

Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis *Problem-based Learning* Terintegrasi *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* untuk Memfasilitasi Pemahaman Konsep Statistika

Izza Makhfiatul Hasanah, Muhammad Prayito, Nurina Happy*

Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas PGRI Semarang, Indonesia

*Korespondensi Penulis. E-mail: nurinahappy@upgris.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Problem-based Learning* (PBL) terintegrasi STEM *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) guna memfasilitasi pemahaman konsep peserta didik pada materi statistika, menguji tingkat kevalidan dan menguji kepraktisannya. Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan model *Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation* (ADDIE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD berbasis PBL terintegrasi STEM teruji sangat valid dengan indeks *Aiken's V* sebesar 0,88 yang mengindikasikan kelayakan media. Hasil uji kepraktisan menunjukkan persentase sebesar 81% yang mencerminkan kemudahan akses dan pengoperasian media. Pemanfaatan LKPD ini memfasilitasi pemahaman konsep matematis peserta didik yang ditunjukkan oleh perolehan rata-rata *n-Gain* sebesar 0,56 pada kategori sedang dengan skor *effect size* sebesar 2,14. Penelitian ini berkontribusi dalam menyediakan alternatif bahan ajar yang mengintegrasikan observasi data lapangan secara aktual untuk membantu peserta didik mengonstruksi pemahaman konsep statistika dari permasalahan nyata. Implikasi dari penelitian ini adalah tersedianya media pendukung bagi guru pada skala kelas dalam membiasakan peserta didik memecahkan permasalahan kontekstual.

Kata Kunci: LKPD interaktif, Pemahaman konsep, *Problem-based learning*, STEM

Student Worksheet Based on Problem-based Learning Integrated with Science, Technology, Engineering, and Mathematics to Facilitate Students' Conceptual Understanding in Statistics

Abstract

This study aimed to develop a student worksheet based on Problem-based integrated with Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) to facilitate students' conceptual understanding of statistics, as well as to assess its validity and practicality. This study employed a research and development design using the Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation (ADDIE) model. The results indicated that the PBL-based STEM-integrated LKPD demonstrated a very high level of validity, with an Aiken's V index of 0.88, indicating that the developed instructional media was highly feasible. The practicality test yielded a percentage of 81%, reflecting the accessibility and ease of operation of the media. The implementation of the LKPD facilitated students' mathematical conceptual understanding, as evidenced by a mean n-Gain score of 0.56, categorized as moderate, and an effect size of 2.14. This study contributes an alternative instructional material that integrates authentic field-data observations to support students in constructing an understanding of statistical concepts through real-world problems. The implication of this study is the availability of instructional support for teachers at the classroom level to foster students' habituation in solving contextual problems.

Keywords: Interactive student worksheet, Concept understanding, *Problem-based learning*, STEM

How to Cite: Hasanah, I. M., Prayito, M., & Happy, N. (2026). Lembar kerja peserta didik berbasis problem-based learning terintegrasi science, technology, engineering, and mathematics untuk memfasilitasi pemahaman konsep statistika. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 14(2), 645-656. <https://doi.org/10.21831/jpms.v14i2.101009>

DOI: <https://doi.org/10.21831/jpms.v14i2.101009>

PENDAHULUAN

Tuntutan pendidikan abad ke-21 mengharuskan peserta didik memiliki kecakapan berpikir kritis, kreatif, dan mandiri yang dapat dikembangkan secara efektif melalui pembelajaran matematika (Yuliasari, 2017). Melalui pembelajaran matematika, peserta didik tidak hanya dibekali kemampuan berpikir logis dan sistematis, tetapi juga diarahkan untuk membangun pemahaman konsep sebagai fondasi dalam mencapai tujuan pembelajaran tersebut (Verina & Darhim, 2023). Berdasarkan teori konstruktivisme dan perkembangan kognitif, pemahaman konsep yang bermakna terbentuk ketika peserta didik tidak sekadar menerima informasi secara pasif, tetapi secara aktif mengonstruksi pengetahuan dengan mengasimilasi dan mengakomodasi informasi baru ke dalam struktur kognitif melalui pengalaman langsung dalam memecahkan masalah (Pratama et al., 2026; Erawati et al., 2025; Gravemeijer et al., 2017). Pemahaman konsep yang kuat diperlukan untuk mencegah miskonsepsi sehingga peserta didik tidak hanya menghafal, tetapi juga mampu menyatakan kembali, mengklasifikasikan, dan menerapkan konsep dalam pemecahan masalah (Putri & Lutfiana, 2025). Dengan demikian, pemahaman konsep merupakan komponen krusial yang menuntut keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran (Agustiani et al., 2019). Pemahaman yang baik memungkinkan peserta didik menyerap materi secara lebih bermakna dan menerapkannya secara tepat dalam menyelesaikan berbagai permasalahan (Rihi & Saija, 2021).

Salah satu materi matematika yang memerlukan pemahaman konsep yang kuat adalah statistika, khususnya materi ukuran pemusatan data. Materi ini memiliki peran penting karena literasi data merupakan salah satu kompetensi abad ke-21 yang dibutuhkan peserta didik untuk memahami berbagai situasi dan mengambil keputusan secara objektif di tengah arus informasi yang semakin kompleks (Sharma, 2017). Namun, kondisi di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan tersebut belum sepenuhnya tercapai. Rendahnya pemahaman konsep dapat menyebabkan peserta didik melakukan kesalahan dalam menentukan dan menggunakan ukuran pemusatan data. Sebagai contoh, peserta didik cenderung memilih rata-rata untuk setiap kondisi tanpa mempertimbangkan karakteristik dan sebaran data, atau memilih modus semata-mata

karena dianggap lebih mudah dihitung. Kondisi tersebut diperkuat oleh hasil observasi dan wawancara dengan guru matematika selama pelaksanaan magang kependidikan. Hasil tes diagnostik awal menunjukkan bahwa sekitar 85% peserta didik belum mencapai KKM sebesar 70. Meskipun peserta didik mampu menghitung rata-rata secara prosedural, mereka masih mengalami kesulitan ketika dihadapkan pada permasalahan dalam bentuk soal cerita. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kemampuan prosedural dan pemahaman konseptual yang perlu segera diatasi melalui inovasi metode dan bahan ajar yang terintegrasi dengan teknologi (Lestari et al., 2026). Permasalahan tersebut salah satunya dipicu oleh pembelajaran satu arah yang berorientasi pada penyelesaian prosedural, sehingga peserta didik cenderung meniru langkah penyelesaian tanpa memahami prinsip yang mendasari konsep (Sapitri et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan bahan ajar yang mampu memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengeksplorasi konsep secara aktif (Pratama et al., 2024). Pemanfaatan LKPD interaktif secara terstruktur berpotensi memfasilitasi kegiatan eksplorasi tersebut (Nabilla et al., 2022), sekaligus meminimalkan kejenuhan peserta didik selama proses pembelajaran (Laknasa et al., 2021). Sejalan dengan hal tersebut, berbagai penelitian menunjukkan bahwa penguasaan konsep matematika peserta didik dapat ditingkatkan melalui perancangan dan penerapan bahan ajar berbasis elektronik (Wicaksono et al., 2020).

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penerapan PBL yang terintegrasi dengan pendekatan STEM. PBL menempatkan permasalahan nyata dan tidak terstruktur sebagai titik awal pembelajaran, sehingga mendorong peserta didik untuk menganalisis masalah dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis (Yew & Goh, 2016). Proses pemecahan masalah tersebut selanjutnya diperkuat melalui pendekatan STEM yang mengarahkan peserta didik untuk mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dalam merancang dan menemukan solusi (Kelley & Knowles, 2016). Penerapan PBL terbukti berperan dalam menstimulasi kemampuan berpikir kritis melalui penyajian masalah nyata sebagai konteks awal pembelajaran (Yusra et al., 2025). Sejalan dengan teori konstruktivisme, integrasi PBL dan STEM memungkinkan peserta didik secara aktif mengaitkan informasi baru dengan pengalaman

dalam memecahkan permasalahan nyata, sehingga proses asimilasi dan akomodasi pengetahuan dapat berlangsung secara lebih bermakna (Agustiani et al., 2019). Perpaduan model dan pendekatan tersebut juga memungkinkan konsep matematika dihubungkan dengan berbagai disiplin ilmu dan konteks kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, peserta didik tidak sekadar bergantung pada hafalan rumus, tetapi dapat membangun penguasaan konsep melalui proses merancang dan menguji solusi terhadap permasalahan yang dihadapi (Mahayani et al., 2025; Saputri & Herman, 2022). Selain itu, integrasi teknologi dalam pembelajaran STEM berpotensi memberikan dampak positif terhadap peningkatan literasi digital peserta didik (Safira et al., 2025) dan mengoptimalkan capaian hasil belajar di kelas (Permatasari et al., 2026). Hal tersebut menjadi semakin relevan karena pemecahan masalah berbasis STEM menuntut kemampuan adaptasi dan berpikir kritis untuk menghasilkan solusi inovatif terhadap berbagai permasalahan kompleks di dunia nyata (English, 2023).

Implementasi PBL terintegrasi STEM memerlukan bahan ajar yang mampu menerjemahkan karakteristik kedua pendekatan tersebut ke dalam aktivitas pembelajaran yang konkret. Dalam konteks ini, LKPD interaktif menjadi salah satu bahan ajar yang relevan karena dapat memberikan ruang bagi peserta didik untuk berinteraksi secara langsung dengan materi dan tugas melalui media digital (Novaliyosi et al., 2022). Salah satu *platform* yang dapat mendukung pengembangan LKPD interaktif adalah *Liveworksheets*, yang memungkinkan peserta didik belajar secara lebih fleksibel sekaligus memperoleh umpan balik secara langsung terhadap hasil pekerjaannya (Sugandi et al., 2024). Pengembangan LKPD matematika berbantuan *Liveworksheets* yang terintegrasi dengan konteks lingkungan telah terbukti memenuhi kriteria valid dan praktis serta berpotensi mendukung kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik (Syutaridho et al., 2025). Lebih lanjut, penggunaan LKPD interaktif melalui *platform* tersebut menunjukkan efektivitas dalam mendukung kemampuan matematis peserta didik, termasuk dalam memahami konsep-konsep dasar pada berbagai materi (Siregar et al., 2024). Pemanfaatan LKPD yang terintegrasi dengan pendekatan STEM juga berkontribusi terhadap peningkatan kualitas proses pembelajaran matematika (Aprilianti & Astuti, 2020). Temuan-temuan tersebut

menunjukkan bahwa LKPD digital tidak hanya berfungsi sebagai media penyampaian materi, tetapi juga dapat menjadi sarana untuk merancang pengalaman belajar yang aktif, kontekstual, dan berorientasi pada pemecahan masalah.

Meskipun berbagai LKPD interaktif telah dikembangkan, inovasi yang tersedia masih cenderung terbatas pada digitalisasi bahan ajar cetak tanpa mengoptimalkan fitur pengumpulan dan pengolahan data secara aktual. Keterbatasan tersebut menyebabkan pembelajaran statistika berpotensi tetap berlangsung secara abstrak dan prosedural, sehingga eksplorasi konsep belum sepenuhnya terhubung dengan permasalahan yang ditemui peserta didik dalam kehidupan sehari-hari. Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengembangkan LKPD interaktif berbasis PBL terintegrasi STEM dengan memanfaatkan *Liveworksheets*, Google Maps, Google Forms, dan *Spreadsheet*. Integrasi keempat *platform* tersebut dirancang untuk menghadirkan pengalaman belajar berbasis data nyata. Google Maps digunakan untuk membantu peserta didik mengeksplorasi dan memperoleh data jarak secara aktual. Data hasil pengukuran kemudian dikumpulkan melalui Google Forms dan direkap menggunakan *Spreadsheet*. Selanjutnya, data tersebut diintegrasikan ke dalam *Liveworksheets* untuk diolah dan dianalisis secara mandiri oleh peserta didik. Rangkaian aktivitas ini memungkinkan peserta didik tidak hanya mempelajari konsep ukuran pemusatan data secara prosedural, tetapi juga mengonstruksi konsep melalui proses memperoleh, mengorganisasi, mengolah, dan menginterpretasikan data yang berasal dari lingkungan nyata. Kehadiran media digital interaktif juga dapat mendukung pembelajaran mandiri serta membantu mencegah miskonsepsi melalui visualisasi, kuis, dan umpan balik adaptif (Hanifa & Sitaresmi, 2026). Selain itu, pemanfaatan lingkungan belajar digital dapat dioptimalkan untuk memfasilitasi evaluasi diri sehingga peserta didik terdorong untuk merefleksikan dan meninjau kemampuan pemecahan masalah secara mandiri (Barana et al., 2022). Oleh sebab itu, penelitian ini diarahkan untuk menghasilkan LKPD yang valid dari aspek materi dan media berdasarkan penilaian ahli, praktis digunakan secara mandiri oleh peserta didik, serta mampu memfasilitasi pergeseran dari pola berpikir prosedural menuju pemahaman konsep yang bermakna pada materi ukuran pemusatan data.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan. Model yang digunakan adalah ADDIE. Model pengembangan ini dipilih karena menawarkan prosedur sistematis yang terstruktur dalam mendesain media pembelajaran digital, sehingga produk yang dihasilkan terjamin relevansinya dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik (Sugiyono, 2016; Hanifa & Sitaresmi, 2026).

Tahap *analyze* merupakan langkah awal yang bertujuan untuk mengidentifikasi masalah dan kebutuhan faktual di lapangan. Tahap ini berisi analisis kebutuhan peserta didik untuk mengetahui tingkat pemahaman awal dan berbagai kendala yang dihadapi peserta didik. Selain itu, dilakukan analisis kurikulum untuk memastikan materi statistika yang dikembangkan sesuai dengan kompetensi dasar yang berlaku.

Tahap *design* difokuskan pada penyusunan *draft* awal LKPD berdasarkan hasil tahap analisis. Rancangan *storyboard* yang mengatur tata letak visual, alur materi statistika, dan fitur-fitur interaktif dibuat pada tahap ini. Selain itu, instrumen penelitian dikembangkan di tahap ini.

Tahap *development* merupakan proses realisasi dari *storyboard* yang telah disusun menjadi wujud produk LKPD. Pembuatan media ini mencakup penyusunan materi statistika, penambahan elemen interaktif, dan pengintegrasian PBL berbasis STEM. Setelah produk awal selesai direalisasikan, langkah selanjutnya adalah melakukan proses validasi untuk menilai kelayakan LKPD. Revisi dilakukan secara berkala berdasarkan masukan dan evaluasi dari validator hingga produk tersebut dinyatakan sangat valid dan siap diujicobakan.

Tahap *implementation* melibatkan penerapan LKPD secara langsung kepada subjek uji coba di dalam kelas. LKPD ini diterapkan dalam dua kali pertemuan. Selama proses pembelajaran, guru berperan sebagai fasilitator yang mengarahkan dan membimbing jalannya diskusi, sementara peserta didik diberikan kesempatan untuk bereksplorasi secara aktif

dalam menyelesaikan masalah statistika yang disajikan pada media. Tahapan ini bertujuan untuk melihat interaksi langsung peserta didik terhadap media serta mengamati kelancaran pembelajaran di kelas.

Tahap *evaluation* dilakukan untuk mengukur tingkat pemahaman konsep serta kepraktisan akhir dari LKPD yang telah diimplementasikan. Peneliti melakukan analisis terhadap data hasil *pre-test* dan *post-test* untuk melihat perubahan pemahaman konsep statistika peserta didik. Selain itu, angket respon peserta didik disebarkan guna mengukur kepraktisan media. Data kualitatif dan kuantitatif dari tahapan evaluasi ini menjadi penentu kesimpulan akhir terkait kualitas kelayakan produk yang dikembangkan.

Uji coba produk dilakukan di salah satu sekolah menengah pertama negeri di Kota Semarang. Pelaksanaan penelitian dilakukan setelah mendapat perizinan resmi oleh pihak sekolah. Pemilihan subjek sebanyak 22 peserta didik pada tahap uji coba terbatas dan 30 peserta didik pada tahap implementasi. Teknik pemilihan sampel didasari pada teknik *purposive sampling* dengan pertimbangan kesesuaian alur materi, dan karakteristik kemampuan akademik yang heterogen.

Proses pengumpulan data menggunakan tiga instrumen utama yang mencakup lembar validasi, angket respons kepraktisan peserta didik, dan instrumen tes tertulis. Validasi instrumen dan produk melibatkan tiga validator. Para ahli ini dipilih berdasarkan kepakaran serta pengalaman mengajar. Lembar validasi digunakan untuk mengukur 3 aspek kelayakan produk. Angket respon kepraktisan peserta didik digunakan untuk menilai pengalaman pengguna terhadap media digital yang dikembangkan. Skala yang digunakan adalah skala Likert. Tes tertulis berfungsi untuk mengevaluasi pemahaman konsep peserta didik setelah proses pembelajaran berlangsung. Tes ini disusun dengan merujuk pada indikator pemahaman konsep oleh Kilpatrick di tahun 2001. Kisi-kisi instrumen tertera pada Tabel 1–3.

Tabel 1. Kisi-kisi lembar validasi

Aspek	Indikator Utama	Validator
Kelayakan materi	Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran, integrasi model PBL, dan unsur STEM	Materi
Substansi dan pemahaman	Sistematika urutan materi, kontekstualitas, serta kemampuan memfasilitasi analisis dan pemahaman konsep statistika	Materi

Aspek	Indikator Utama	Validator
Desain media	Kerapian tata letak, kualitas visual, proporsi gambar, kemudahan navigasi, dan berfungsinya fitur pada <i>platform</i> digital	Media
Kaidah bahasa	Kesesuaian bahasa dengan tingkat perkembangan siswa, keterbacaan teks, kejelasan kalimat instruksi, dan ejaan	Materi dan Media

Tabel 2. Kisi-kisi angket kepraktisan

Aspek	Indikator	Nomor
Kemudahan penggunaan	Kemudahan dalam membuka media, memahami petunjuk penggunaan, mengikuti langkah kegiatan, serta kenyamanan saat belajar	2, 8, 9, 14
Tampilan LKPD Efisiensi	Keterbacaan teks/tulisan serta daya tarik visual tampilan media Kelancaran proses pengerjaan, ketepatan alokasi waktu pembelajaran, dan ketiadaan kendala teknis	10, 15 3, 11, 12, 13
Pengoperasian fitur/ <i>platform</i>	Kemudahan akses melalui perangkat, pengoperasian tombol/fitur interaktif, pengisian jawaban, dan pengiriman hasil kerja	1, 4, 5, 6, 7

Tabel 3. Kisi-kisi tes pemahaman konsep

Aspek	Indikator	Nomor
Menyatakan ulang konsep	Peserta didik mampu mendefinisikan kembali makna ukuran pemusatan data.	1a, 2a
Mengklasifikasikan objek	Peserta didik dapat membedakan data berdasarkan sifat dan karakteristik sebarannya.	1b, 2b
Menerapkan secara algoritma	Peserta didik mampu menghitung nilai rata-rata, median, dan modus secara prosedural.	1c, 2c
Memberikan contoh dan non-contoh	Peserta didik mampu menentukan himpunan data yang mewakili suatu nilai pemusatan.	1d, 2d
Menyajikan representasi konsep	Peserta didik mampu menyajikan hasil olahan data ke dalam berbagai bentuk diagram/grafik.	1e
Menyelesaikan masalah	Peserta didik dapat menggunakan konsep statistika untuk menyelesaikan permasalahan kontekstual.	2e

Data dari validator dievaluasi menggunakan indeks *Aiken's V* yang dikategorikan menjadi sangat valid jika rentang nilainya di atas 0,80, validitas sedang di antara 0,40 hingga 0,80, dan kurang valid jika kurang dari 0,40. Kepraktisan produk dianalisis dari angket respons dengan menggunakan pedoman penilaian kriteria ideal guna menentukan batasan kategori tingkat kepraktisannya dari yang terendah hingga sangat baik (Pratama et al., 2026). Untuk menganalisis peningkatan pemahaman konsep peserta didik, prasyarat normalitas diuji menggunakan metode *Shapiro-Wilk*, lalu dianalisis menggunakan uji *paired sample t-test* untuk melihat signifikansi perbedaan rata-rata skor sebelum dan sesudah penggunaan media. Peningkatan pemahaman konsep kemudian dihitung menggunakan *n-Gain* yang diinterpretasikan menjadi kriteria tinggi jika skornya di atas 0,70, kriteria sedang di antara 0,30 hingga 0,70, dan kriteria rendah jika skornya kurang dari 0,30. Tahapan akhir dalam teknik analisis data juga dilengkapi dengan perhitungan

effect size menggunakan Cohen's *d* untuk mengetahui besaran dampak penerapan media terhadap hasil belajar peserta didik. Kriteria interpretasi nilai *effect size* dikategorikan menjadi dampak besar jika nilainya lebih dari atau sama dengan 0,80, dampak sedang di antara 0,50 hingga 0,80, dan dampak kecil jika nilainya di antara 0,20 hingga 0,50.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap *analyze* mengungkap bahwa mayoritas peserta didik kelas VIII di salah satu SMP Negeri di Kota Semarang belum mencapai ketuntasan klasikal. Kondisi awal menunjukkan bahwa peserta didik umumnya hanya menyalin langkah-langkah penyelesaian soal secara prosedural tanpa benar-benar memahami maknanya. Hasil analisis kebutuhan ini menjadi acuan pokok bagi peneliti dalam merancang media ajar inovatif yang lebih interaktif dan kontekstual pada materi ukuran pemusatan data.

Berdasarkan analisis kebutuhan, penelitian dilanjutkan pada tahap *design* untuk menyusun

kerangka produk. Perancangan ini meliputi pembuatan draf awal bahan ajar, tata letak digital, serta alur materi statistika. Selain itu, peneliti juga menyusun instrumen penilaian yang mengintegrasikan unsur STEM ke dalam masalah nyata. Pembuatan media berbasis PBL ini diarahkan agar peserta didik dapat menguasai teori dasar secara lebih menarik dan terstruktur.

Tahap selanjutnya adalah *development* melalui proses realisasi *draft* rancangan menjadi produk nyata berupa LKPD interaktif berbasis PBL dengan pendekatan STEM. Pembuatan media ini menggunakan *platform* Liveworksheets dengan kemasan ilustrasi dominan biru. Sampul LKPD memuat identitas dan topik utama, sehingga peserta didik langsung mengetahui fokus pembelajaran sejak awal, yang disajikan pada Gambar 1.

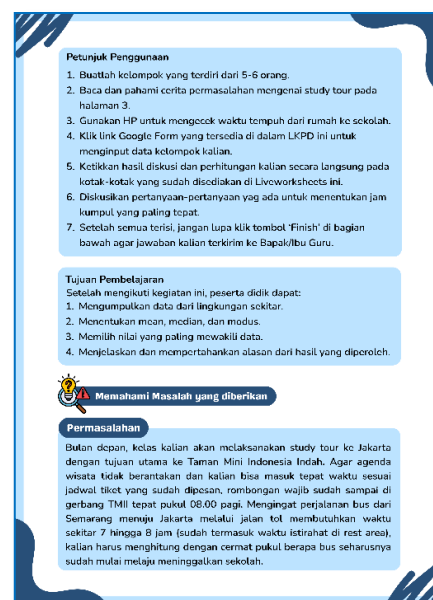


Gambar 1. Halaman sampul

Eksplorasi pemecahan masalah ini diawali dengan penerapan aspek *technology* sebagai alat bantu utama pengumpulan informasi. Secara mandiri, peserta didik diarahkan untuk mengoperasikan ponsel dan memanfaatkan aplikasi Google Maps untuk melacak rute serta mengestimasi waktu tempuh dari rumah ke lokasi kumpul. Pemanfaatan perangkat digital ini secara fungsional tidak hanya mempermudah pengumpulan data, tetapi juga menjembatani peserta didik dengan situasi lapangan secara interaktif seperti pada Gambar 3.

Data estimasi perjalanan yang diperoleh dari penggunaan teknologi tersebut kemudian

Setelah melewati halaman sampul, peserta didik akan masuk ke halaman berikutnya yang memuat petunjuk penggunaan sekaligus penyajian masalah. Petunjuk pengerjaan diberikan terlebih dahulu di bagian atas agar peserta didik memahami alur dalam menyelesaikan setiap aktivitas. Tepat di bawah petunjuk tersebut dalam halaman yang sama, disajikan masalah kontekstual terkait penentuan waktu kumpul *study tour* untuk memancing rasa ingin tahu peserta didik dan memulai fase PBL. Bahan ajar digital ini didesain agar peserta didik aktif menyelidiki durasi perjalanan nyata menggunakan bantuan Google Maps. Data tersebut kemudian dikumpulkan dan direkap secara langsung melalui integrasi Google Forms dan Spreadsheet.



Gambar 2. Petunjuk pengerjaan dan penyajian masalah kontekstual

dibawa ke tahap pengolahan *mathematics*. Peserta didik kemudian diminta untuk mengaplikasikan rumus dan konsep statistika dasar dalam tahapan ini, khususnya dalam menghitung ukuran pemusatan data seperti nilai rata-rata. Analisis matematis dari data nyata ini menjadi landasan bagi peserta didik untuk menghitung secara presisi waktu kumpul yang paling adil bagi seluruh peserta didik seperti pada Gambar 4.

Hasil perhitungan matematis tersebut selanjutnya dihubungkan dengan aspek *science* untuk memperdalam pemahaman teoretis peserta didik. Melalui aktivitas ini, peserta didik diajak

untuk menganalisis lebih jauh mengenai fenomena saintifik yang melandasi hubungan antara variabel jarak, kecepatan kendaraan, dan waktu tempuh. Pemahaman konsep dasar ini penting agar peserta didik menyadari bahwa hasil matematis yang diperoleh dipengaruhi oleh faktor-faktor saintifik di dunia nyata seperti yang disajikan pada Gambar 5.

Rangkaian aktivitas tersebut mengerucut pada aspek rancangan solusi *engineering* yang

menuntut peserta didik untuk merancang solusi akhir dari permasalahan. Peserta didik secara kolaboratif mendesain strategi penyajian data serta merekapitulasi seluruh informasi yang telah diolah menggunakan integrasi Google Forms dan Spreadsheet. Kemampuan menyusun alur pengumpulan hingga penyajian data secara sistematis ini melatih cara berpikir peserta didik layaknya sebuah proses rekayasa sistem yang terstruktur seperti pada Gambar 6.

Agar masalah dapat diselesaikan, tentukan langkah-langkah yang akan dilakukan:
Data apa yang akan kalian kumpulkan?

Dari mana data tersebut diperoleh?

Bagaimana cara kalian mengumpulkan data tersebut?

Mencari dan Mengolah Data

Gunakan HP kalian untuk mencari perkiraan waktu tempuh dari rumah ke sekolah menggunakan Google Maps. Selanjutnya, buka link Google Form: <https://forms.gle/w7PLCukovmHY2YHVA>. Isikan data waktu tempuh masing-masing anggota kelompok ke dalam Google Form tersebut.

Buka hasil pengisian Google Form pada HP kalian. Pilih data milik kelompok kalian, kemudian tuliskan data waktu tempuh tersebut ke dalam tabel berikut dengan lengkap dan benar.

Nama Anggota	Waktu Tempuh (Menit)

Gambar 3. Lembar penyelidikan yang memuat aspek *technology*

Apakah semua data sudah terisi dan menggunakan satuan yang sama?
☐ Sudah ☐ Belum

Apakah ada perbedaan waktu yang cukup jauh antar anggota?
☐ Ada ☐ Tidak

Urutkan data dari yang terkecil ke terbesar!

Hitung nilai:
Mean:

Median:

Modus:

Setelah kalian mendapatkan ketiga nilai tersebut, coba bandingkan hasilnya. Apakah nilai mean, median, dan modus sama atau berbeda?
☐ Sama ☐ Berbeda

Setelah itu, diskusikan bersama kelompok kalian. Jika ada satu siswa baru masuk ke kelompok kalian yang rumahnya sangat jauh, misalkan 60 menit. Jika data anak baru yang sangat jauh ini dimasukkan, hitunglah kembali mean, median, dan modusnya!

Mean	Median	Modus

Gambar 4. Proses perhitungan statistika yang memuat aspek *mathematics*

Ukuran pemusatan data mana yang nilainya paling terpengaruh (berubah drastis)?

Nilai mana yang nilainya lebih stabil (tidak mudah berubah) meskipun ada data anak baru yang sangat jauh tadi?

Jika melihat kondisi kelompok kalian sekarang (setelah ada anak baru yang rumahnya sangat jauh), ukuran pemusatan data mana yang menurut kalian paling mewakili kondisi jarak rumah kelompok kalian? Jelaskan alasannya!

Science

Faktor apa saja yang menyebabkan perbedaan waktu tempuh antar anggota kelompok?

☐ Jarak rumah ☐ Rute perjalanan
☐ Kondisi jalan (macet/tidak) ☐ Jenis transportasi
☐ Lainnya:

Jelaskan bagaimana faktor-faktor tersebut memengaruhi waktu tempuh!

Apakah ada anggota kelompok yang memiliki waktu tempuh jauh lebih lama atau lebih cepat (data awal sebelum ada anak baru)?

Jika ada, jelaskan apa penyebabnya!

Gambar 5. Lembar aktivitas yang memuat aspek *science*

Menurut kalian, apakah perbedaan waktu tempuh ini memengaruhi hasil perhitungan (mean, median, modus)?
☐ Ada ☐ Tidak
Jelaskan secara singkat!

Engineering

Berdasarkan hasil perhitungan (mean, median, modus) dan faktor-faktor yang memengaruhi waktu tempuh, tentukan waktu kumpul yang paling tepat untuk kegiatan study tour!

Perhitungan yang paling tepat untuk membuat kesimpulan diatas adalah:
☐ Mean (rata-rata)
☐ Median (nilai tengah)
☐ Modus (nilai yang sering muncul)

Jelaskan alasan kalian berdasarkan data dan kondisi nyata siswa!

Apakah waktu kumpul ini sudah cocok untuk semua anggota?
☐ Sudah ☐ Belum

Apakah masih ada anggota yang mungkin akan kesulitan datang tepat waktu?
☐ Ada ☐ Tidak

Jika ada, sebutkan dan jelaskan penyebabnya:

Gambar 6. Lembar pengumpulan dan rekapitulasi data yang memuat aspek *engineering*

Rangkaian proses pengembangan ini kemudian dilanjutkan pada tahap uji kelayakan oleh validator sebelum diimplementasikan ke peserta didik. Berdasarkan hasil perhitungan kelayakan materi, diperoleh indeks *Aiken's V* sebesar 0,82 dengan kriteria sangat valid. Sementara itu, evaluasi terhadap kelayakan media memperoleh nilai indeks sebesar 0,93 yang juga berada pada kriteria sangat valid. Secara keseluruhan, rata-rata indeks validitas dari para ahli mencapai 0,88, yang menegaskan bahwa produk ini secara teoretis sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran.

Setelah produk dan instrumen teruji, langkah berlanjut ke tahap *implementation*.

Selama tahap implementasi, aktivitas eksplorasi berjalan secara kolaboratif menggunakan ponsel pada perwakilan masing-masing kelompok. Peserta didik mengumpulkan data jarak dan waktu tempuh yang sebenarnya menggunakan bantuan Google Maps, merekapnya melalui Google Forms, kemudian memproses data tersebut dalam LKPD pada Liveworksheets untuk menemukan ukuran pemusatan data. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk mengisi angket kepraktisan media. Persentase dan kriteria dari semua aspek kepraktisan tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil angket kepraktisan

Aspek Penilaian	Persentase	Kriteria
Kemudahan Penggunaan	84%	Sangat Baik
Tampilan LKPD	85%	Sangat Baik
Efisiensi	80%	Baik
Pengoperasian fitur/ <i>platform</i>	80%	Baik
Rata-rata	81%	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 4, rata-rata kepraktisan mencapai 81% dan masuk ke dalam kriteria sangat baik. Aspek tampilan LKPD mendapat persentase paling tinggi. Sebaliknya, aspek efisiensi serta pengoperasian fitur/*platform* memperoleh persentase paling rendah. Kendala aspek pada efisiensi waktu ini dipicu oleh kendala teknis di sekolah, seperti belum meratanya kualitas jaringan internet nirkabel sehingga menghambat beberapa peserta didik yang tidak memiliki kuota internet, beberapa peserta didik yang tidak berkenan meminjamkan ponselnya untuk perwakilan kelompok, hingga adanya anggota yang tidak sengaja menghapus jawaban sehingga kelompoknya harus memulai pengerjaan dari awal kembali.

Tahap akhir dari model ini adalah *evaluation* yang bertujuan untuk menilai dampak penggunaan produk terhadap pemahaman konsep peserta didik. Berdasarkan uji *paired sample t-test*, diperoleh nilai signifikansi 0,000 yang membuktikan adanya perbedaan yang signifikan antara rata-rata skor penguasaan materi sebelum dan sesudah penggunaan media. Dampak positif dari intervensi ini didukung oleh nilai *effect size* sebesar 2,14. Nilai yang terlampaui besar untuk standar penelitian pendidikan ini sangat mungkin terjadi akibat ekstremnya selisih *pre-test* yang sangat rendah karena belum adanya pemahaman konsep yang matang, dengan skor *post-test* yang melonjak tajam setelah intervensi. Meskipun

nilainya sangat tinggi, hasil ini secara konsisten mengisyaratkan bahwa dampak penerapan media tergolong pada kriteria sangat besar. Peningkatan tersebut juga sejalan dengan perolehan rata-rata *n-Gain* sebesar 0,56 yang masuk ke dalam kriteria sedang. Selain itu, analisis dari enam indikator pemahaman konsep apabila dibedah lebih dalam, analisis dari enam indikator pemahaman konsep Kilpatrick menunjukkan bahwa indikator menyatakan ulang konsep dan menerapkan konsep secara algoritma mendapat nilai paling tinggi. Namun, konsep yang masih sulit dipahami peserta didik ada pada indikator memberikan kontra-contoh, terutama saat peserta didik diminta menjelaskan kondisi yang menyebabkan perhitungan rata-rata menjadi kurang tepat akibat adanya nilai ekstrem.

Terlepas dari kendala pada indikator tersebut, secara keseluruhan peningkatan pemahaman konsep statistika ini sejalan dengan teori belajar konstruktivisme. Pemahaman konsep secara bermakna terbentuk ketika peserta didik tidak hanya mendapatkan informasi pasif, melainkan aktif mengkonstruksi pengetahuannya sendiri melalui pengalaman nyata (Erawati et al., 2025). Secara kognitif, penggunaan data dunia nyata dalam LKPD ini membantu mengurangi beban pikiran peserta didik yang biasanya kesulitan saat dihadapkan pada deret angka yang terlampaui abstrak (Silva & Sarnecka, 2025). Integrasi komponen STEM yang saling

terhubung berhasil menciptakan pola interaksi yang dinamis (Saputri & Herman, 2022). Keberhasilan pendekatan STEM dalam lingkungan belajar digital ini sejalan dengan temuan Nafiyanto & Pebriana (2023), yang membuktikan bahwa pemanfaatan e-modul terintegrasi STEM secara konsisten mampu mendongkrak pemahaman konsep peserta didik secara signifikan. Penggunaan bahan ajar yang terstruktur dan kontekstual ini berpotensi memfasilitasi peningkatan pemahaman konsep, menstimulasi kemampuan berpikir kreatif, sekaligus mendukung pemecahan masalah peserta didik (Fatharani et al., 2025; Linda et al., 2023; Wicaksono et al., 2020).

Penggunaan Liveworksheets yang diintegrasikan dengan Google Maps dan Spreadsheet juga menunjukkan kecenderungan dalam mendukung keterlibatan peserta didik. Adanya mekanisme umpan balik langsung berhasil menumbuhkan motivasi belajar mandiri (Sugandi et al., 2024). Fitur interaktif ini berpotensi meminimalisir terjadinya miskonsepsi (Hanifa & Sitaresmi, 2026). Selain itu, penerapan aktivitas perancangan solusi dari permasalahan nyata menuntut peserta didik mempertimbangkan berbagai faktor, sehingga secara langsung menguji dan menstimulasi kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik (Mahayani et al., 2025). Keterlibatan ini membantu peserta didik merekonstruksi pengetahuan matematika menjadi lebih menyeluruh (Rahmadhani et al., 2021). Penggunaan LKPD interaktif berbasis PBL dengan pendekatan STEM ini juga sejalan dengan kajian Salam et al. (2022), yang menegaskan bahwa bahan ajar berbantuan *information and communication technology* mampu memberikan dampak positif secara konsisten terhadap peningkatan pemahaman konsep peserta didik, baik saat di kelas maupun untuk eksplorasi mandiri.

Hasil penelitian ini sekaligus memberikan kontribusi untuk melengkapi kekurangan pada riset-riset sebelumnya. Meskipun LKPD interaktif sudah banyak dikembangkan, inovasi yang umumnya masih sebatas memindahkan lembar kerja konvensional ke dalam bentuk elektronik (Nabilla et al., 2022). Kebaruan penelitian ini terletak pada pemanfaatan platform interaktif untuk observasi dan pengumpulan data lapangan. Inovasi ini membuat eksplorasi materi statistika tidak lagi terasa kaku atau fiktif, sehingga perlahan mampu menggeser pola belajar peserta didik dari sekadar menghafal

rumus prosedural menjadi pemahaman konsep berdasarkan data nyata.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Rendahnya skor indikator memberikan kontra contoh menunjukkan bahwa peserta didik masih butuh bantuan atau *scaffolding* tambahan agar bisa menganalisis nilai ekstrem suatu data secara kritis, sehingga ke depannya peserta didik tidak lagi mengabaikan keberadaan *outlier* dalam mengambil keputusan matematis (Rosidah & Ikram, 2021). Selain itu, penelitian ini hanya menggunakan *One-Grup Pretest-Posttest Design* sehingga kemampuan generalisasi hasil uji cobanya masih terbatas. Kendala infrastruktur jaringan di sekolah serta durasi waktu penelitian yang singkat juga memengaruhi proses kelancaran diskusi peserta didik. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan media digital dipengaruhi oleh kesiapan fasilitas sekolah dan alokasi waktu yang diberikan.

SIMPULAN

LKPD interaktif berbasis PBL dengan pendekatan STEM telah berhasil dikembangkan, dianalisis kevalidannya, serta diuji tingkat kepraktisan dan dampaknya terhadap pemahaman konsep peserta didik. Spesifikasi LKPD yang dikembangkan meliputi integrasi platform pengumpulan data secara aktual yang mampu mengatasi keterbatasan LKPD digital konvensional. Implikasi utama dari pengembangan ini adalah terciptanya lingkungan belajar kontekstual yang memfasilitasi peserta didik untuk beralih dari sekadar menghafal prosedur menjadi pemahaman konsep bermakna melalui penyelesaian masalah dunia nyata. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, yaitu belum adanya *scaffolding* untuk analisis *outlier*, tidak adanya kelompok pembanding, serta kendala stabilitas jaringan internet di sekolah. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan fitur *scaffolding* tersebut, menerapkan desain eksperimen dengan kelompok kontrol, serta memastikan adanya mitigasi teknis terkait kesiapan fasilitas digital dan alokasi waktu yang lebih proporsional.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiani, D., Johar, R., & Bahrin. (2019). Students' conceptual understanding in learning mathematics through scientific approach with mind mapping. *Beta: Jurnal Tadris Matematika*, 12(2), 144–

156.
<https://doi.org/10.20414/betajtm.v12i2.256>
- Aprilianti, P. P., & Astuti, D. (2020). Pengembangan LKPD berbasis STEM pada materi. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 3(6), 691–702. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v3i6.691-702>
- Barana, A., Boetti, G., & Marchisio, M. (2022). Self-assessment in the development of mathematical problem-solving skills. *Education Sciences*, 12(2), 81. <https://doi.org/10.3390/educsci12020081>
- English, L. D. (2023). Ways of thinking in STEM-based problem solving. *ZDM – Mathematics Education*, 55(7), 1219–1230. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01474-7>
- Erawati, N. K., Suastra, W., Atmaja, A. W. T., & Tika, I. N. (2025). Peran konstruktivisme dalam mengembangkan pemahaman konseptual matematika: Perspektif filsafat ilmu. *Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 14(1), 105–114. <https://doi.org/10.59672/emasains.v14i1.4328>
- Fatharani, T. H., Prayito, M., & Harun, L. (2025). Pengembangan video pembelajaran matematika berbasis Powtoon dengan pendekatan kontekstual untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah pada siswa SMK. *Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 7(6), 713–719. <https://doi.org/10.26877/imajiner.v7i6.19798>
- Gravemeijer, K., Stephan, M., Julie, C., Lin, F., & Ohtani, M. (2017). What mathematics education may prepare students for the society of the future? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 105–123. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9814-6>
- Hanifa, & Sitaresmi, P. D. W. (2026). Desain e-modul interaktif untuk memfasilitasi pemahaman konsep peserta didik pada materi sistem persamaan linear dua variabel. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 14(1), 107–120. <https://doi.org/10.21831/jpms.v14i1.91702>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3, Article 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. The National Academy Press.
- Laknasa, D. P. A., Abdullah, A. W., Pauweni, K. A. Y., Usman, K., & Kaluku, A. (2021). Meningkatkan hasil belajar matematika siswa melalui pembelajaran multimedia interaktif dengan model discovery learning. *EULER*, 9(2), 103–108. <https://doi.org/10.34312/euler.v9i2.11100>
- Lestari, F., Noprisa, Cahyani, J. D., & Wibowo, D. S. (2026). Digital augmented reality flipbook based on local wisdom: An instructional innovation to enhance students' mathematical literacy. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 14(1), 36–45. <https://doi.org/10.21831/jpms.v14i1.88197>
- Linda, D., Yusnaidar, Syahri, W., & Triwahyudi, S. (2023). Analisis kebutuhan pengembangan e-LKPD berbasis STEM-PjBL pada materi koloid untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 11(1), 75–83. <https://doi.org/10.21831/jpms.v11i.59399>
- Mahayani, L. R., Sariyasa, & Sukajaya, I. N. (2025). Pemahaman konsep matematika melalui model pembelajaran Science, Technology, Engineering, and Mathematics berbasis project-based learning. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 14(2), 473–483. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.9547>
- Nabilla, N., Edy, S., & Khikmiyah, F. (2022). Pengembangan e-LKPD matematika interaktif berbasis literasi digital. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 5(6), 1581–1594. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v5i6.1581-1594>
- Nafiyanto, N. R., & Pebriana, I. N. (2023). Pengembangan e-modul dinamika

- partikel model guided discovery learning berbasis STEM untuk meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan kolaborasi peserta didik. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 11(2), 28–37. <https://doi.org/10.21831/jpms.v11i2.65943>
- Novaliyosi, Yuhana, Y., & Khaerunnisa, E. (2022). Pengembangan lembar kerja interaktif untuk mendukung kemampuan berpikir tingkat tinggi pada pembelajaran daring. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 1640. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5334>
- Permatasari, I., Panigoro, H. S., & Rahmi, E. (2026). Ethno-STEM mobile apps in formal education: A systematic review of design principles, cultural adaptation, and learning outcomes. *EULER*, 14(1), 270–281. <https://doi.org/10.37905/euler.v14i1.37935>
- Pratama, F. I., Rohaeti, E., & Laksono, E. W. (2024). Empirical foundations for developing new learning models to improve chemical literacy, scientific habits of mind, and science process skills of chemistry education students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(10), 8062–8069. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i10.8661>
- Pratama, F. I., Rohaeti, E., Laksono, E. W., & Joronalona, R. (2026). Literacy and research-oriented cooperative problem-based learning model: Bridging students' chemical literacy to support sustainable education. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 15(1), 65–76. <https://doi.org/10.15294/jpii.v15i1.35071>
- Putri, A. O., & Lutfiana, F. (2025). Penggunaan media pembelajaran OPPA untuk meningkatkan pemahaman konsep matematis pada siswa MTs. *Journal of Holistic Mathematics Education*, 9(2), 272–286. <https://doi.org/10.19166/johme.v9i2.10278>
- Rahmadhani, E., Wahyuni, S., & Mandasari, L. (2021). Matematika berorientasi REACT dan STEM. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(2), 615–629. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.2986>
- Rihi, F., & Saija, L. M. (2022). Analisis kemampuan pemahaman matematis peserta didik SMP pada materi persamaan garis lurus ditinjau berdasarkan gender. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 9(2), 69–76. <https://doi.org/10.21831/jpms.v9i2.44944>
- Rosidah, & Ikram, F. Z. (2021). Measure of central tendency: Undergraduate students' error in decision-making perspective. *International Journal of Education*, 14(1), 39–47. <https://doi.org/10.17509/ije.v14i1.29408>
- Safira, I., Hiola, S. F., Sanulita, H., Happy, N., Santosa, T. A., & Yastanti, U. (2025). The effect of integrated STEM learning models based on digital technology on improving students' digital literacy. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(8), 51–59. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i8.12131>
- Salam, N. A., Zanthi, L. S., Hendriana, H., & Barat, J. (2022). Pengembangan bahan ajar pola bilangan. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 5(6), 1715–1724. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v5i6.1715-1724>
- Sapitri, R., Setiawan, W., & Sariningsih, R. (2022). Analisis kesalahan siswa MTs terhadap konsep persamaan linear satu variabel. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 5(3), 805–812. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v5i3.805-812>
- Saputri, V., & Herman, T. (2022). Integrasi STEM dalam pembelajaran matematika: Dampak terhadap kompetensi matematika abad 21. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 5(1), 247–260. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v5i1.247-260>
- Sharma, S. (2017). Definitions and models of statistical literacy: A literature review. *Open Review of Educational Research*, 4(1), 118–133. <https://doi.org/10.1080/23265507.2017.1354313>

- Silva, P. N., & Sarnecka, B. W. (2025). What do your students struggle with? A survey of statistics instructors. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 1–12. <https://doi.org/10.1080/26939169.2025.2455560>
- Siregar, N. A. R., Susanti, S., Bagus, S. T., & Amirozaliana, R. (2024). Desain e-LKPD interaktif berbasis Liveworksheets pada materi perbandingan senilai. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 9(2), 339–350. <https://doi.org/10.25157/teorema.v9i2.16382>
- Sugandi, A. I., Sofyan, D., Bernard, M., Widiati, D., & Linda, L. (2024). Pengembangan e-LKPD berbasis PBL berbantuan web Live Worksheet untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 13(4), 1215. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v13i4.9364>
- Sugiyono. (2016). *Metode penelitian & pengembangan (research and development)* (2nd ed.). Alfabeta.
- Syutaridho, Nizar, H., Ramadan, D. C., Jufri, K. A., Fitri, D., & Nuryasin, A. F. (2025). Development of e-LKPD mathematics using Liveworksheets with Malay context. *Jurnal Matematika Kreatif Inovatif*, 16(1), 171–189. <https://doi.org/10.15294/kreano.v16i1.16196>
- Verina, I., & Darhim, D. (2023). Kemampuan pemahaman konsep matematis siswa SMP kelas VIII pada topik persegi panjang (Ability to understand mathematical concepts of grade VIII junior high school students on rectangular topics). *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(2), 2063. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i2.7581>
- Wicaksono, K. A. D., Handayanto, A., & Happy, N. (2020). Pengembangan e-modul matematika berbasis pendekatan kontekstual berbantu media PowerPoint untuk meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa pada materi program linear. *Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 2(6), 461–466. <https://doi.org/10.26877/imaginer.v2i6.6668>
- Yew, E. H. J., & Goh, K. (2016). Problem-based learning: An overview of its process and impact on learning. *Health Professions Education*, 2(2). <https://doi.org/10.1016/j.hpe.2016.01.004>
- Yuliasari, E. (2017). Eksperimentasi model PBL dan model GDL terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis ditinjau dari kemandirian belajar. *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.25273/jipm.v6i1.1336>
- Yusra, R. A., Kusumah, F. H., & Suryadi, A. (2025). Pengaruh PjBL-STEM terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis pada materi energi terbarukan dalam mendukung pendidikan yang berkualitas. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 13(Special Issue), 26–37. https://doi.org/10.21831/jpms.v13iSpecial_issue.86537

PROFIL SINGKAT

Izza Makhfiatul Hasanah merupakan mahasiswa S1 program studi Pendidikan Matematika, Universitas PGRI Semarang. Penulis dapat dihubungi melalui: arsipizza@gmail.com

Muhammad Prayito merupakan seorang dosen di Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas PGRI Semarang. Penulis dapat dihubungi melalui: prayito@upgris.ac.id

Nurina Happy merupakan seorang dosen di Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas PGRI Semarang. Penulis dapat dihubungi melalui: nurinahappy@upgris.ac.id