

**JPKN:**
**Jurnal Pendidikan dan
Kebudayaan Nusantara**

<https://dinastires.org/JPKN> dinasti.info@gmail.com [+62 811 7404 455](tel:+628117404455)

E-ISSN: 2963-0746
P-ISSN: 2963-0738

DOI: <https://doi.org/10.38035/jpkn.v4i3>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Pengembangan Modul Ajar Matematika Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaboratif Siswa SMK

Danu Arsyad Firmansyah¹, Agung Lukito², Abdul Haris Rosyidi³

¹Magister Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia, danu.arsyad.firmansyah@gmail.com

²Magister Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia, agunglukito@unesa.ac.id

³Magister Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia, abdulharis@unesa.ac.id

Corresponding Author: danu.arsyad.firmansyah@gmail.com¹

Abstract: *This study aims to describe the development process and test the feasibility of a mathematics teaching module on Statistics based on Problem-Based Learning (PBL) to improve the collaborative skills of vocational high school (SMK) students. The method used was Research and Development (R&D) adopting the 4-D model, which was adjusted up to the Develop stage and followed by limited dissemination. The subjects of the trial involved 20 tenth-grade Accounting students at SMK Kawung 1 Surabaya. The expert validation results showed that all instruments met the valid criteria, with the feasibility percentage of the Teaching Module at 73%, Student Worksheet (LKPD) at 73%, Learning Outcomes Test at 77%, and Collaborative Skills Test at 79%. The product was declared highly practical based on the learning implementation index of 91%, mathematics teacher response of 90%, and student response of 88%. Regarding effectiveness, the teaching module proved effective with a 100% classical cognitive mastery achievement, surpassing the school's minimum passing grade. The learning model was also effective in significantly improving students' collaborative skills (Sig. < 0.001) with an average N-Gain index of 0.51, which falls into the moderate category. Based on these results, the developed PBL-based teaching module is declared theoretically and empirically feasible for use in mathematics learning practices.*

Keyword: *Teaching Module, Problem-Based Learning, Collaborative Skills, Statistics.*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses pengembangan dan menguji kelayakan modul ajar matematika materi Statistika berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dalam meningkatkan keterampilan kolaboratif siswa SMK. Metode yang digunakan adalah penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan mengadopsi model 4-D dari Thiagarajan dkk. (1974) yang disesuaikan hingga tahap *Develop* dan dilanjutkan dengan penyebaran dalam skala terbatas. Subjek uji coba dalam penelitian ini melibatkan 20 siswa kelas X Akuntansi di SMK Kawung 1 Surabaya. Hasil penelitian pada aspek validasi ahli menunjukkan seluruh perangkat memenuhi kriteria valid, dengan persentase kelayakan teoretis Modul Ajar sebesar 73%, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) 73%, Tes Hasil Belajar 77%, dan Tes Keterampilan Kolaboratif 79%. Perangkat pembelajaran dinyatakan sangat praktis berdasarkan indeks keterlaksanaan sintaks pembelajaran sebesar 91%, respon guru matematika

90%, dan respon siswa sebesar 88%. Dari aspek keefektifan, perangkat pembelajaran terbukti efektif dengan capaian ketuntasan klasikal kognitif siswa sebesar 100% melampaui batas kelulusan minimum sekolah. Model pembelajaran juga terbukti efektif meningkatkan keterampilan kolaboratif siswa secara signifikan ($\text{Sig.} < 0,001$) dengan perolehan rata-rata indeks *N-Gain* sebesar 0,51 yang berada pada kategori sedang. Dengan demikian, modul ajar berbasis PBL yang dikembangkan dinyatakan layak secara teoretis dan empiris untuk digunakan dalam praktik pembelajaran matematika di sekolah.

Kata Kunci: Modul Ajar, *Problem Based Learning*, Keterampilan Kolaboratif, Statistika.

PENDAHULUAN

Tantangan pada abad ke-21 membawa perubahan paradigma yang masif dalam dunia pendidikan dan pembelajaran. Setiap individu dituntut untuk memiliki kemampuan beradaptasi dengan kemajuan ilmu pengetahuan, teknologi, dan dinamika kehidupan sosial yang menjadi semakin kompleks. Kondisi tersebut menuntut lembaga pendidikan untuk menyiapkan sumber daya manusia yang berkualitas, memiliki daya saing tinggi, dan sanggup menghadapi tantangan global melalui penyelenggaraan pendidikan bermutu. Pendidikan saat ini diharapkan mampu mengembangkan potensi siswa agar memiliki keterampilan abad ke-21 yang dikenal dengan istilah 4C, yaitu *critical thinking skill*, *creativity thinking skill*, *communication skill*, dan *collaboration skill* (Abdul dkk., 2023). Keterampilan kolaboratif merupakan bentuk keterampilan sosial yang kompleks karena melibatkan kemampuan untuk aktif berinteraksi, bernegosiasi, dan mengelola dinamika kelompok untuk mencapai tujuan bersama. Kemampuan untuk bekerja secara efektif dalam tim ini menjadi kompetensi yang sangat krusial bagi karir siswa di era digital yang penuh dengan tantangan (Trilling & Fadel, 2009).

Namun, pada kenyataannya, keterampilan kolaboratif siswa Indonesia masih terbilang cukup rendah. Hal ini dibuktikan oleh data skor PISA tahun 2015 yang menunjukkan bahwa Indonesia berada pada peringkat 49 dari 52 negara yang berpartisipasi dalam penilaian *Collaborative Problem Solving* (CPS). Indonesia hanya memperoleh skor rata-rata sebesar 402, di mana skor tersebut berada jauh di bawah nilai rata-rata OECD sebesar 500 poin (OECD, 2017). Kesenjangan antara tuntutan global dan realita di lapangan ini ditegaskan oleh berbagai penelitian di Indonesia yang menyatakan bahwa rendahnya keterampilan kolaboratif disebabkan oleh pola pembelajaran di kelas yang masih bersifat konvensional, didominasi instruksi searah, dan berpusat pada guru (Amiruddin, 2019). Materi Statistika di tingkat SMK Fase E menuntut siswa untuk melakukan aktivitas analisis data secara berkelompok, yang prosesnya sejalan dengan tuntutan Kurikulum Merdeka dalam membangun pemahaman bersama dan mengambil tindakan solutif secara kolektif (Anggraena dkk., 2022; Susanto dkk., 2024). Oleh karena itu, diperlukan perangkat pembelajaran terstruktur untuk membantu guru menstimulasi keterampilan kolaboratif tersebut.

Berdasarkan hasil analisis pendahuluan terhadap beberapa modul ajar matematika materi Statistika Fase E yang dipublikasikan dan tersedia di platform digital kependidikan, ditemukan adanya celah operasional yang nyata. Pada modul ajar pertama, perangkat tersebut masih menggunakan model konvensional dengan instruksi kerja kelompok yang bersifat umum, sehingga aktivitas siswa cenderung sebatas berbagi jawaban tugas tanpa proses pemecahan masalah yang mendalam. Selain itu, instrumen asesmen yang tersedia hanya berupa pengamatan guru secara satu arah yang menyebabkan kontribusi individu dan dinamika interaksi sosial di dalam kelompok tidak terpantau secara objektif. Pada modul ajar kedua, ditemukan adanya ketidakselarasan antara model pembelajaran yang dicantumkan dengan langkah kegiatan di kelas, di mana instruksi kelompok tidak menyertakan skenario pembagian peran yang jelas bagi siswa. Kesenjangan ini diperparah dengan instrumen penilaian yang hanya berfokus pada hasil akhir kognitif tanpa menyertakan asesmen proses kolaboratif.

Sementara pada modul ajar ketiga, meskipun dimensi profil Gotong Royong dan Keterampilan Berelasi telah dicantumkan, implementasi teknisnya masih sangat umum tanpa pembagian peran yang spesifik. Akibatnya, interaksi antar-siswa cenderung tidak terorganisasi serta rentan didominasi oleh individu tertentu, sementara penilaian LKPD hanya berfokus pada hasil akhir laporan dan kebenaran konsep kognitif. Secara umum, tugas dalam LKPD yang tersedia cenderung bersifat prosedural-mekanistik sehingga belum menciptakan ketergantungan positif antar-siswa.

Untuk mengatasi celah teknis tersebut, diperlukan pengembangan modul ajar terstruktur yang mengintegrasikan model pembelajaran berorientasi pada masalah, yaitu *Problem-Based Learning* (PBL). Model PBL menempatkan masalah kontekstual sebagai titik awal proses belajar sehingga mendorong siswa aktif mengonstruksi pengetahuan melalui pemecahan masalah secara kolektif (Barrows, 1996; Savin-Baden, 2000). Aktivitas kerja kelompok dan pertukaran ide dalam PBL memberikan ruang bagi siswa untuk melatih koordinasi serta negosiasi (Arends, 2015). Dalam upaya mewujudkan modul ajar yang berkualitas dan teruji ilmiah, peneliti memilih model pengembangan 4-D (Define, Design, Develop, dan Disseminate) yang dikemukakan oleh Thiagarajan dkk. (1974). Pemilihan model ini didasarkan pada alur prosedurnya yang sistematis untuk menghasilkan perangkat yang valid secara teoretis, praktis, dan efektif secara empiris (Rochmad, 2012). Penelitian ini dilaksanakan dengan judul "Pengembangan Modul Ajar Matematika Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaboratif Siswa SMK".

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) yang bertujuan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran matematika berupa Modul Ajar, LKPD, Tes Hasil Belajar, dan Tes Keterampilan Kolaboratif yang layak. Desain penelitian mengacu pada model pengembangan 4-D yang dikembangkan oleh Thiagarajan dkk. (1974), yang terdiri atas empat tahapan utama: *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Sesuai dengan batasan penelitian yang ditetapkan, rangkaian kegiatan di lapangan dikunci hingga tahap ketiga (*Develop*) yang dikombinasikan dengan pengujian lapangan skala terbatas (*small-scale dissemination*). Penelitian dilaksanakan di SMK Kawung 1 Surabaya pada semester genap Tahun Pelajaran 2025/2026, dengan subjek pengujian efektivitas melibatkan 20 siswa kelas X program keahlian Akuntansi dan Keuangan Lembaga (AKL).

Rangkaian prosedur pelaksanaan model pengembangan 4-D dalam penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Tahap Pendefinisian (*Define*): Tahap ini difokuskan pada studi pendahuluan melalui lima langkah utama menurut Thiagarajan dkk. (1974), yaitu: (a) Analisis awal-akhir untuk memetakan kesenjangan modul di lapangan; (b) Analisis siswa untuk mengevaluasi karakteristik kemampuan awal dan latar belakang kognitif siswa; (c) Analisis konsep untuk menyaring materi pokok statistika deskriptif secara hierarkis; (d) Analisis tugas untuk merinci langkah operasional penyajian data; serta (e) Spesifikasi tujuan pembelajaran untuk merumuskan target kompetensi akhir secara operasional.
2. Tahap Perancangan (*Design*): Tahap ini bertujuan untuk menyusun draf awal perangkat pembelajaran (Draf 1). Sub-tahapan yang dilakukan meliputi: (a) Constructing criterion-referenced tests berupa kisi-kisi instrumen THB kognitif dan tes kolaboratif; (b) Media selection dengan memilih media penunjang PowerPoint dan LKPD; (c) Format selection untuk menyelaraskan struktur isi perangkat dengan sintaks PBL; serta (d) Initial design untuk menyatukan seluruh komponen menjadi cetak biru prototipe awal.
3. Tahap Pengembangan (*Develop*): Tahap ini diorientasikan untuk menghasilkan produk final yang layak melalui dua kegiatan inti, yaitu: (a) Validasi ahli (*expert appraisal*) oleh dosen pakar dan praktisi guru matematika untuk menguji kevalidan isi, konstruk, dan

bahasa; serta (b) Uji coba pengembangan (*developmental testing*) yang mencakup uji keterbacaan perangkat serta pelaksanaan uji coba terbatas di kelas untuk menjangkau data kepraktisan dan keefektifan produk (Thiagarajan dkk., 1974).

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi metode penilaian lembar validasi oleh ahli pakar, pengamatan langsung keterlaksanaan sintaks pembelajaran oleh observer harian, penyebaran kuesioner angket respon guru dan respon siswa, metode tes tertulis esai hasil belajar kognitif, serta Tes Keterampilan Kolaboratif berbentuk *Situational Judgement Test* (SJT). Data kevalidan teoretis dan kepraktisan operasional dianalisis menggunakan rumus persentase deskriptif kuantitatif yang diadaptasi dari Akbar (2013) dan Riduwan (2016). Untuk data efektivitas, ketuntasan aspek kognitif dihitung menggunakan rumus persentase ketuntasan klasikal. Sementara data keterampilan kolaboratif diuji asumsi sebaran datanya melalui metode formal Shapiro-Wilk pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Analisis dilanjutkan dengan pengujian hipotesis komparatif menggunakan uji-t berpasangan (*paired sample t-test*) untuk melihat signifikansi perbedaan skor, serta dihitung indeks efisiensi peningkatannya secara klasikal memakai rumus *Normalized Gain* (N-Gain) score menurut kriteria Hake (1999) dengan bantuan software SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kevalidan Produk (Kelayakan Teoretis)

Bagian ini memaparkan hasil penilaian ahli (*expert appraisal*) yang dilaksanakan oleh tim dosen pakar pendidikan matematika guna mengevaluasi kelayakan teoretis dari perangkat pembelajaran yang dikembangkan, yang dinilai dari aspek isi, konstruk, dan bahasa menggunakan skala penilaian 1-4. Hasil rekapitulasi penilaian kuantitatif oleh kedua validator ahli dipaparkan secara terstruktur pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil rekapitulasi penilaian kuantitatif oleh kedua validator ahli dipaparkan secara terstruktur

No.	Perangkat / Instrumen Penelitian	Persentase (%)	Kategori
1.	Modul Ajar Matematika Berbasis PBL	73,00%	Valid
2.	Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	73,00%	Valid
3.	Tes Hasil Belajar (THB) Kognitif	77,00%	Valid
4.	Instrumen Tes Keterampilan Kolaboratif	79,00%	Valid

Berdasarkan hasil tabulasi data pada Tabel 1, seluruh komponen perangkat pembelajaran dan instrumen riset secara konsisten mencatatkan skor persentase kelayakan yang berada pada rentang koefisien 73% sampai 79%. Merujuk pada standar keputusan yang ditetapkan oleh Akbar (2013), perolehan angka tersebut terbukti secara nyata telah melewati ambang batas minimal kelayakan valid yaitu di atas 70% ($X > 70\%$), sehingga produk dinyatakan memenuhi syarat kelayakan teoretis yang sah (Nieveen, 1999). Meskipun telah dinyatakan valid, peneliti tetap melakukan tindakan pembenahan fisik produk secara teliti berdasarkan himpunan catatan kritik dan saran kualitatif dari kedua validator pakar demi menyempurnakan kualitas prototipe awal. Pada komponen Modul Ajar, peneliti merombak format skenario kegiatan pembelajaran inti menjadi matriks tabel dua kolom yang secara tegas memisahkan aktivitas pendidik dan aktivitas siswa harian. Pada komponen LKPD, revisi dilakukan dengan menyisipkan judul penanda teks (header) Fase 1 hingga Fase 5 PBL pada setiap awal babak lembar kerja untuk memandu urutan diskusi, memotong bimbingan berlebih hitung rumus Sturges agar kemandirian nalar kritis siswa terjaga (Amni dkk., 2024). Pada komponen instrumen THB Kognitif, peneliti menyatukan stimulus sebaran data komersial perbankan agar siswa lebih efisien menggunakan satu tabel distribusi frekuensi yang sama untuk memplot grafik histogram dan poligon secara simultan di atas kertas milimeter blok (Tanjung dkk., 2019). Terakhir, naskah kuesioner Tes Keterampilan Kolaboratif diperbaiki dengan merombak struktur kalimat pada pilihan jawaban bergradasi agar alur dilema kelompok terasa logis, serta menyisir

ketepatan bahasa untuk membedakan penggunaan kata "angka" khusus untuk simbol digit tunggal (0-9) dan kata "bilangan" untuk menyatakan nilai kuantitas data statistik. Setelah perbaikan selesai, pengujian validitas empiris terhadap instrumen Tes Keterampilan Kolaboratif membuktikan seluruh 8 butir soal cerita SJT berstatus valid karena mencetak koefisien korelasi r -hitung $> 0,444$. Uji reliabilitas instrumen secara utuh memakai rumus *Alpha Cronbach* menghasilkan koefisien keandalan sebesar 0,712 yang berada pada kriteria tingkat konsistensi "Tinggi".

Kepraktisan Produk (Kelayakan Operasional)

Pengujian kepraktisan perangkat pembelajaran dianalisis secara nyata berdasarkan rekaman data instrumen lembar observasi keterlaksanaan sintaks pembelajaran di kelas serta angket kuesioner respon guru dan siswa pasca-tindakan skala terbatas selesai dilakukan. Hasil analisis kepraktisan operasional tersebut diuraikan secara rinci sebagai berikut:

1. Keterlaksanaan Pembelajaran Berbasis Masalah: Pemantauan langsung yang dilakukan oleh observer harian sepanjang sesi tatap muka mencatat bahwa guru model mampu mengeksekusi seluruh rangkaian skenario pembelajaran dengan sangat optimal. Dari total 13 butir indikator penilaian yang diamati—termasuk fase orientasi masalah, pengorganisasian kelompok heterogen untuk memicu pemahaman bersama, pembimbingan penyelidikan secara mandiri tanpa intervensi berlebih, hingga fasilitasi presentasi laporan hasil karya grafik statistik—peneliti berhasil mengumpulkan total skor keterlaksanaan sebesar 59 dari skor maksimal ideal 65. Akumulasi nilai tersebut menghasilkan persentase kelayakan sebesar 91% yang masuk ke dalam kriteria predikat "Sangat Baik".
2. Hasil Angket Respon Guru: Tanggapan balik yang diberikan oleh praktisi pengajar matematika kelas X mencatatkan hasil kuantitatif sebesar 45 dari skor maksimal ideal 50, yang menghasilkan persentase kelayakan rentang nilai sebesar 90% dengan kategori "Sangat Praktis". Guru memberikan testimoni positif karena modul ajar yang dikembangkan dinilai memiliki petunjuk penggunaan yang jelas, mempermudah peran guru bertindak sebagai fasilitator kelompok, serta secara nyata mampu memangkas beban administratif guru dalam menyiapkan perangkat pengajaran harian.
3. Hasil Angket Respon Siswa: Rekapitulasi data gabungan yang dihimpun dari pengisian angket respons oleh 20 siswa selaku pengguna utama sukses mencetak total skor aktual sebesar 794 dari skor maksimal ideal 900. Hasil hitung tersebut menghasilkan skor persentase respons siswa sebesar 88% yang masuk ke dalam kriteria predikat "Sangat Praktis". Ditinjau dari aspek keterbacaan, para siswa menilai petunjuk tugas di dalam LKPD dan soal ujian terlihat sangat jelas (skor 99) dan tujuan pembelajaran tersampaikan dengan bahasa yang mudah dimengerti (skor 98). Dari aspek tampilan visual, desain tata letak warna dan ilustrasi gambar dinilai menarik serta membantu siswa membayangkan masalah (skor 86). Sementara dari aspek kemudahan belajar, para siswa merasa langkah kerja terstruktur di LKPD memudahkan proses diskusi kelompok heterogen dan mendorong kemandirian belajar (skor 83) sesuai dengan kriteria persentase angket praktis menurut Riduwan (2016).

Keefektifan Produk (Hasil Eksperimen Kelas)

Keefektifan Perangkat Pembelajaran

Tingkat keefektifan dari produk perangkat Modul Ajar dan LKPD didasarkan pada tingkat pencapaian kuantitatif skor Ketuntasan Klasikal Tes Hasil Belajar (THB) Kognitif mandiri yang diikuti siswa. Nilai batas ambang kelulusan minimum Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) yang ditetapkan oleh pihak sekolah adalah skor 78, dengan target batas kelayakan ketuntasan klasikal kelas minimal sebesar 75% siswa. Data aktual hasil evaluasi sumatif mencatatkan perolehan rata-rata kelas sebesar 84,4. Meskipun hasil tes

mencatat terdapat 4 orang siswa yang memperoleh nilai pas di angka 78 selaku perolehan skor paling rendah di kelas, jumlah peserta didik yang sukses memenuhi batas nilai kelulusan minimum KKTP secara keseluruhan tetap berjumlah lengkap 20 anak. Hasil evaluasi akhir lapangan ini menghasilkan persentase ketuntasan klasikal kognitif mutlak sebesar 100% karena tidak ada satu pun siswa di dalam kelas yang tertinggal di bawah angka 78. Karena persentase capaian ketuntasan klasikal kelas terbukti sukses melampaui ambang batas minimal kelayakan yang ditargetkan (75%), perangkat pembelajaran berbasis masalah yang dikembangkan secara sah dinyatakan memiliki keefektifan kognitif yang "Sangat Efektif" di lapangan.

Keefektifan Model Pembelajaran

Keefektifan penerapan model pembelajaran PBL didasarkan pada parameter ada atau tidaknya peningkatan indeks kapasitas keterampilan kolaboratif personal siswa secara signifikan setelah diberikan tindakan perlakuan (treatment). Sebelum pengujian hipotesis dilakukan, sebaran data dipastikan telah memenuhi syarat asumsi normalitas melalui kalkulasi formal metode Shapiro-Wilk. Hasil output normalitas mencatatkan nilai signifikansi (Sig.) data pre-test sebesar 0,446 dan data post-test sebesar 0,295. Karena kedua nilai signifikansi secara konsisten berada jauh di atas batas taraf kekritisian $\alpha = 0,05$ ($p > 0,05$), sebaran data keterampilan kolaboratif siswa diputuskan berdistribusi normal secara simetris serta bebas dari bias anomali lapangan. Langkah analisis pengujian hipotesis dilanjutkan menggunakan alat statistik parametrik uji-t berpasangan (paired sample t-test) berbantuan software SPSS. Hasil kalkulasi statistik parametrik mendokumentasikan perolehan nilai t-hitung sebesar -13,42 dengan derajat kebebasan (df) 19 dan koefisien signifikansi Sig. (2-tailed) menunjukkan nilai $< 0,001$. Karena koefisien signifikansi riil yang diperoleh dari lapangan terbukti jauh lebih kecil dari batas kelayakan standar yang ditentukan ($0,001 < 0,05$), maka keputusan statistik menetapkan hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima secara mutlak. Hasil pengujian hipotesis ini membuktikan secara ilmiah bahwa terdapat perbedaan kapasitas keterampilan kolaboratif siswa yang sangat signifikan antara sebelum dengan sesudah penerapan pembelajaran berbasis masalah.

Kenaikan tersebut ditunjukkan oleh pergeseran nilai rata-rata kelas yang semula hanya sebesar 22,05 (Persentase capaian awal 68,9% dengan Kategori: Sedang) pada sesi pre-test, melesat naik menjadi 27,10 (Persentase capaian akhir 84,7% dengan Kategori: Tinggi) pada sesi post-test. Guna mengukur tingkat efisiensi peningkatan kapasitas performa kerja sama kelompok siswa secara absolut, peneliti memproses data nilai tersebut ke dalam formula rumus indeks gain ternormalisasi (Normalized Gain). Hasil perhitungan akhir mencatat nilai rata-rata N-Gain score kelas secara klasikal sukses mencapai angka 0,51. Berdasarkan kriteria penafsiran Hake (1999), koefisien N-Gain sebesar 0,51 ini secara resmi masuk ke dalam interpretasi peningkatan "Sedang" ($0,30 \leq g < 0,70$). Ulasan teoretis terhadap temuan data eksperimen ini membuktikan bahwa model PBL efektif mengubah paradigma belajar siswa dari pasif menjadi aktif (Arends, 2015). Tindakan peneliti yang secara ketat mengatur pembagian peran operasional tim (seperti pencatat data, penganalisis, dan penyaji grafik) dikombinasikan dengan pembatasan intervensi bimbingan ceramah langsung guru di dalam LKPD, terbukti berdampak positif dalam melatih kemandirian penalaran kritis serta memaksa siswa untuk aktif bernegosiasi intelektual membicarakan pembagian jangkauan data kelompok demi membangun pemahaman bersama secara berkelanjutan (Greenstein, 2012). Dampak positif ini dibuktikan oleh perolehan data pasca-tindakan di mana mayoritas siswa sukses menembus kriteria tingkat keterampilan kolaboratif kategori "Tinggi". Mengacu pada pemenuhan parameter uji-t yang signifikan dan indeks N-Gain berkategori sedang tersebut, perangkat pembelajaran berbasis PBL terbukti efektif secara empiris dalam menguatkan keterampilan kolaboratif siswa kelas X Akuntansi SMK Kawung 1 Surabaya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data kuantitatif, paparan deskriptif kualitatif, serta tindakan revisi fisik yang telah diselesaikan terhadap prototipe draf perangkat, diperoleh kesimpulan penelitian sebagai berikut: (1) Perangkat pembelajaran matematika berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi statistika deskriptif kelas X SMK secara sah dinyatakan memenuhi syarat kelayakan teoretis (Valid) berdasarkan penilaian ahli dengan capaian skor persentase berada pada rentang koefisien 73% hingga 79%; (2) Perangkat pembelajaran matematika berbasis masalah yang dikembangkan dinyatakan memenuhi syarat kelayakan operasional (Praktis) di lapangan dengan skor keterlaksanaan sintaks model PBL sebesar 91% (Sangat Baik), respon guru 90%, dan respon siswa sebesar 88% (Sangat Praktis); (3) Perangkat pembelajaran matematika yang dikembangkan dinyatakan memenuhi syarat kelayakan hasil (Efektif) secara empiris oleh keberhasilan seluruh siswa di kelas mencapai ketuntasan klasikal kognitif 100% melampaui batas KKTP 78, serta terjadinya peningkatan indeks keterampilan kolaboratif siswa secara merata setelah tindakan dengan rata-rata N-Gain score kelas sebesar 0,51 yang berkategori sedang.

Implikasi

Temuan data empiris di dalam penelitian pengembangan ini membawa beberapa implikasi logis dalam praktik pendidikan matematika kejuruan. Keberhasilan eksekusi guru model mengimplikasikan bahwa penyusunan draf skenario pengajaran berbentuk format matriks tabel aktivitas dua kolom dan pencantuman penanda teks (header) sintaks model PBL pada isi LKPD sangat membantu guru dalam mengontrol keterlaksanaan model di kelas kejuruan, serta secara teoritis mampu meminimalkan bias subjektivitas mengajar praktisi di lapangan. Tingginya antusiasme belajar siswa membuktikan bahwa penggunaan stimulus kontekstual berupa data operasional laporan keuangan bank riil mampu menjembatani pemahaman konsep matematika teoretis siswa akuntansi, sehingga membawa dampak logis bahwa kurikulum matematika di rumpun kejuruan idealnya dikembangkan secara terpadu (embedded) dengan kasus dunia kerja nyata agar motivasi belajar intrinsik siswa meningkat. Tercapainya ketuntasan kognitif klasikal 100% dan penguatan keterampilan kerja sama tim mengimplikasikan bahwa pembatasan intervensi bimbingan langsung guru di LKPD justru berdampak positif memicu kemandirian nalar kritis, ketajaman penalaran matematis, serta kapasitas metakognitif siswa dalam mengelola organisasi tim secara sehat.

Saran

Berdasarkan keterbatasan operasional yang ditemukan selama proses pelaksanaan uji coba perangkat di lapangan, peneliti mengajukan beberapa saran rekomendasi kepada berbagai pihak sebagai berikut: (1) Guru pengajar mata pelajaran matematika disarankan untuk mengantisipasi adanya hambatan psikomotorik siswa dalam memplot koordinat statistik dengan cara mengintensifkan kegiatan supervisi keliling pada saat siswa berkelompok melakukan visualisasi grafik dua dimensi di atas kertas milimeter blok; (2) Perangkat pembelajaran berbasis PBL ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh pihak manajemen sekolah untuk memperkuat kebijakan integrasi kurikulum antara mata pelajaran matematika umum dan program keahlian produktif Akuntansi; (3) Peneliti berikutnya yang tertarik untuk mengembangkan perangkat pembelajaran sejenis disarankan untuk memperluas ruang lingkup pengujian tidak hanya terbatas pada satu kelas tunggal, melainkan melakukan uji coba skala luas pada beberapa sekolah kejuruan yang berbeda karakteristik wilayah geografisnya, serta diharapkan dapat mengembangkan instrumen pengamatan keterampilan kolaboratif yang lebih dinamis serta menguji konsistensi efektivitas model PBL ini pada topik bahasan matematika di luar rumpun statistika deskriptif.

REFERENSI

- Abdul, B., Mantau, K., Talango, S. R., Sultan, I., & Gorontalo, A. (2023). Pengintegrasian keterampilan abad 21 dalam proses pembelajaran (literature review). *Irfani: Jurnal Pendidikan Islam*, 19(1), 86-107.
- Amiruddin, A. (2019). Pembelajaran kooperatif dan kolaboratif. *Journal of Education Science*, 5(1), 15-25.
- Amni, R., Yuanita, P., & Hutapea, N. M. (2024). Pengembangan modul ajar berbasis problem based learning (PBL) topik relasi dan fungsi untuk meningkatkan kecakapan komunikasi matematis. *Juring (Journal for Research in Mathematics Learning)*, 7(4), 421-434.
- Anggraena, Y., Felicia, N., Eprawati, S. R., Pratiwi, A. S., Utama, B., Alhapip, L., & Lutfiati, D. (2022). *Panduan Pembelajaran dan Asesmen Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah*. Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan, Kemendikbudristek.
- Arends, R. I. (2015). *Learning to teach* (10th ed.). McGraw-Hill.
- Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions for Teaching and Learning*, 1996(68), 3-12.
- Greenstein, L. (2012). *Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning*. Corwin Press.
- Hake, R. R. (1999). Analyzing change/gain scores. *American Educational Research Association*, 1-4.
- Nieveen, N. (1999). Prototyping to Reach Product Quality. Dalam J. van den Akker (Ed.), *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Kluwer Academic Publishers.
- OECD. (2017). *PISA 2015 results (Volume V): Collaborative problem solving*. OECD Publishing.
- Riduwan. (2016). *Dasar-dasar Statistika*. Alfabeta.
- Rochmad. (2012). Desain model pengembangan perangkat pembelajaran matematika. *Kreano*, 3(1), 59-72.
- Savin-Baden, M. (2000). *Problem-based Learning in Higher Education: Untold Stories*. Buckingham: Open University Press.
- Susanto, D., dkk. (2024). *Matematika untuk SMA/MA/SMK/MAK Kelas X (Edisi Revisi)*. Pusat Perbukuan BSKAP Kemendikbudristek.
- Tanjung, H. S., Aminah, S., & Nababan. (2019). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan komunikasi matematis siswa SMA Negeri 3 Kuala Kabupaten Nagan Raya. *Jurnal Genta Mulia*, 10(2), 178-187.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children*. Indiana University.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.