata dapat terbentuk.

Hasil observasi selama implementasi menunjukkan respon positif dari siswa. Mereka terlibat aktif dalam pembelajaran, berdiskusi dengan teman sekelompok, dan secara bertahap mulai menguasai penggunaan Algebrator dengan bimbingan minimal dari guru. Lebih lanjut observasi juga mengindikasikan adanya peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa dari sesi pertama ke sesi kedua. Peningkatan ini konsisten dengan teori konstruktivisme (Tamrin et al. 2011), yang menekankan bahwa pembelajaran efektif terjadi melalui interaksi sosial dan refleksi terhadap pengalaman belajar. Pendekatan ini berhasil menggeser fokus pembelajaran dari sekadar menghafal rumus atau prosedur menjadi pembangunan pemahaman konseptual yang lebih dalam dan kemampuan menerapkan konsep tersebut dalam pemecahan masalah.

Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan untuk mengukur efektivitas worksheet PBL berbantuan Algebrator dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. Evaluasi utama dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran pada skala terbatas (dalam Noviantii, 2020): memahami masalah, pemahaman masalah, perencanaan penyelesaian masalah, melakukan sesuai yang telah direncanakan, dan mengoreksi kembali hasil yang telah dikerjakan (Polya dalam Mayasari et al. 2021). Selain itu, angket sikap siswa digunakan untuk mengukur respon dan persepsi mereka terhadap pembelajaran menggunakan worksheet ini. Temuan angket sangat positif, mengungkapkan bahwa 92% siswa merasa pembelajaran menjadi lebih menarik dan mudah dipahami. Ini mengindikasikan bahwa integrasi PBL dan Algebrator tidak hanya efektif dalam meningkatkan kemampuan kognitif, tetapi juga berhasil meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa.

Hasil penelitian ini selaras dengan studi sebelumnya yang menekankan pentingnya pemecahan masalah matematika. Kharisma dan Asman (2018) menyatakan bahwa keterampilan pemecahan masalah esensial untuk membangun konsep dan keterampilan baru dalam matematik. Senada dengan itu, Khofifah et al. (2021) menegaskan bahwa keterampilan ini krusial bagi siswa untuk bertahan ditengah ketidakpastian dunia saat ini. Secara keseluruhan penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan bahan ajar yang inovatif, khususnya worksheet berbasis Problem-Based Learning yang diintegrasikan dengan teknologi seperti Algebrator. Inovasi ini tidak hanya berpotensi meningkatkan kualitas pembelajaran matematika dan keterampilan

berpikir kritis siswa, tetapi juga mempersiapkan mereka untuk menghadapi masalah nyata. Temuan ini membuka peluang besar untuk pengembangan bahan ajar serupa dimata pelajaran lain dan tingkat pendidikan yang lebih tinggi, guna memaksimalkan potensi pembelajaran berbasis teknologi di Indonesia.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan memvalidasi worksheet berbasis PBL berbantuan Algebrator yang terbukti dengan terbatas memberikan sesuai dengan tujuan penelitian. Peningkatan ini terlihat jelas dari data aktivitas siswa dalam menyelesaikan masalah yang telah diberikan. Aktivitas siswa yang sangat aktif dalam proses pembelajaran menjadi peran penting dalam pencapaian tujuan penelitian. Siswa sangat antusias dalam menjalankan proses pembelajaran matematika dengan berbagai aktivitas pada aplikasi algebrator. Dengan demikian, worksheet ini merupakan inovasi bahan ajar yang relevan dan memberikan solusi konkret terhadap kesulitan siswa dalam aljabar.

Efektivitas worksheet ini tercapai melalui dua mekanisme utama: integrasi model PBL yang secara aktif melibatkan siswa dalam proses konstruksi pengetahuan, serta pemanfaatan Algebrator sebagai alat visual interaktif. Kombinasi ini memungkinkan siswa memvisualisasikan konsep aljabar yang abstrak, memfasilitasi pemahaman mendalam, dan secara signifikan meningkatkan motivasi serta keterlibatan belajar mereka. Proses pembelajaran menjadi lebih bermakna karena siswa tidak hanya menghafal tetapi juga membangun solusi masalah secara mandiri dengan dukungan visual yang jelas.

Sebagai langkah ke depan, disarankan untuk mengeksplorasi penerapan worksheet serupa pada materi matematika lain dan jenjang pendidikan yang berbeda, guna menguji adaptabilitas dan efektivitas secara lebih luas. Selain itu, penelitian lebih mendalam mengenai pengaruh jangka panjang penggunaan teknologi seperti Algebrator terhadap pengembangan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian siswa sangat diperlukan untuk memahami dampak holistiknya. Penting juga untuk mempertimbangkan faktor-faktor eksternal seperti dukungan infrastruktur sekolah dalam implementasi teknologi serupa di masa mendatang.

Secara lebih luas, pengembangan bahan ajar inovatif berbasis PBL dan teknologi Algebrator ini dapat menjadi alternatif strategis dan kunci dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di Indonesia. Dengan memperkuat keterampilan pemecahan masalah yang esensial, diharapkan siswa akan menjadi individu yang lebih siap, percaya diri, dan kreatif dalam

menghadapi berbagai tantangan akademik maupun kehidupan nyata dimasa depan. Inisiatif semacam ini berpotensi besar untuk mendorong transformasi pendidikan matematika menuju arah yang lebih dinamis dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21.

Daftar Pustaka

- Ahmad, H., Syamsuddin, Febryanti, and A. Latif. 2021. "Development of Student Worksheets Assisted by GeoGebra Application in Improving Higher-Order Thinking Ability in Mathematics Learning." *Journal of Physics: Conference Series* 1882(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012048>
- Bala, Ayten Pinar, and Ahmet Doğanay. 2014. "Improving Primary School Prospective Teachers' Understanding of the Mathematics Modeling Process." *Educational Sciences: Theory & Practice* 14(4):1375-84. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.4.2042>
- Bikner-Ahsbabs, Angelika. 2025. "How Eye Tracking May Advance the Field of Mathematics Education: A Commentary on the ESM Special Issue on Eye-Tracking Research in Mathematics Education." *Educational Studies in Mathematics* 555-74. <https://doi.org/10.1007/s10649-025-10386-0>
- Canedo Junior, Neil, Marcelo C. Borba, and Jhony Alexander Villa-Ochoa. 2025. "Contributions of Digital Videos in Mathematical Modelling Practices: Meanings and Resources Semiotics." *ZDM - Mathematics Education* 57(2/3):473-88. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01681-4>
- Casey, Stephanie, Kristin Lesseig, Debra Monson, and Erin Krupa. 2018. "Examining Preservice Secondary Mathematics Teachers' Responses to Student Work to Solve Linear Equations." *Mathematics Teacher Education and Development* 20(1):132-53.
- Clark-Wilson, Alison, Ornella Robutti, and Mike Thomas. 2020. "Teaching with Digital Technology." *ZDM - Mathematics Education* 52(7):1223-42. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01196-0>

- Dilling, Frederik, Ingo Witzke, Kevin Hörnberger, and Jana Trgalová. 2024. "Co-Designing Teaching with Digital Technologies: A Case Study on Mixed Pre-Service and in-Service Mathematics Teacher Design Teams." *ZDM - Mathematics Education* 56(4):667-80. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01623-6>
- Doz, Daniel, Amalija Žakelj, and Mara Cotič. 2025. "Inquiry - Based Learning in Grade 9 Mathematics : Assessing Outcomes across Gagné ' s Taxonomy." *Educational Studies in Mathematics* (0123456789). <https://doi.org/10.1007/s10649-025-10417-w>
- Eismawati, Eka, Henny Dewi Koeswanti, and Elvira Hoesein Radia. 2018. "Peningkatan Hasil Belajar Matematika Melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Siswa Kelas 4 SD." *Justek : Jurnal Sains Dan Teknologi* 1(1):120. <https://doi.org/10.31764/justek.v1i1.416>
- Grugeon-Allys, Brigitte, and Julia Pilet. 2024. *The Algebraic Learning of Middle School Students' Evolution during a School Year: A Statistical Large-Scale Study Based on Results in Mathematics Didactics*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s10649-024-10347-z>
- Hapsari, Anita Galuh Sri, and Paulus Kuswandono. 2020. "Designing Problem-Based Learning Through Narrative Stories For Microteaching Class Using Addie Model." *JEELS (Journal of English Education and Linguistics Studies)*.
- Husain, Asrianti, Muhammad Ikram, Fahrul Bahri, and Asrianti Husain. 2021. "Analysis of Students ' Proportional Reasoning in Solving Story Problems Analysis of Students ' Proportional Reasoning in Solving Story Problems." *International Journal of Progressive Mathematics Education* 3(1):198-206. <https://doi.org/10.22236/ijopme.v3i1.7619>
- Kharisma, Jeaniver Yuliane, and Aslim Asman. 2018. "Pengembangan Bahan Ajar Matematika Berbasis Masalah Berorientasi Pada Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Dan Prestasi Belajar Matematika." *Indonesian Journal of Mathematics Education* 1(1):34-46. <https://doi.org/10.31002/ijome.v1i1.926>

- Khofifah, Lutfiatul, Nanang Supriadi, and Muhammad Syazali. 2021. "Model Flipped Classroom Dan Discovery Learning Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Dan Pemecahan Masalah Matematis." *Prisma* 10(1):17. <https://doi.org/10.35194/jp.v10i1.1098>
- Koko, Maureen Nmema. 2016. "The Effective Use of School Instructional Materials." *ABEC Annual Workshop (September 2016)*:1-9.
- Leary, Heather. 2012. "Self-Directed Learning in Problem-Based Learning Versus Traditional Lecture-Based Learning : A Meta-Analysis." *All Graduate Theses and Dissertations* 1-202.
- Mamolo, Leo A. 2019. "Analysis of Senior High School Students' Competency in General Mathematics." *Universal Journal of Educational Research* 7(9):1938-44. <https://doi.org/10.13189/ujer.2019.070913>
- Manalu, Eprianti, Roslian Lubis, and Yulia Pratiwi Siregar. 2021. Efektivitas Penggunaan Model Pembelajaran Numbered Heads Together (NHT) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Di Kelas VIII SMP Negeri 9 Padangsidimpuan.
- Mangelep, Navel Oktaviandy. 2018. "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Pada Pokok Bahasan Lingkaran Menggunakan Pendekatan Pmri Dan Aplikasi Geogebra." *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika* 6(2):193-200. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v6i2.306>
- Masruroh, Viki, Restu Lusiana, and Vera Dewi Susanti. 2023. "Development of Student Worksheets Oriented to Problem Based Learning Integrated 21st Century Skills." *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan* 15(1):519-32. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v15i1.2466>
- Mayasari, Dian, Irmawaty Natsir, Sadrack Luden Pagiling, and Abdul Rachman Taufik. 2021. "Developing Student Worksheet-Based Cooperative Learning Model for Improving

Problem Solving Ability." Journal of Honai Math 4(2):161-72.
<https://doi.org/10.30862/jhm.v4i2.195>

Nabilah, Elsa, Ervin Azhar, Sigid Edy Purwanto, and Elsa Nabilah. 2021. "Kecemasan Siswa Dalam Menyelesaikan Masalah Modelling Matematika Pada Praktek Kelas Virtual." Internatioinal Journal of Progressive Mathematics Education 1(1):41-60.
<https://doi.org/10.22236/ijopme.v1i1.6595>

Nasution, Eline Yanti Putri. 2018. "Interaksi Antara Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Dengan Pendekatan Open-Ended Dan Kemampuan Awal Matematis (Kam) Siswa." Logaritma: Jurnal Ilmu-Ilmu Pendidikan Dan Sains 5(01):37.
<https://doi.org/10.24952/logaritma.v5i01.1259>

Noviantii, Erna, Putri Yuanita, and Maimunah Maimunah. 2020. "Pembelajaran Berbasis Masalah Dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika." Journal of Education and Learning Mathematics Research (JELMaR) 1(1):65-73.
<https://doi.org/10.37303/jelmar.v1i1.12>

Pongsakdi, Nonmanut, Anu Kajamies, Koen Veermans, Kalle Lertola, Marja Vauras, and Erno Lehtinen. 2020. "What Makes Mathematical Word Problem Solving Challenging? Exploring the Roles of Word Problem Characteristics, Text Comprehension, and Arithmetic Skills." ZDM 52(1):33-44. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01118-9>

Prambudi, Eko Yulianto, and Tri Nova Hasti Yunianta. 2020. "Pengembangan Media Bus Race Algebra Pada Materi Bentuk Aljabar Untuk Siswa Kelas VII SMP." Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika 4(1):8-22. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v4i1.150>

Pramesti, T. I., and H. Retnawati. 2019. "Difficulties in Learning Algebra: An Analysis of Students' Errors." Journal of Physics: Conference Series 1320(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1320/1/012061>

- Rahmadani, Normala, and Indri Anugraheni. 2017. "Peningkatan Aktivitas Belajar Matematika Melalui Pendekatan Problem Based Learning Bagi Siswa Kelas 4 Sd." *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan* 7(3):241.
<https://doi.org/10.24246/j.scholaria.2017.v7.i3.p241-250>
- Scheiner, Thorsten. 2023. "Shifting the Ways Prospective Teachers Frame and Notice Student Mathematical Thinking: From Deficits to Strengths." *Educational Studies in Mathematics* 114(1):35-61. <https://doi.org/10.1007/s10649-023-10235-y>
- Strohmaier, Anselm R., Anja Schiepe-Tiska, Yu Ping Chang, Fabian Müller, Fou Lai Lin, and Kristina M. Reiss. 2020. "Comparing Eye Movements during Mathematical Word Problem Solving in Chinese and German." *ZDM - Mathematics Education* 52(1):45-58.
<https://doi.org/10.1007/s11858-019-01080-6>
- Sugiarti, L., and H. Retnawati. 2019. "Analysis of Student Difficulties on Algebra Problem Solving in Junior High School." *Journal of Physics: Conference Series* 1320(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1320/1/012103>
- Tamrin, Marwia, St. Fatimah S. Sirate, and Muh. Yusuf. 2011. "Teori Belajar Vygotsky Dalam Pembelajaran Matematika." *Sigma (Suara Intelektual Gaya Matematika)* 3(1):40-47.
- Tuimur, Hilda Ng'etich, and Bernard Chemwei. 2015. "Availability and Use of Instructional Materials in the Teaching of Conflict and Conflict Resolution in Primary Schools in Nandi North District, Kenya." *International Journal of Education and Practice* 3(6):224-34.
<https://doi.org/10.18488/journal.61/2015.3.6./61.6.224.234>
- Umbara, Uba, and Inri Rahmawati. 2018. "Pembelajaran Matematika Berbantuan Software Algebrator Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Matematis Siswa." *Jurnal Elemen* 4(1):9. <https://doi.org/10.29408/jel.v4i1.508>
- Umrani, Fathiah, Suparman, Yahya Hairun, and Diah Prawitha Sari. 2020. "Analysis and Design of Mathematics Student Worksheets Based on Pbl Learning Models to Improve Creative

Thinking." International Journal of Advanced Science and Technology 29(7 Special Issue):226-37.

Wahyu Hidayat, Ratna Sariningsih. 2018. "Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Dan Adversity Quotient Siswa SMP Melalui Pembelajaran Open Ended." Jurnal JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika) 2(1):109. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v2i1.1027>

Wongsila, Saranya, and Chokchai Yuenyong. 2019. "Enhancing Grade 12 Students' Critical Thinking and Problem-Solving Ability in Learning of the STS Genetics and DNA Technology Unit." Journal for the Education of Gifted Young Scientists 7(2):215-35. <https://doi.org/10.17478/jegys.549005>

Yang, Der Ching, Iwan Andi Jonri Sianturi, Chia Huang Chen, Yi Wen Su, and Natthapoj Vincent Trakulphadetkrai. 2022. "Taiwanese Primary School Teachers' Perceived Enablers for and Barriers to the Integration of Children's Literature in Mathematics Teaching and Learning." Educational Studies in Mathematics 110(1):125-48. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10115-3>

Yulianti, Neneng, and Harry Dwi Putra. 2023. "The Development Of Problem Based Learning Desmos-Assisted Digital Worksheet For Trigonometry Function." Journal of Innovative Mathematics 6(4):262-71. <https://doi.org/10.22460/jiml.v6i4.18432>

Zainal, Nur Fitriani. 2022. "Problem Based Learning Pada Pembelajaran Matematika Di Sekolah Dasar/ Madrasah Ibtidaiyah." Jurnal Basicedu 6(3):3584-93. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2650>