

Pengaruh Problem-Based Learning Berbasis STEM terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Statistik Siswa SMP

Khairul Azmi^{1*}, Nur Azizah Fairiah², Yogi Fernando³, Salsabila Azura⁴

¹²³⁴Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Adzkie, Sumatera Barat, Indonesia

Correspondence: khairul_azmi@adzkie.ac.id

© The Author(s) 2026

Abstrak

Pembelajaran statistika di SMP perlu memberi kesempatan kepada siswa untuk tidak hanya menyajikan data, tetapi juga menggunakan data tersebut untuk memahami persoalan, menentukan strategi, dan menarik kesimpulan. Penelitian ini menguji efektivitas *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis STEM dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah statistik siswa kelas VII. Sebanyak 51 siswa SMP IT Adzkie terlibat dalam desain kuasi eksperimen *pretest-posttest control group*, yang terdiri atas 25 siswa kelompok eksperimen dan 26 siswa kelompok kontrol. Pembelajaran berlangsung selama empat pertemuan pada materi Penyajian Data. Kemampuan siswa diukur menggunakan delapan soal uraian yang merepresentasikan empat tahapan Polya: memahami masalah, merencanakan strategi, melaksanakan strategi, serta memeriksa dan menafsirkan hasil. Perbedaan capaian akhir dianalisis melalui ANCOVA dengan skor pretest sebagai kovariat. Setelah kemampuan awal diperhitungkan, kelompok PBL berbasis STEM memperoleh capaian yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kelompok pembelajaran reguler, $F(1,48) = 152,462$, $p < 0,001$, dengan *partial eta squared* 0,761. Rata-rata terkontrol kelompok eksperimen mencapai 77,58 dan kelompok kontrol 62,09. Analisis per tahap menunjukkan efek terbesar pada kemampuan memeriksa dan menafsirkan hasil, diikuti melaksanakan strategi, merencanakan strategi, dan memahami masalah. Temuan ini menunjukkan bahwa PBL berbasis STEM terutama memberi keuntungan pada proses penggunaan dan interpretasi data dalam penyelesaian masalah statistik.

Kata kunci: kemampuan pemecahan masalah statistik; pembelajaran berbasis masalah; pendidikan STEM; penyajian data; siswa SMP

Cara mengutip: Khairul Azmi, Nur Azizah Fairiah, Yogi Fernando, Salsabila Azura. (2026). Pengaruh Problem-Based Learning Berbasis STEM terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Statistik Siswa SMP. *Jurnal Riset Pembelajaran Matematika Sekolah*, 10(2), 90-100. <https://doi.org/10.21009/jrpms.102.08>

Diterima: 26 Agustus 2026 | Direvisi: 08 September 2026
Disetujui: 11 September 2026 | Dipublikasikan: 23 September 2026



This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license

PENDAHULUAN

Kemampuan menggunakan informasi berbasis data semakin dibutuhkan ketika berbagai keputusan dalam kehidupan sehari-hari, pendidikan, maupun dunia kerja bergantung pada kemampuan seseorang membaca dan menilai informasi secara kritis. *The Future of Jobs Report 2023* menunjukkan bahwa kemampuan berpikir analitis tetap menjadi salah satu keterampilan penting dalam menghadapi perubahan kebutuhan kompetensi pada masa mendatang (World Economic Forum, 2023). Dalam situasi tersebut, kemampuan statistik tidak lagi hanya berkaitan dengan melakukan perhitungan, tetapi juga mencakup kemampuan memahami informasi, mengevaluasi bukti, dan memberikan makna terhadap data. Gal dan Geiger (2022) memperlihatkan bahwa informasi statistik yang muncul dalam berbagai konteks publik menuntut individu untuk melakukan interpretasi secara kritis sebelum mengambil kesimpulan.

Implikasi kondisi tersebut terhadap pendidikan adalah perlunya pembelajaran statistika yang memberi ruang lebih besar pada proses berpikir berbasis data. GAISE II menempatkan kegiatan merumuskan pertanyaan, mempertimbangkan data, menganalisis informasi, dan menginterpretasikan hasil sebagai bagian penting dalam pengalaman belajar statistika pada jenjang sekolah (Bargagliotti et al., 2020). Pandangan tersebut sejalan dengan Zieffler et al. (2008), yang menekankan bahwa pembelajaran statistika tidak seharusnya berhenti pada penguasaan prosedur, tetapi perlu mengembangkan pemahaman dan penalaran terhadap informasi yang dihasilkan. Dengan demikian, keberhasilan siswa dalam pembelajaran statistika tidak cukup dinilai dari ketepatan perhitungan, tetapi juga dari kemampuan mereka menggunakan hasil analisis untuk menjawab persoalan yang memiliki konteks.

Tuntutan tersebut berkaitan erat dengan kemampuan pemecahan masalah. Siswa perlu mampu mengenali informasi yang relevan, memahami hubungan antarunsur dalam masalah, menentukan strategi, serta menjelaskan alasan di balik penyelesaian yang dipilih. Säfström et al. (2024) menunjukkan bahwa kesulitan siswa dalam pemecahan masalah dapat muncul pada beberapa bagian proses penalaran, termasuk memahami struktur masalah dan menentukan langkah penyelesaian. Pengalaman belajar yang memberi kesempatan kepada siswa untuk mengeksplorasi persoalan juga dapat membantu perkembangan kemampuan pemecahan masalah dan penalaran matematis (Seepiwsiw & Seehamongkon, 2023). Selain itu, Ukobizaba et al. (2021) menegaskan bahwa evaluasi terhadap kemampuan pemecahan masalah perlu mempertimbangkan proses yang digunakan siswa, bukan hanya jawaban akhir yang mereka peroleh.

Persoalan pemecahan masalah juga relevan dalam konteks pendidikan matematika di Indonesia. Kandioh et al. (2024) menunjukkan bahwa kemampuan *problem solving* merupakan salah satu aspek penting dalam aktivitas matematis siswa SMP. Temuan Ningsih et al. (2021) juga menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah masih menjadi bagian yang perlu diperhatikan dalam pembelajaran matematika. Meskipun kedua penelitian tersebut tidak secara khusus membahas statistika, temuan tersebut menunjukkan bahwa penguatan kemampuan siswa dalam menghadapi dan menyelesaikan persoalan matematis masih relevan pada jenjang sekolah menengah. Dalam pembelajaran statistika, kebutuhan ini menjadi lebih kompleks karena siswa tidak hanya dituntut memperoleh jawaban, tetapi juga perlu menentukan representasi data dan menjelaskan arti hasil yang diperoleh.

Penelitian ini memandang pemecahan masalah statistik melalui empat tahapan Polya (1945), yaitu memahami masalah, merencanakan strategi, melaksanakan strategi, serta memeriksa kembali hasil. Keempat tahapan tersebut dapat diterapkan dalam konteks statistika dengan menempatkan data sebagai bagian dari proses penyelesaian masalah. Siswa terlebih dahulu perlu mengenali informasi yang tersedia dan tujuan persoalan, kemudian memilih strategi atau bentuk representasi yang sesuai, melaksanakan pengolahan data, dan akhirnya memeriksa serta menafsirkan hasil berdasarkan konteks. Rubenstein et al. (2020) menunjukkan bahwa proses awal dalam mengenali dan merumuskan masalah memiliki peranan penting karena kualitas penyelesaian sangat dipengaruhi oleh bagaimana masalah tersebut dipahami sejak awal.

Salah satu pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan karakter proses tersebut adalah *Problem-Based Learning* (PBL). Dalam PBL, kegiatan belajar dibangun dari persoalan yang mendorong siswa untuk mencari informasi, mengembangkan strategi, menguji gagasan, dan mengevaluasi penyelesaian yang diperoleh (Hmelo-Silver, 2004; Savery, 2006). Dengan struktur

seperti ini, siswa tidak hanya menerima prosedur penyelesaian dari guru, tetapi terlibat dalam proses menentukan langkah yang dibutuhkan untuk menyelesaikan permasalahan. Aslan dan Duruhan (2021) juga menunjukkan bahwa lingkungan pembelajaran yang dirancang berdasarkan PBL dapat mendukung perkembangan kemampuan pemecahan masalah. Dalam konteks statistika, karakter tersebut membuka kesempatan bagi siswa untuk menggunakan data sebagai bagian dari proses penyelidikan.

Dukungan empiris terhadap PBL juga terlihat pada pembelajaran matematika dan statistika. Sari (2020) melaporkan hasil positif penerapan PBL dalam pembelajaran statistika pada pendidikan tinggi, sedangkan Rahayu et al. (2022) menunjukkan bahwa PBL dapat mendukung kemampuan pemecahan masalah matematis. Penggunaan tugas yang memberikan ruang bagi beragam strategi penyelesaian juga dapat membantu siswa menampilkan proses berpikirnya secara lebih terbuka (Rahayuningsih et al., 2021). Meskipun demikian, hasil-hasil tersebut belum secara langsung menjawab bagaimana PBL dapat digunakan untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah statistik siswa SMP, khususnya apabila proses penyelesaian masalah dianalisis berdasarkan setiap tahapan Polya.

Karakter PBL dapat diperkuat melalui pendekatan STEM karena persoalan yang digunakan dapat ditempatkan dalam situasi yang menghubungkan matematika dengan disiplin lain. Integrasi STEM memberi peluang kepada siswa untuk menggunakan konsep lintas bidang ketika menyelesaikan persoalan autentik (Kelley & Knowles, 2016). Dalam pendidikan K-12, pembelajaran STEM juga memungkinkan konsep matematika digunakan dalam kegiatan penyelidikan yang berkaitan dengan sains, teknologi, maupun rekayasa (English, 2016). Tan et al. (2023) menunjukkan bahwa pemecahan masalah dalam konteks STEM melibatkan interaksi antara penyelidikan, penggunaan konsep, dan penalaran. Demikian pula, Shanta dan Wells (2022) memperlihatkan bahwa aktivitas pembelajaran berbasis desain dapat mendukung kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah.

Hubungan antara PBL dan STEM telah ditunjukkan dalam penelitian sebelumnya. Lou et al. (2011) menemukan bahwa strategi PBL dalam lingkungan pembelajaran STEM dapat mendukung integrasi pengetahuan dan keterlibatan siswa. Sementara itu, Szabo et al. (2020) menempatkan strategi pemecahan masalah sebagai bagian penting dalam pengembangan keterampilan matematika yang relevan dengan kebutuhan abad ke-21. Namun, penelitian sebelumnya lebih banyak membahas PBL, STEM, atau pemecahan masalah matematis sebagai fokus yang berdiri sendiri atau diterapkan pada konteks yang berbeda. Bukti mengenai penggunaan PBL berbasis STEM untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah statistik siswa SMP, khususnya pada materi Penyajian Data dan dengan analisis berdasarkan setiap tahapan pemecahan masalah, masih terbatas.

Kesenjangan tersebut menjadi dasar penelitian ini. PBL berbasis STEM digunakan untuk menghadirkan situasi belajar yang memungkinkan siswa bekerja dengan permasalahan berbasis data, memilih strategi penyelesaian, mengorganisasikan informasi, serta memberikan interpretasi terhadap hasil. Penelitian tidak hanya membandingkan capaian keseluruhan antara kelompok pembelajaran, tetapi juga mengamati kemampuan pada empat tahapan pemecahan masalah Polya. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh *Problem-Based Learning* berbasis STEM terhadap kemampuan pemecahan masalah statistik siswa SMP setelah kemampuan awal siswa diperhitungkan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan rancangan kuasi eksperimen berbentuk *pretest-posttest control group design*. Rancangan tersebut digunakan karena peserta penelitian berada dalam kelas yang telah terbentuk sebelum penelitian dilaksanakan, sehingga pengacakan tidak dilakukan terhadap siswa secara individual. Penggunaan kelas utuh (*intact classes*) merupakan salah satu karakteristik yang umum dalam penelitian kuasi eksperimen di bidang Pendidikan (Gopalan et al., 2020). Kemampuan pemecahan masalah statistik diukur pada awal dan akhir pembelajaran untuk memperoleh informasi mengenai perubahan capaian siswa pada kedua kelompok. Struktur rancangan penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₃	C	O ₄

Subjek penelitian berasal dari siswa kelas VII SMP IT Adzkia yang terbagi ke dalam enam rombongan belajar, yaitu VII Toledo 1, VII Toledo 2, VII Toledo 3, VII Cordoba 1, VII Cordoba 2, dan VII Cordoba 3. Dari enam kelas tersebut, VII Toledo 1 dan VII Toledo 2 digunakan sebagai kelas penelitian dengan mempertimbangkan karakteristik akademik awal yang relatif sebanding. Setelah kedua kelas ditetapkan, penentuan kelompok perlakuan dilakukan melalui pengacakan pada tingkat kelas. Hasil pengacakan menempatkan VII Toledo 1 sebagai kelompok eksperimen dengan 25 siswa dan VII Toledo 2 sebagai kelompok kontrol dengan 26 siswa. Dengan demikian, jumlah siswa yang terlibat dalam analisis sebanyak 51 orang.

Materi yang digunakan selama penelitian adalah Penyajian Data pada mata pelajaran Matematika kelas VII. Pelaksanaan pembelajaran berlangsung dalam empat kali pertemuan dengan alokasi waktu 90 menit pada setiap pertemuan. Kelompok eksperimen mengikuti pembelajaran menggunakan *Problem-Based Learning* berbasis STEM, sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran reguler. Materi yang dipelajari, durasi pembelajaran, serta instrumen *pretest* dan *posttest* dibuat sama pada kedua kelompok agar perbedaan perlakuan berfokus pada strategi pembelajaran yang digunakan.

Pada kelompok eksperimen, kegiatan belajar dibangun melalui masalah kontekstual yang melibatkan informasi dan data. Proses pembelajaran dimulai dengan pengenalan permasalahan, dilanjutkan dengan identifikasi informasi yang tersedia dan data yang diperlukan. Siswa kemudian menyusun strategi penyelesaian, mengolah serta menyajikan data dalam bentuk yang sesuai, mendiskusikan hasil, dan menghubungkan hasil analisis dengan konteks masalah. Pola kegiatan tersebut sejalan dengan karakteristik PBL yang menempatkan masalah autentik sebagai pemicu aktivitas penyelidikan siswa (Savery, 2006). Komponen STEM diintegrasikan dengan mengaitkan penggunaan konsep matematika dan statistika dengan konteks sains, teknologi, dan/atau rekayasa dalam proses penyelesaian masalah (Kelley & Knowles, 2016).

Instrumen pengukuran kemampuan pemecahan masalah statistik berupa delapan soal uraian yang disusun pada materi Penyajian Data. Pengembangan soal mengacu pada empat tahapan pemecahan masalah (Polya, 1945), yaitu memahami masalah, merencanakan strategi, melaksanakan strategi, serta memeriksa dan menafsirkan hasil. Setiap jawaban siswa dinilai menggunakan rubrik analitik sehingga ketercapaian pada setiap tahapan dapat diamati secara terpisah. Rubrik analitik digunakan karena memberikan kriteria penilaian yang lebih eksplisit dan membantu menjaga konsistensi proses penskoran (Jonsson & Svingby, 2007). Indikator yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator Kemampuan Pemecahan Masalah Statistik

Tahap Polya	Indikator
Memahami masalah	Mengidentifikasi informasi, data, dan permasalahan yang harus diselesaikan
Merencanakan strategi	Menentukan representasi, konsep, atau strategi statistik yang sesuai
Melaksanakan strategi	Mengorganisasikan, menghitung, dan menyajikan data sesuai strategi yang dipilih
Memeriksa dan menafsirkan hasil	Mengevaluasi ketepatan hasil serta memberikan kesimpulan berdasarkan konteks salah

Sebelum diterapkan pada sampel utama, instrumen diuji coba pada 23 siswa kelas VII Toledo 3 yang tidak termasuk dalam kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol. Tahap uji coba ditujukan untuk memperoleh bukti empiris mengenai kualitas instrumen, khususnya berkaitan dengan validitas butir, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda. Evaluasi validitas dan reliabilitas diperlukan agar interpretasi terhadap skor instrumen memiliki dasar pengukuran yang memadai. Pada tahap ini,

validitas butir dianalisis dengan melihat hubungan antara skor setiap butir soal dan skor total instrumen menggunakan korelasi Pearson Product Moment. Keputusan validitas setiap butir ditetapkan berdasarkan perbandingan antara koefisien korelasi yang diperoleh dengan nilai r tabel pada taraf signifikansi 5%. Berdasarkan jumlah peserta uji coba sebanyak 23 siswa, nilai r tabel yang digunakan adalah 0,413. Butir soal dinyatakan memenuhi kriteria validitas apabila nilai koefisien korelasi yang diperoleh lebih besar daripada nilai r tabel. Hasil pengujian menunjukkan bahwa koefisien korelasi delapan butir berada pada rentang 0,775–0,927. Konsistensi internal instrumen menghasilkan nilai Cronbach's alpha sebesar 0,955. Penggunaan Cronbach's alpha sebagai indikator konsistensi internal tetap perlu ditafsirkan dengan memperhatikan karakteristik dan keterkaitan antarbutir (Tavakol & Dennick, 2011). Indeks kesukaran soal berada pada rentang 0,370–0,620, sedangkan daya pembeda berkisar antara 0,500–0,875. Berdasarkan hasil tersebut, seluruh butir digunakan dalam pengukuran *pretest* dan *posttest*.

Pengumpulan data dilaksanakan dalam tiga tahapan. Tahap pertama berupa pemberian *pretest* kepada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol untuk memperoleh skor kemampuan awal. Tahap kedua merupakan pelaksanaan pembelajaran sesuai dengan kondisi masing-masing kelompok selama empat pertemuan. Setelah rangkaian pembelajaran selesai, tahap ketiga dilakukan dengan memberikan *posttest*. Instrumen serta rubrik penskoran yang digunakan pada pengukuran awal dan akhir mengacu pada indikator kemampuan yang sama.

Analisis data diawali dengan statistik deskriptif untuk menggambarkan distribusi skor *pretest* dan *posttest* melalui nilai minimum, maksimum, rata-rata, dan standar deviasi pada masing-masing kelompok. Selanjutnya, pengujian inferensial dilakukan menggunakan *analysis of covariance* (ANCOVA). Dalam model tersebut, skor *posttest* berfungsi sebagai variabel dependen, kelompok pembelajaran sebagai faktor, dan skor *pretest* sebagai kovariat. Pemanfaatan skor awal sebagai kovariat memungkinkan perbandingan skor akhir dilakukan setelah variasi kemampuan awal yang terukur diperhitungkan (Van Breukelen, 2006; Vickers & Altman, 2001).

Sebelum pengujian hipotesis dilakukan, kelayakan model ANCOVA diperiksa melalui beberapa asumsi, yaitu normalitas residual, homogenitas varians, linearitas hubungan antara skor *pretest* dan *posttest*, serta homogenitas kemiringan regresi (*homogeneity of regression slopes*). Normalitas residual diuji menggunakan Shapiro–Wilk dengan kriteria nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 menunjukkan distribusi residual yang normal. Homogenitas varians antar kelompok diperiksa menggunakan uji Levene dengan kriteria nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 menunjukkan varians yang homogen. Linearitas hubungan antara skor *pretest* dan *posttest* diuji melalui penyimpangan dari linearitas (*deviation from linearity*), sedangkan homogenitas kemiringan regresi diperiksa melalui pengujian interaksi antara skor *pretest* dan kelompok pembelajaran. Seluruh asumsi dinyatakan terpenuhi apabila nilai signifikansi pengujian lebih besar dari 0,05. Pengujian hipotesis utama menggunakan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

Interpretasi hasil tidak hanya didasarkan pada nilai signifikansi, tetapi juga dilengkapi dengan *partial eta squared* (η^2) sebagai ukuran efek. Pelaporan ukuran efek memberikan informasi mengenai besarnya pengaruh yang tidak dapat dijelaskan hanya melalui nilai p (Lakens, 2013).

Analisis lanjutan dilakukan pada masing-masing tahapan pemecahan masalah Polya. Untuk setiap indikator, skor *posttest* indikator digunakan sebagai variabel dependen, sedangkan skor *pretest* indikator yang bersesuaian digunakan sebagai kovariat. Karena terdapat empat pengujian ANCOVA secara terpisah, koreksi Bonferroni diterapkan sehingga taraf signifikansi untuk analisis indikator ditetapkan pada $\alpha = 0,0125$. Analisis ini digunakan untuk mengidentifikasi tahapan pemecahan masalah yang memperlihatkan perbedaan paling kuat antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol setelah kemampuan awal dikendalikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data

Analisis dilakukan secara bertahap untuk membandingkan kemampuan pemecahan masalah statistik kedua kelompok. Tahap awal menggambarkan capaian *pretest* dan *posttest* secara deskriptif, dilanjutkan dengan pemeriksaan asumsi ANCOVA. Setelah persyaratan analisis terpenuhi, pengaruh

kelompok pembelajaran diuji dengan mengendalikan skor awal. Analisis tambahan kemudian dilakukan pada masing-masing tahapan pemecahan masalah Polya.

Analisis Deskriptif

Statistik deskriptif skor pretest dan posttest kedua kelompok disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Statistik Deskriptif Skor Pretest dan Posttest

Kelompok	N	Tes	Minimum	Maksimum	Rata-rata	SD
Eksperimen	25	Pretest	29	58	43,28	8,03
Eksperimen	25	Posttest	64	98	79	8,75
Kontrol	26	Pretest	21	54	40,62	8,5
Kontrol	26	Posttest	42	81	60,73	10,49

Sebelum perlakuan, rata-rata kemampuan kelompok eksperimen sebesar 43,28 dan kelompok kontrol sebesar 40,62. Setelah pembelajaran, rata-rata kelompok eksperimen meningkat menjadi 79,00, sedangkan kelompok kontrol mencapai 60,73. Besarnya perubahan rata-rata masing-masing kelompok adalah 35,72 poin pada kelompok eksperimen dan 20,12 poin pada kelompok kontrol.

Perbedaan tersebut memberikan gambaran awal bahwa peningkatan pada kelompok PBL berbasis STEM lebih besar. Namun, karena nilai pretest kedua kelompok tidak sama persis, perbandingan hasil akhir selanjutnya dilakukan melalui ANCOVA dengan memasukkan skor pretest sebagai kovariat.

Pengujian Asumsi ANCOVA

Kelayakan penggunaan ANCOVA diperiksa melalui normalitas residual, homogenitas varians, linearitas hubungan pretest–posttest, dan homogenitas kemiringan regresi. Hasil pemeriksaan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Asumsi ANCOVA

Asumsi	Statistik	Sig.	Keputusan
Normalitas residual (Shapiro–Wilk)	W = 0,966	0,156	Terpenuhi
Homogenitas varians posttest (Levene)	F = 0,743	0,393	Terpenuhi
Linearitas pretest–posttest (deviasi kuadrat)	F = 1,257	0,268	Terpenuhi
Homogenitas kemiringan regresi (Pretest × Kelompok)	F = 0,210	0,648	Terpenuhi

Residual model memenuhi asumsi normalitas berdasarkan uji Shapiro–Wilk, $W = 0,966$, $p = 0,156$. Kesamaan varians antarkelompok juga terpenuhi berdasarkan uji Levene, $F = 0,743$, $p = 0,393$. Hubungan antara pretest dan posttest dapat diperlakukan secara linear karena komponen deviasi kuadrat tidak signifikan, $F = 1,257$, $p = 0,268$. Selain itu, interaksi pretest dengan kelompok juga tidak signifikan, $F = 0,210$, $p = 0,648$, sehingga kemiringan regresi dapat dianggap homogen. Dengan terpenuhinya keempat persyaratan tersebut, analisis ANCOVA dapat dilanjutkan.

Pengujian Hipotesis

Hasil ANCOVA dengan posttest sebagai variabel dependen, kelompok pembelajaran sebagai faktor, dan pretest sebagai kovariat ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil ANCOVA Kemampuan Pemecahan Masalah Statistik

Sumber Variasi	F	Sig.	Partial η^2	Keputusan
Pretest	186,983	<0,001	0,796	Signifikan
Kelompok pembelajaran	152,462	<0,001	0,761	Signifikan

Skor awal berhubungan secara signifikan dengan capaian posttest, $F(1,48) = 186,983$, $p < 0,001$. Setelah pengaruh skor awal diperhitungkan, faktor kelompok pembelajaran tetap menunjukkan perbedaan yang signifikan, $F(1,48) = 152,462$, $p < 0,001$.

Rata-rata posttest terkontrol (*adjusted mean*) kelompok eksperimen adalah 77,58, sedangkan kelompok kontrol 62,09. Selisih capaian terkontrol kedua kelompok sebesar 15,49 poin. Faktor kelompok menghasilkan *partial eta squared* sebesar 0,761, yang menunjukkan bahwa perbedaan kedua kondisi pembelajaran memiliki ukuran efek yang kuat. Dengan demikian, hipotesis nol ditolak dan kelompok PBL berbasis STEM menunjukkan capaian pemecahan masalah statistik yang lebih tinggi setelah kemampuan awal dikendalikan.

Analisis Berdasarkan Indikator Pemecahan Masalah

Analisis berikutnya dilakukan secara terpisah terhadap empat tahapan pemecahan masalah Polya. Ringkasan hasilnya disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Berdasarkan Indikator

Indikator	Adjusted Mean Eks.	Adjusted Mean Kontrol	F	p	Partial η^2
Memahami masalah	19,35	16,47	48,15	<0,001	0,501
Merencanakan strategi	19,58	16,09	68,236	<0,001	0,587
Melaksanakan strategi	19,31	14,85	106,086	<0,001	0,688
Memeriksa dan menafsirkan hasil	19,39	14,63	140,444	<0,001	0,745

Catatan: Tingkat signifikansi setelah koreksi Bonferroni ditetapkan pada $\alpha = 0,0125$ ($0,05/4$) karena analisis dilakukan secara terpisah pada empat indikator kemampuan pemecahan masalah.

Setelah skor awal masing-masing indikator dikendalikan, kelompok eksperimen memiliki *adjusted mean* yang lebih tinggi pada keempat tahapan. Pada kemampuan memahami masalah, rata-rata terkontrol kelompok eksperimen sebesar 19,35 dan kelompok kontrol 16,47, dengan $F(1,48) = 48,150$, $p < 0,001$, dan $\eta^2 = 0,501$.

Pada tahap merencanakan strategi, rata-rata terkontrol kedua kelompok adalah 19,58 dan 16,09. Perbedaannya signifikan, $F(1,48) = 68,236$, $p < 0,001$, dengan $\eta^2 = 0,587$. Pada tahap melaksanakan strategi, nilai terkontrol kelompok eksperimen sebesar 19,31 dan kelompok kontrol 14,85, $F(1,48) = 106,086$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,688$. Perbedaan paling besar ditemukan pada tahap memeriksa dan menafsirkan hasil. Rata-rata terkontrol kelompok eksperimen mencapai 19,39, sedangkan kelompok kontrol 14,63, $F(1,48) = 140,444$, $p < 0,001$, dengan $\eta^2 = 0,745$.

Dengan demikian, pola ukuran efek meningkat dari kemampuan memahami masalah ($\eta^2 = 0,501$), merencanakan strategi ($\eta^2 = 0,587$), melaksanakan strategi ($\eta^2 = 0,688$), hingga memeriksa dan menafsirkan hasil ($\eta^2 = 0,745$). Artinya, perbedaan kedua kelompok tidak hanya terlihat pada skor keseluruhan, tetapi juga konsisten pada seluruh tahapan pemecahan masalah statistik.

Pembahasan

Hasil analisis menunjukkan bahwa setelah perbedaan kemampuan awal diperhitungkan, siswa yang mengikuti *Problem-Based Learning* berbasis STEM memperoleh capaian kemampuan pemecahan masalah statistik yang lebih tinggi dibandingkan siswa pada kelompok pembelajaran reguler. Temuan ini mengindikasikan bahwa keuntungan kelompok eksperimen tidak hanya berkaitan dengan kemampuan awal, tetapi juga dengan pengalaman belajar yang mereka peroleh selama perlakuan. Dalam PBL, siswa berhadapan dengan masalah sebagai pemicu aktivitas belajar, kemudian terlibat dalam pencarian informasi, penyusunan strategi, pengujian penyelesaian, serta evaluasi hasil (Hmelo-Silver, 2004; Savery, 2006). Karakter pembelajaran tersebut memberi ruang kepada siswa untuk membangun proses penyelesaian secara aktif. Dalam konteks pemecahan masalah statistik,

mekanisme ini memungkinkan siswa mengalami siklus lengkap mulai dari memahami informasi berbasis data, menentukan strategi analisis, melakukan pengolahan, hingga mengevaluasi makna hasil yang diperoleh. Temuan penelitian ini sejalan dengan Aslan dan Duruhan (2021), yang menunjukkan bahwa lingkungan belajar berbasis masalah dapat mendukung perkembangan kemampuan pemecahan masalah siswa.

Keunggulan kelompok eksperimen juga dapat dijelaskan dari keterlibatan siswa dalam menggunakan data selama proses pembelajaran. Sari (2020) menunjukkan bahwa PBL dapat memberikan hasil positif dalam pembelajaran statistika, sedangkan Rahayu et al. (2022) melaporkan manfaat PBL terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis. Dalam penelitian ini, siswa tidak hanya diminta memperoleh jawaban akhir, tetapi harus menentukan informasi yang relevan, memilih cara penyajian data, melakukan analisis, dan menjelaskan makna hasil. Pola tersebut sesuai dengan pandangan Ukobizaba et al. (2021), yang menekankan bahwa kemampuan pemecahan masalah perlu dilihat dari proses berpikir yang digunakan siswa, bukan semata-mata dari jawaban akhir. Seepiwsiw dan Seehamongkon (2023) juga menunjukkan bahwa pengalaman belajar yang memberi kesempatan kepada siswa untuk mengeksplorasi penyelesaian dapat mendukung perkembangan penalaran dan kemampuan pemecahan masalah.

Integrasi STEM memberikan dimensi tambahan pada penerapan PBL dalam penelitian ini. Masalah yang disajikan tidak ditempatkan sebagai latihan matematika yang terpisah dari konteks, tetapi dikaitkan dengan situasi yang memungkinkan siswa menggunakan konsep lintas bidang. Kelley dan Knowles (2016) menjelaskan bahwa integrasi STEM menempatkan pengetahuan dari beberapa disiplin dalam proses penyelesaian masalah autentik. Dalam konteks yang serupa, Tan et al. (2023) menekankan keterkaitan antara penyelidikan, penggunaan konsep, dan penalaran dalam pemecahan masalah STEM. Shanta dan Wells (2022) juga menunjukkan bahwa aktivitas pembelajaran yang melibatkan proses desain dan penyelesaian masalah dapat mendukung kemampuan berpikir kritis. Dengan demikian, pada penelitian ini konteks STEM berfungsi sebagai lingkungan penggunaan data, sedangkan PBL mengatur proses siswa dalam menghadapi dan menyelesaikan persoalan tersebut.

Perbedaan antara kedua kelompok terlihat pada seluruh tahapan pemecahan masalah, tetapi besarnya efek tidak sama. Pada tahap memahami masalah, siswa kelompok eksperimen memperoleh capaian yang lebih tinggi setelah kemampuan awal dikontrol. Temuan ini menunjukkan bahwa masalah kontekstual membantu siswa memusatkan perhatian pada informasi, data, dan tuntutan masalah sebelum melakukan prosedur penyelesaian. Säfström et al. (2024) menunjukkan bahwa kesulitan pemecahan masalah dapat bermula dari ketidakmampuan memahami struktur persoalan dan menentukan informasi yang relevan. Oleh karena itu, keterlibatan siswa sejak tahap awal dalam mengidentifikasi masalah merupakan bagian penting dari proses pembelajaran. Dalam konteks siswa SMP di Indonesia, Kandioh et al. (2024) juga menunjukkan bahwa kemampuan *problem solving* tetap menjadi aspek penting dalam aktivitas matematis siswa.

Efek yang lebih besar ditemukan pada tahap merencanakan dan melaksanakan strategi. Pada pembelajaran PBL berbasis STEM, siswa memiliki kesempatan untuk mempertimbangkan cara penyelesaian, memilih bentuk representasi data, serta menentukan langkah yang sesuai sebelum melakukan pengolahan. Setelah strategi dipilih, siswa perlu menerapkannya dan menilai apakah langkah tersebut sesuai dengan persoalan yang sedang dihadapi. Aktivitas tersebut menuntut pengambilan keputusan, bukan sekadar mengikuti prosedur yang telah ditentukan. Rahayuningsih et al. (2021) menunjukkan bahwa tugas yang memberi ruang terhadap variasi strategi dapat membantu siswa memperlihatkan proses berpikir yang lebih beragam. Dalam pembelajaran statistika, fleksibilitas tersebut penting karena penggunaan data dapat melibatkan lebih dari satu bentuk representasi atau prosedur selama tetap sesuai dengan tujuan analisis.

Tahap memeriksa dan menafsirkan hasil menunjukkan ukuran efek paling besar. Temuan ini menjadi bagian penting karena penyelesaian masalah statistik tidak selesai ketika siswa memperoleh angka atau berhasil membuat tabel maupun grafik. Siswa masih perlu menilai kewajaran hasil, menghubungkannya kembali dengan permasalahan, dan menyampaikan kesimpulan berdasarkan data. GAISE II menempatkan interpretasi sebagai komponen utama dalam proses penyelidikan statistik (Bargagliotti et al., 2020). Gal dan Geiger (2022) juga menekankan bahwa penggunaan informasi statistik secara bermakna menuntut kemampuan memahami dan mengevaluasi data dalam konteksnya. Oleh karena itu, efek yang paling kuat pada tahap memeriksa dan menafsirkan hasil menunjukkan

bahwa PBL berbasis STEM tidak hanya membantu aspek prosedural, tetapi terutama memberi ruang bagi siswa untuk menggunakan hasil analisis sebagai dasar penalaran dan penyusunan kesimpulan. Selama proses pembelajaran, aktivitas diskusi kelompok, penyajian hasil analisis, dan evaluasi terhadap solusi yang diperoleh mendorong siswa untuk mempertanyakan kewajaran hasil, memberikan alasan terhadap keputusan yang dibuat, serta memperbaiki kesimpulan berdasarkan informasi yang tersedia. Aktivitas tersebut menjadi bagian penting dalam menjelaskan mengapa kemampuan memeriksa dan menafsirkan hasil menunjukkan peningkatan paling besar dibandingkan tahapan lainnya.

Pola ukuran efek pada empat indikator memperlihatkan kecenderungan yang menarik. Pengaruh pembelajaran telah terlihat sejak tahap memahami masalah, kemudian meningkat pada tahap perencanaan dan pelaksanaan strategi, dan mencapai tingkat tertinggi pada tahap pemeriksaan serta interpretasi hasil. Pola tersebut menunjukkan bahwa manfaat pembelajaran semakin kuat ketika tugas menuntut siswa melakukan proses berpikir yang lebih kompleks. Dengan kata lain, PBL berbasis STEM tidak hanya membantu siswa mengenali informasi, tetapi juga mendorong mereka mengambil keputusan tentang cara menggunakan data, mengevaluasi hasil, dan mempertanggungjawabkan kesimpulan yang dibuat.

Temuan penelitian ini memperluas bukti yang telah dilaporkan pada konteks berbeda. Lou et al. (2011) menunjukkan bahwa penerapan PBL dalam lingkungan STEM dapat mendukung integrasi pengetahuan siswa, tetapi fokus penelitian tersebut bukan kemampuan pemecahan masalah statistik. Sari (2020) mengkaji PBL dalam pembelajaran statistika pada pendidikan tinggi, sedangkan Rahayu et al. (2022) meneliti kemampuan pemecahan masalah matematis pada calon guru. Penelitian yang lebih baru juga menegaskan pentingnya pemecahan masalah dalam konteks STEM (Tan et al., 2023), pengembangan penalaran siswa sekolah (Seepiwsiw & Seehamongkon, 2023), dan identifikasi kesulitan penalaran selama proses pemecahan masalah (Säfström et al., 2024). Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya mengevaluasi kemampuan pemecahan masalah berdasarkan skor keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi dengan menganalisis perubahan kemampuan pada setiap tahapan pemecahan masalah statistik berdasarkan kerangka Polya. Penelitian ini memberikan konteks yang berbeda dengan menguji PBL berbasis STEM pada materi Penyajian Data siswa SMP serta menelaah hasilnya berdasarkan setiap tahapan pemecahan masalah statistik.

Secara pedagogis, hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan masalah berbasis data yang dekat dengan konteks siswa dapat menjadi salah satu cara untuk mengembangkan pembelajaran statistika yang lebih bermakna. Guru tidak hanya memberikan prosedur penyajian data, tetapi dapat mengajak siswa memahami persoalan, mempertimbangkan alternatif representasi, melakukan pengolahan, kemudian menjelaskan arti informasi yang diperoleh. Meskipun demikian, hasil penelitian perlu ditafsirkan secara proporsional karena penelitian hanya melibatkan dua kelas dari satu sekolah dan perlakuan dilaksanakan selama empat pertemuan. Penggunaan satu kelas pada setiap kondisi juga menyebabkan pengaruh karakteristik khusus kelas belum dapat sepenuhnya dipisahkan dari efek pembelajaran. Penelitian berikutnya perlu melibatkan lebih banyak kelas, sekolah, serta durasi implementasi yang lebih panjang untuk menguji konsistensi temuan pada konteks yang lebih luas.

PENUTUP

Kesimpulan

Penerapan *Problem-Based Learning* berbasis STEM menghasilkan kemampuan pemecahan masalah statistik yang lebih baik dibandingkan pembelajaran reguler setelah perbedaan kemampuan awal siswa dikendalikan. Keunggulan kelompok eksperimen terlihat tidak hanya pada capaian keseluruhan, tetapi juga pada seluruh tahapan pemecahan masalah Polya. Pengaruh paling kuat muncul pada tahap memeriksa dan menafsirkan hasil, kemudian diikuti oleh melaksanakan strategi, merencanakan strategi, dan memahami masalah. Pola tersebut menunjukkan bahwa PBL berbasis STEM tidak hanya membantu siswa menjalankan prosedur statistik, tetapi juga mendukung kemampuan mereka dalam menggunakan, mengevaluasi, dan memberikan makna terhadap data sesuai konteks permasalahan. Dengan demikian, pendekatan ini memiliki potensi untuk digunakan sebagai alternatif pembelajaran pada materi Penyajian Data di SMP.

Saran

Penerapan PBL berbasis STEM sebaiknya menggunakan permasalahan yang dekat dengan pengalaman siswa dan melibatkan data yang relevan dengan konteks kehidupan nyata. Guru perlu memberi ruang kepada siswa untuk mendiskusikan alternatif strategi, menentukan bentuk representasi data, menjelaskan alasan pemilihan prosedur, serta menafsirkan hasil yang diperoleh. Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan lebih banyak kelas dan sekolah, memperpanjang durasi perlakuan, serta menggunakan materi statistika yang lebih beragam. Kajian lanjutan juga dapat diarahkan pada kemampuan lain yang berkaitan dengan penggunaan data, seperti penalaran statistik, literasi statistik, dan kemampuan interpretasi data. Penelitian ini terbatas pada dua kelas dari satu sekolah dengan pelaksanaan pembelajaran selama empat pertemuan. Oleh karena itu, hasil penelitian perlu dimaknai sesuai dengan konteks penelitian dan belum dapat digeneralisasikan secara luas kepada seluruh siswa SMP.

REFERENSI

- Aslan, S. A., & Duruhan, K. (2021). The effect of virtual learning environments designed according to problem-based learning approach to students' success, problem-solving skills, and motivations. *Education and Information Technologies*, 26(2), 2253–2283. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10354-6>
- Bargagliotti, A., Franklin, C., Arnold, P., Gould, R., Johnson, S., Perez, L., & Spangler, D. (2020). *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE II): A Pre-K–12 Curriculum Framework*. American Statistical Association. https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/GAISEIIPreK-12_Full.pdf
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Field, A. (2019). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (4th ed.). Sage.
- Gal, I., & Geiger, V. (2022). Welcome to the era of vague news: A study of the demands of statistical and mathematical products in the COVID-19 pandemic media. *Educational Studies in Mathematics*, 111(1), 5–28. <https://doi.org/10.1007/s10649-022-10151-7>
- Gopalan, M., Rosinger, K., & Ahn, J. B. (2020). Use of quasi-experimental research designs in education research: Growth, promise, and challenges. *Review of Research in Education*, 44(1), 218–243. <https://doi.org/10.3102/0091732X20903302>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Jonsson, A., & Svingby, G. (2007). The use of scoring rubrics: Reliability, validity and educational consequences. *Educational Research Review*, 2(2), 130–144. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2007.05.002>
- Kandiah, G. F., Sumarauw, S. J. A., & Sulangi, V. R. (2024). Hubungan kecerdasan emosional siswa dengan kemampuan problem solving matematika pada materi SPLDV siswa kelas VIII SMP Negeri 1 Tondano. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 1443–1451. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i2.3168>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A Conceptual Framework for Integrated STEM Education. *International Journal of STEM Education*. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Lou, S.-J., Shih, R.-C., Diez, C. R., & Tseng, K.-H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: An exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21, 195–215. <https://doi.org/10.1007/s10798-010-9114-8>
- Ningsih, R. S., Rif'at, M., & Hartoyo, A. (2021). Hubungan kecerdasan emosional dengan kemampuan pemecahan masalah matematika. *Jurnal AlphaEuclidEdu*, 2(1), 129. <https://doi.org/10.26418/ja.v2i1.48069>
- Polya, G. (1945). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton University Press.

- Rahayu, S., Wijaya, A., & Retnawati, H. (2022). The effect of problem-based learning on mathematical problem-solving ability of pre-service teachers. *International Journal of Instruction*, 15(1), 487–504. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15128a>
- Rahayuningsih, S., Sirajuddin, S., & Ikram, M. (2021). Using open-ended problem-solving tests to identify students' mathematical creative thinking ability. *Participatory Educational Research*, 8(3), 285–299. <https://doi.org/10.17275/per.21.66.8.3>
- Rubenstein, L. D., Callan, G. L., Speirs Neumeister, K., & Ridgley, L. M. (2020). Finding the problem: How students approach problem identification. *Thinking Skills and Creativity*, 35, 100635. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100635>
- Säfström, A. I., Lithner, J., Palm, T., Palmberg, B., Sidenvall, J., Andersson, C., Boström, E., & Granberg, C. (2024). Developing a diagnostic framework for primary and secondary students' reasoning difficulties during mathematical problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 115(2), 125–149. <https://doi.org/10.1007/s10649-023-10278-1>
- Sari. (2020). The effectiveness of problem-based learning in statistics learning at university level. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521, 032014. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032014>
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9–20. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>
- Seepiwsiw, K., & Seehamongkon, Y. (2023). The development of mathematical problem-solving and reasoning abilities of sixth graders by organizing learning activities using open approach. *Journal of Education and Learning*, 12(4), 42–49. <https://doi.org/10.5539/jel.v12n4p42>
- Shanta, S., & Wells, J. G. (2022). T/E design based learning: Assessing student critical thinking and problem solving abilities. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(1), 267–285. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09608-8>
- Szabo, Z. K., Körtesi, P., Guncaga, J., Szabo, D., & Neag, R. (2020). Examples of problem-solving strategies in mathematics education supporting the sustainability of 21st-century skills. *Sustainability*, 12(23), 10113. <https://doi.org/10.3390/su122310113>
- Tan, A.-L., Ong, Y. S., Ng, Y. S., & Tan, J. H. J. (2023). STEM problem solving: Inquiry, concepts, and reasoning. *Science & Education*, 32(2), 381–397. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00310-2>
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53–55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
- Ukobizaba, F., Nizeyimana, G., & Mukuka, A. (2021). Assessment strategies for enhancing students' mathematical problem-solving skills: A review of literature. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(3). <https://doi.org/10.29333/ejmste/9728>
- Van Breukelen, G. J. P. (2006). ANCOVA versus change from baseline had more power in randomized studies and more bias in nonrandomized studies. *Journal of Clinical Epidemiology*, 59(9), 920–925. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2006.02.007>
- Vickers, A. J., & Altman, D. G. (2001). Analysing controlled trials with baseline and follow up measurements. *BMJ*, 323(7321), 1123–1124. <https://doi.org/10.1136/bmj.323.7321.1123>
- World Economic Forum. (2023). *The Future of Jobs Report 2023*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>
- Zieffler, A., Garfield, J., Alt, R., Dupuis, D., Holleque, K., & Chang, M. (2008). What does research suggest about the teaching and learning of introductory statistics at the college level? A review of the literature. *Journal of Statistics Education*, 16(2), 1–25. <https://doi.org/10.1080/10691898.2008.11889566>