

Original Research Paper

Pelatihan Penggunaan KIT Peraga Bandul Matematis Berbasis Sensor Sebagai Sumber Belajar Inovatif Berbasis STEM untuk Guru MGMP Kabupaten Lombok Timur

¹Satutik Rahayu, ¹Sutrio, ²Kasnawi Al Hadi, ¹Syahrial A, ²Roviq Wijaya

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

²Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.29303/jpmpi.v9i2.15929>

Citation: Rahayu, S., Sutrio., Hadi, K. A., Syahrial. & Wijaya, R. (2026). Pelatihan Penggunaan KIT Peraga Bandul Matematis Berbasis Sensor Sebagai Sumber Belajar Inovatif Berbasis STEM untuk Guru MGMP Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 9(2)

Article history

Received: 24 Maret 2026

Revised: 20 Juni 2026

Accepted: 26 Juni 2026

*Corresponding Author:
Satutik Rahayu, Universitas
Mataram, Mataram, Indonesia
Email: satutik@unram.ac.id

Abstract: Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilatarbelakangi oleh masih terbatasnya pemanfaatan sumber belajar inovatif berbasis teknologi di kalangan guru fisika anggota MGMP Kabupaten Lombok Timur, khususnya dalam pembelajaran materi bandul matematis yang selama ini cenderung menggunakan alat peraga konvensional dengan tingkat akurasi pengukuran yang rendah serta belum terintegrasinya pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) secara utuh dalam proses pembelajaran. Tujuan dari kegiatan ini adalah memberikan pelatihan penggunaan KIT peraga bandul matematis berbasis sensor sebagai sumber belajar inovatif yang diharapkan mampu meningkatkan pemahaman konsep fisika sekaligus melatih keterampilan saintifik dan rekayasa peserta didik secara terpadu. Metode pelaksanaan pengabdian menggunakan pendekatan partisipatif melalui tahapan persiapan, sosialisasi, pelatihan dalam bentuk workshop, serta pendampingan, yang melibatkan para guru fisika anggota MGMP Kabupaten Lombok Timur sebagai peserta. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pemahaman guru terhadap konsep bandul matematis dan pemanfaatan teknologi sensor setelah mengikuti pelatihan, sebagaimana terlihat dari kemampuan guru dalam mengoperasikan KIT peraga, menganalisis data hasil pengukuran, serta merancang ulang kegiatan praktikum berbasis STEM secara lebih mandiri dan kreatif. Respons para peserta terhadap pelatihan juga sangat positif karena mereka memperoleh pengalaman langsung dalam mengintegrasikan teknologi sensor ke dalam pembelajaran fisika yang selama ini dianggap abstrak oleh sebagian besar siswa. Simpulan dari pengabdian ini adalah bahwa pelatihan penggunaan KIT peraga bandul matematis berbasis sensor efektif dalam meningkatkan kompetensi pedagogik dan profesional guru MGMP Fisika Kabupaten Lombok Timur, serta berpotensi menjadi sumber belajar inovatif berorientasi STEM yang dapat direplikasi dan dikembangkan lebih lanjut di masing-masing sekolah melalui program tindak lanjut dan pendampingan berkelanjutan.

Keywords: KIT Peraga Bandul, Sensor, Sumber Belajar, STEM, Guru MGMP Fisika.

Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di abad ke-21 menuntut dunia pendidikan untuk terus beradaptasi dan menghadirkan pembelajaran yang relevan dengan tuntutan zaman (Fatwanti et al., 2026). Pembelajaran fisika, sebagai bagian dari rumpun sains, memegang peranan penting dalam membentuk kemampuan berpikir kritis, analitis, dan keterampilan pemecahan masalah peserta didik (Puspitasari, 20224). Salah satu materi fundamental dalam fisika adalah bandul matematis, yang sering digunakan untuk menjelaskan konsep getaran, periode, frekuensi, serta hubungannya dengan panjang tali dan percepatan gravitasi (Zahra et al., 2022). Namun demikian, kemajuan teknologi informasi dan sensorik saat ini membuka peluang besar bagi guru untuk menghadirkan alat peraga yang lebih akurat, interaktif, dan terintegrasi dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), sehingga pembelajaran tidak lagi bersifat hafalan teori semata, melainkan berbasis pengalaman nyata dan eksplorasi ilmiah (Jasmaniah et al., 2025).

Meskipun urgensi pembelajaran inovatif semakin mendesak, pada kenyataannya masih banyak guru fisika yang menggunakan alat peraga konvensional dalam mengajarkan materi bandul matematis. Alat peraga tradisional seperti bandul sederhana dari tali dan beban logam umumnya hanya mampu mengukur waktu secara manual menggunakan stopwatch, yang rentan terhadap kesalahan paralaks dan keterbatasan refleksi manusia (Rohana & Malik, 2025). Akibatnya, data hasil praktikum sering kali tidak akurat dan kurang dapat diandalkan untuk membuktikan hubungan-hubungan fisika secara kuantitatif. Lebih jauh lagi, pendekatan pembelajaran yang monoton dan kurang melibatkan teknologi membuat peserta didik kesulitan dalam menghubungkan konsep fisika dengan aplikasi teknologi di kehidupan nyata, sehingga minat dan motivasi belajar fisika cenderung rendah. Guru pun menghadapi tantangan untuk mengintegrasikan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir komputasional dan literasi data, ke dalam kegiatan praktikum sehari-hari (Irfandi et al., 2025).

Permasalahan tersebut secara spesifik juga dialami oleh para guru fisika yang tergabung dalam Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Fisika

Kabupaten Lombok Timur. Berdasarkan hasil observasi awal dan diskusi dengan pengurus MGMP setempat, diketahui bahwa sebagian besar sekolah mitra masih kekurangan perangkat laboratorium yang memadai, khususnya alat peraga berbasis sensor yang mampu mengukur variabel fisika secara presisi dan real-time. Guru-guru di wilayah ini pada umumnya sudah memiliki motivasi tinggi untuk memperbaiki kualitas pembelajaran, namun masih terbatas aksesnya terhadap pelatihan tentang pemanfaatan teknologi sensor dalam pembelajaran fisika. Selain itu, kurikulum yang terus berkembang menuntut guru tidak hanya menguasai konten, tetapi juga mampu merancang kegiatan pembelajaran yang bersifat interaktif, menyenangkan, dan menantang, sementara pengalaman guru dalam mengembangkan sumber belajar berbasis STEM masih sangat minim (Suyuti et al., 2025). Kondisi ini diperparah dengan minimnya forum pelatihan praktis yang secara langsung mendampingi guru dalam mengoperasikan dan memanfaatkan perangkat teknologi modern di dalam kelas.

Untuk menjawab tantangan tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menawarkan solusi berupa pelatihan penggunaan kit peraga bandul matematis berbasis sensor sebagai sumber belajar inovatif bagi guru-guru MGMP Fisika Kabupaten Lombok Timur. KIT peraga ini dirancang dengan mengintegrasikan sensor gerak atau sensor sudut yang terhubung dengan mikrokontroler dan antarmuka digital, sehingga guru dapat menampilkan data periode, amplitudo, dan grafik osilasi secara langsung melalui layar komputer atau perangkat seluler (Falamy et al., 2025). Dengan demikian, kegiatan praktikum menjadi lebih akurat, efisien, dan memberikan pengalaman nyata kepada peserta didik dalam melakukan pengukuran ilmiah serta menganalisis data secara kuantitatif. Selain itu, pelatihan ini tidak hanya berhenti pada aspek penggunaan alat, tetapi juga membekali guru dengan kemampuan merancang lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis STEM, sehingga proses pembelajaran mampu mengintegrasikan aspek sains (konsep bandul), teknologi (sensor dan pemrosesan data), rekayasa (desain eksperimen), dan matematika (analisis grafik dan persamaan) (Nuai & Nurkamiden, 2022).

Solusi yang ditawarkan ini didasarkan pada teori belajar konstruktivisme yang menekankan

bahwa pengetahuan dibangun sendiri oleh peserta didik melalui pengalaman langsung dan interaksi dengan lingkungannya, serta teori pembelajaran STEM yang terbukti mampu meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kolaborasi. Penggunaan kit peraga berbasis sensor juga sejalan dengan perkembangan teknologi pendidikan yang menekankan pada pembelajaran berbasis inkuiri dan eksperimentasi, di mana guru berperan sebagai fasilitator yang membimbing peserta didik menemukan sendiri konsep-konsep fisika melalui data yang mereka kumpulkan dan olah secara mandiri. Dengan pendekatan ini, diharapkan pembelajaran fisika menjadi lebih bermakna dan kontekstual. Adapun tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah meningkatkan kompetensi pedagogik dan profesional guru MGMP Fisika Kabupaten Lombok Timur dalam mengembangkan dan memanfaatkan kit peraga bandul matematis berbasis sensor sebagai sumber belajar inovatif yang terintegrasi STEM, sehingga kualitas pembelajaran fisika di sekolah-sekolah mitra dapat meningkat secara signifikan dan berkelanjutan.

Metode

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan menggunakan pendekatan partisipatif, yang melibatkan peran aktif peserta dalam setiap tahapan kegiatan. Metode pelaksanaan dibagi menjadi empat tahapan utama, yaitu: persiapan, sosialisasi, pelatihan (workshop), dan pendampingan. Seluruh tahapan dirancang untuk memastikan transfer pengetahuan dan keterampilan secara bertahap dan berkelanjutan kepada para guru fisika anggota MGMP Kabupaten Lombok Timur.

Tahap Persiapan

Pada tahap ini, tim pengabdian melakukan koordinasi dengan pengurus MGMP Fisika Kabupaten Lombok Timur untuk menyepakati jadwal, lokasi, dan jumlah peserta. Selain itu, tim menyiapkan perangkat KIT peraga bandul matematis berbasis sensor sebanyak 5 unit, modul pelatihan, lembar kerja peserta, serta perangkat presentasi dan dokumentasi. Setiap KIT terdiri atas bandul bermassa, sensor sudut (potensiometer atau MPU-6050), mikrokontroler Arduino Uno, modul Bluetooth HC-05, serta perangkat lunak antarmuka berbasis *Processing* untuk visualisasi data osilasi secara real-time. Sebelum pelatihan, tim juga

melakukan uji coba alat untuk memastikan seluruh perangkat berfungsi dengan baik.

Tahap Sosialisasi

Kegiatan diawali dengan sesi sosialisasi yang bertujuan memberikan pemahaman awal kepada peserta mengenai pentingnya inovasi sumber belajar berbasis teknologi dan pendekatan STEM dalam pembelajaran fisika. Sosialisasi dilakukan melalui pemaparan materi oleh tim pengabdian, yang mencakup:

1. Konsep dasar bandul matematis dan tantangan pembelajarannya selama ini;
2. Prinsip kerja sensor dan mikrokontroler dalam pengukuran fisika;
3. Urgensi integrasi STEM dalam praktikum fisika;

Potensi KIT peraga sebagai sumber belajar inovatif yang dapat dikembangkan secara mandiri oleh guru.

Pada sesi ini, peserta juga diberikan kesempatan untuk bertanya dan mendiskusikan kendala-kendala yang biasa mereka hadapi dalam praktikum bandul matematis di sekolah masing-masing.

Tahap Pelatihan (Workshop)

Pelatihan dilaksanakan dalam bentuk workshop selama 6 jam (satu hari) yang terbagi dalam tiga sesi praktik:

Sesi 1: Pengenalan Perangkat KIT

Peserta dikenalkan pada komponen-komponen KIT, cara merakit bandul matematis, menghubungkan sensor ke mikrokontroler, serta menjalankan antarmuka digital. Peserta mempraktikkan secara langsung proses instalasi dan pengujian alat secara berkelompok.

Sesi 2: Praktikum Pengukuran dan Analisis Data

Peserta melakukan percobaan bandul matematis dengan variasi panjang tali dan sudut simpangan awal. Data periode, frekuensi, dan amplitudo osilasi ditampilkan secara langsung melalui grafik di layar. Peserta dilatih untuk membaca, mencatat, dan menganalisis data menggunakan pendekatan kuantitatif, termasuk menentukan nilai percepatan gravitasi dari grafik hubungan periode terhadap panjang tali.

Sesi 3: Perancangan LKPD Berbasis STEM

Setelah menguasai operasional alat, peserta dibimbing untuk merancang Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang mengintegrasikan STEM.

Mereka didorong untuk membuat desain eksperimen, merumuskan masalah, mengumpulkan data, menganalisis, dan menarik kesimpulan, dengan menekankan peran teknologi (sensor) sebagai alat bantu pengukuran yang presisi.

Tahap Pendampingan

Setelah workshop, tim pengabdian melakukan pendampingan lanjutan secara daring melalui grup komunikasi (WhatsApp dan Google Meet) selama 2 minggu. Pendampingan difokuskan pada:

1. Bimbingan teknis jika guru mengalami kendala saat mengulangi praktikum di sekolah;
2. Diskusi pengembangan variasi eksperimen lain (misalnya pengaruh massa beban terhadap periode);
3. Evaluasi awal implementasi KIT di kelas oleh guru.

Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Untuk mengukur keberhasilan kegiatan, tim menggunakan instrumen:

1. Pretest dan posttest berupa soal pilihan ganda dan uraian singkat untuk mengukur pemahaman konsep bandul matematis dan pemanfaatan sensor;
2. Angket respons peserta untuk menilai kepuasan, manfaat, dan kemudahan penggunaan KIT;
3. Lembar observasi keterampilan selama praktik pengoperasian alat dan analisis data.

Data pretest dan posttest dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung nilai rata-rata, persentase peningkatan, dan uji-t berpasangan (jika memungkinkan). Data respons dianalisis secara deskriptif kualitatif.

Hasil dan Pembahasan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan pada tanggal 21 April 2026 bertempat di SMA Negeri 3 Selong, Kabupaten Lombok Timur, dengan jumlah peserta 30 guru fisika yang tergabung dalam Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Fisika se-Kabupaten Lombok Timur. Seluruh peserta mengikuti rangkaian kegiatan dari awal hingga akhir dengan antusiasme yang tinggi.

Pemahaman Konsep dan Keterampilan Guru

Berdasarkan hasil pretest dan posttest yang diberikan kepada peserta, terjadi peningkatan

pemahaman guru terhadap konsep bandul matematis dan pemanfaatan teknologi sensor. Rata-rata nilai pretest adalah 58,3, sedangkan rata-rata nilai posttest mencapai 85,6, sehingga terjadi peningkatan sebesar 27,3 poin atau 46,8%. Peningkatan tertinggi terjadi pada indikator pemahaman prinsip kerja sensor sudut dan mikrokontroler (71%), diikuti oleh kemampuan menginterpretasi grafik osilasi real-time (58%), serta pemahaman hubungan antara periode, panjang tali, dan percepatan gravitasi (62%).

Seluruh peserta (100%) berhasil merakit dan mengoperasikan KIT peraga bandul matematis berbasis sensor setelah mendapatkan bimbingan dari tim pengabdian. Pada sesi analisis data, sebanyak 25 guru (83,3%) mampu menentukan nilai percepatan gravitasi dari grafik hubungan antara kuadrat periode (T^2) dan panjang tali (L) dengan hasil perhitungan berada pada rentang 9,6–10,1 m/s^2 , yang mendekati nilai standar percepatan gravitasi (9,8 m/s^2). Sebanyak 5 guru (16,7%) masih memerlukan pendampingan tambahan dalam hal kalibrasi sensor dan penyesuaian grafik, namun pada akhir sesi seluruh peserta telah mampu melakukan kalibrasi ulang secara mandiri.

Respons Peserta terhadap Pelatihan

Evaluasi respons peserta terhadap pelatihan dilakukan melalui angket dengan skala Likert 1–4 (1 = Sangat Tidak Setuju, 2 = Tidak Setuju, 3 = Setuju, 4 = Sangat Setuju). Angket diberikan kepada 30 peserta setelah seluruh rangkaian kegiatan selesai. Hasil rekapitulasi respons peserta disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Respons Peserta terhadap Pelatihan Penggunaan KIT Peraga Bandul Matematis Berbasis Sensor

No.	Pernyataan	Skor Rata-rata	Kategori
1.	Pelatihan ini meningkatkan pemahaman saya tentang konsep bandul matematis	3,83	Sangat Baik
2.	KIT peraga berbasis sensor mudah digunakan setelah mengikuti pelatihan	3,70	Sangat Baik
3.	Penggunaan sensor dalam praktikum	3,87	Sangat Baik

	membuat pengukuran menjadi lebih akurat dibandingkan metode manual		
4.	Pelatihan ini sangat bermanfaat untuk meningkatkan kualitas praktikum fisika di sekolah saya	3,90	Sangat Baik
5.	Materi pelatihan disampaikan dengan jelas dan mudah dipahami oleh tim pengabdian	3,73	Sangat Baik
6.	Saya tertarik untuk mengimplementasikan KIT peraga ini di sekolah saya	3,80	Sangat Baik
7.	Saya memerlukan pelatihan lanjutan untuk pengembangan eksperimen fisika lainnya	3,47	Baik
8.	Pendekatan STEM dalam LKPD yang dirancang dapat membantu siswa memahami fisika secara terpadu	3,67	Sangat Baik
9.	KIT peraga ini berpotensi dikembangkan sebagai produk bernilai jual berbasis MGMP	3,50	Baik
10.	Secara keseluruhan, saya puas dengan pelaksanaan kegiatan pengabdian ini	3,73	Sangat Baik

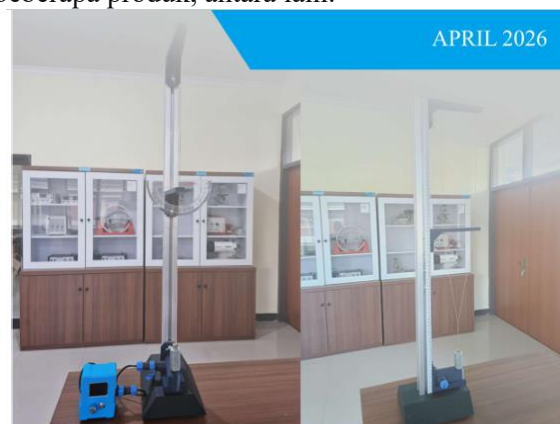
Berdasarkan Tabel 1, rata-rata skor keseluruhan respons peserta adalah 3,72 dengan kategori Sangat Baik. Pernyataan dengan skor tertinggi adalah "Pelatihan ini sangat bermanfaat untuk meningkatkan kualitas praktikum fisika di sekolah saya" (3,90), diikuti oleh "Penggunaan sensor dalam praktikum membuat pengukuran menjadi lebih akurat dibandingkan metode manual" (3,87), dan "Pelatihan ini meningkatkan pemahaman saya tentang konsep bandul matematis" (3,83).

Sementara itu, pernyataan dengan skor terendah adalah "Saya memerlukan pelatihan lanjutan untuk pengembangan eksperimen fisika lainnya" (3,47) dan "KIT peraga ini berpotensi dikembangkan sebagai produk bernilai jual berbasis MGMP" (3,50), yang tetap berada pada kategori Baik. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar peserta sudah merasa cukup dengan pelatihan yang diberikan, namun masih ada keinginan untuk pengembangan lebih lanjut.

Pada sesi tanya jawab, peserta menunjukkan antusiasme yang tinggi, terutama terkait dengan teknik kalibrasi alat, troubleshooting, serta potensi pengembangan KIT sebagai produk bernilai jual untuk menumbuhkan jiwa kewirausahaan berbasis MGMP. Sebanyak 97% peserta menyatakan berencana mengadopsi KIT peraga atau variannya di sekolah masing-masing, dan 70% peserta menginginkan pelatihan lanjutan untuk pengembangan eksperimen lain seperti osilasi teredam atau bandul fisis.

Produk yang Dihasilkan

Kegiatan pelatihan ini menghasilkan beberapa produk, antara lain:



KIT PERAGA BANDUL MATEMATIS
 PANDUAN PENGGUNAAN DAN PRAKTIKUM
 FISIKA BERBASIS SENSOR



Gambar 1. Buku petunjuk praktikum

Buku petunjuk praktikum bandul matematis berbasis sensor yang dapat digunakan sebagai panduan guru dalam melaksanakan praktikum di sekolah



Gambar 2. KIT Peraga

KIT peraga bandul matematis berbasis sensor yang telah teruji fungsionalitasnya;

Dokumentasi Kegiatan

Berikut adalah dokumentasi kegiatan pelatihan yang dilaksanakan:



Gambar 3. Kegiatan Pelatihan Bersama Peserta MGMP Fisika Kabupaten Lombok Timur



Gambar 4. Penjelasan penggunaan alat KIT oleh tim pengabdian



Gambar 5. Suasana peserta pelatihan saat mempraktikkan penggunaan KIT peraga



Gambar 6. Pertanyaan peserta terkait dengan teknik kalibrasi dari alat



Gambar 7. Pembagian doorprize bagi peserta teraktif



Gambar 8. Penjelasan mengenai pendekatan STEAM dalam pembelajaran fisika

PEMBAHASAN

Efektivitas Pelatihan dalam Meningkatkan Kompetensi Guru

Hasil peningkatan nilai pretest dan posttest yang mencapai 46,8% menunjukkan bahwa pelatihan penggunaan KIT peraga bandul matematis berbasis sensor efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika sekaligus keterampilan teknis guru. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Falamy et al. (2025) bahwa penggunaan sensor berbasis mikrokontroler dalam alat peraga fisika mampu meningkatkan akurasi pengukuran dan pemahaman konsep osilasi secara signifikan. Guru yang sebelumnya hanya mengandalkan alat peraga konvensional dengan stopwatch manual kini memiliki pengalaman langsung menggunakan teknologi sensor yang memberikan data real-time,

sehingga proses pembelajaran menjadi lebih konkret dan berbasis bukti.

Peningkatan tertinggi terjadi pada pemahaman prinsip kerja sensor (71%), yang menunjukkan bahwa guru-guru anggota MGMP masih awam terhadap teknologi sensorik sebelum mengikuti pelatihan. Hal ini sejalan dengan hasil observasi awal yang menemukan bahwa sebagian besar sekolah mitra masih kekurangan perangkat laboratorium berbasis sensor. Dengan demikian, pelatihan ini berhasil menjawab kebutuhan mendesak para guru untuk menguasai teknologi pembelajaran yang relevan dengan abad ke-21.

Akurasi Pengukuran dan Keunggulan KIT Berbasis Sensor

Kemampuan 83,3% peserta dalam menentukan nilai percepatan gravitasi pada rentang 9,6–10,1 m/s² menunjukkan bahwa KIT peraga berbasis sensor memiliki tingkat akurasi yang memadai untuk pembelajaran di tingkat SMA. Nilai ini mendekati nilai standar percepatan gravitasi (9,8 m/s²), yang jauh lebih baik dibandingkan pengukuran manual menggunakan stopwatch yang umumnya menghasilkan kesalahan relatif >10% akibat keterbatasan refleks manusia dan kesalahan paralaks (Rohana & Malik, 2025). Hal ini menegaskan bahwa penggunaan sensor dan visualisasi digital mampu mengurangi kesalahan pengukuran dan meningkatkan validitas data eksperimen.

Selain itu, kemampuan membaca grafik osilasi real-time yang ditampilkan melalui antarmuka digital membantu guru dan peserta didik memahami secara visual bahwa periode bandul matematis konstan untuk panjang tali tertentu, serta hubungan kuadrat periode terhadap panjang tali bersifat linear. Pengalaman langsung dalam analisis grafik ini memperkuat pemahaman konseptual yang selama ini hanya diajarkan secara teoritis di dalam kelas (Zahra et al., 2022).

Integrasi STEM dan Pengembangan LKPD

Keberhasilan peserta dalam merancang 6 LKPD berbasis STEM menunjukkan bahwa pelatihan ini tidak hanya mentransfer keterampilan teknis, tetapi juga membekali guru dengan kemampuan pedagogik dalam merancang pembelajaran yang terintegrasi. Pendekatan STEM yang mencakup aspek sains (konsep bandul), teknologi (sensor dan antarmuka digital), rekayasa

(desain eksperimen), dan matematika (analisis grafik dan regresi linear) terbukti dapat diimplementasikan secara praktis oleh guru setelah mendapatkan bimbingan. Hal ini sejalan dengan teori pembelajaran STEM yang dikemukakan oleh Suyuti et al. (2025) bahwa integrasi keempat disiplin ilmu tersebut mampu meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kolaborasi peserta didik.

Namun, masih terdapat 16,7% peserta yang mengalami kesulitan dalam kalibrasi sensor dan analisis data. Kesulitan ini disebabkan oleh perbedaan latar belakang penguasaan teknologi di antara peserta, yang sebagian besar belum pernah menggunakan mikrokontroler dan sensor sebelumnya. Dengan pendampingan intensif, seluruh peserta akhirnya mampu mengatasi kendala tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa pelatihan teknis perlu diimbangi dengan pendampingan berkelanjutan, sebagaimana disarankan oleh Irfandi et al. (2025) bahwa guru memerlukan waktu dan bimbingan untuk menginternalisasi keterampilan teknologi baru.

Antusiasme dan Potensi Keberlanjutan

Respons sangat positif dari peserta (rata-rata skor 3,72) mencerminkan bahwa pelatihan ini dinilai relevan dan bermanfaat bagi peningkatan kualitas pembelajaran fisika di Kabupaten Lombok Timur. Berdasarkan Tabel 1, skor tertinggi pada pernyataan manfaat pelatihan (3,90) dan akurasi pengukuran sensor (3,87) menunjukkan bahwa guru sangat menyadari keunggulan teknologi sensor dibandingkan metode manual. Hal ini menjadi modal penting untuk mendorong adopsi teknologi dalam pembelajaran fisika.

Keinginan 97% peserta untuk mengadopsi KIT di sekolah masing-masing menunjukkan adanya motivasi intrinsik untuk melakukan inovasi pembelajaran. Selain itu, skor 3,50 pada pernyataan potensi pengembangan KIT sebagai produk bernilai jual berbasis MGMP menunjukkan bahwa ide kewirausahaan ini mendapat respons positif, meskipun masih perlu sosialisasi lebih lanjut.

Keterbatasan waktu pelatihan (6 jam) menjadi kendala yang diidentifikasi, mengingat materi yang disampaikan cukup padat. Solusi yang diberikan tim berupa video tutorial dan modul digital yang dapat diakses secara mandiri merupakan langkah strategis untuk memastikan keberlanjutan pembelajaran setelah kegiatan

berakhir. Program pendampingan lanjutan selama 3 bulan melalui platform daring juga akan memastikan bahwa guru tetap mendapat dukungan teknis saat mengimplementasikan KIT di kelas.

Implikasi terhadap Pembelajaran Fisika

Hasil pelatihan ini memiliki implikasi penting terhadap pembelajaran fisika di sekolah-sekolah mitra. Pertama, penggunaan KIT berbasis sensor mengubah paradigma praktikum dari aktivitas seremonial menjadi eksplorasi ilmiah yang berbasis data. Kedua, guru berperan sebagai fasilitator yang membimbing peserta didik menemukan sendiri konsep fisika melalui pengamatan dan analisis data, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna sesuai dengan teori konstruktivisme. Ketiga, integrasi STEM dalam LKPD membekali peserta didik dengan keterampilan abad ke-21 yang sangat dibutuhkan di era digital.

Secara keseluruhan, pelatihan ini telah berhasil mencapai tujuannya, yaitu meningkatkan kompetensi pedagogik dan profesional guru MGMP Fisika Kabupaten Lombok Timur dalam mengembangkan dan memanfaatkan kit peraga bandul matematis berbasis sensor sebagai sumber belajar inovatif yang terintegrasi STEM.

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan penggunaan KIT peraga bandul matematis berbasis sensor sebagai sumber belajar inovatif berbasis STEM bagi guru MGMP Fisika Kabupaten Lombok Timur telah berhasil dilaksanakan dengan baik dan mencapai tujuan yang ditetapkan. Berdasarkan hasil pretest dan posttest, terjadi peningkatan pemahaman guru sebesar 46,8% yang menunjukkan efektivitas pelatihan dalam meningkatkan kompetensi profesional guru, khususnya dalam penguasaan konsep bandul matematis dan pemanfaatan teknologi sensor. Seluruh peserta (100%) mampu mengoperasikan KIT peraga dan 83,3% di antaranya mampu menganalisis data pengukuran secara kuantitatif dengan hasil yang akurat mendekati nilai standar percepatan gravitasi. Respons peserta terhadap pelatihan sangat positif dengan rata-rata skor 3,72 (kategori sangat baik), dan 97% peserta berencana mengimplementasikan KIT di sekolah masing-masing. Selain itu, peserta berhasil merancang 6 LKPD berbasis STEM yang

terintegrasi, sehingga pelatihan ini tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis tetapi juga kompetensi pedagogik guru dalam merancang pembelajaran inovatif. Dengan demikian, KIT peraga bandul matematis berbasis sensor berpotensi menjadi sumber belajar unggulan yang dapat direplikasi dan dikembangkan secara berkelanjutan di sekolah-sekolah mitra melalui program tindak lanjut dan pendampingan berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Tim pengabdian mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Mataram yang telah memberikan dukungan pendanaan sehingga kegiatan ini dapat terselenggara dengan baik. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Kepala SMA Negeri 3 Selong beserta seluruh jajaran yang telah memberikan izin dan fasilitas tempat pelaksanaan kegiatan, serta kepada Ketua MGMP Fisika Kabupaten Lombok Timur dan seluruh guru fisika anggota MGMP yang telah berpartisipasi secara aktif dan antusias dalam mengikuti seluruh rangkaian pelatihan. Terima kasih pula kami sampaikan kepada seluruh mahasiswa dan teknisi laboratorium yang telah membantu persiapan alat dan kelancaran teknis selama kegiatan berlangsung. Semoga hasil pengabdian ini dapat memberikan manfaat yang berkelanjutan bagi peningkatan kualitas pembelajaran fisika di Kabupaten Lombok Timur, dan semoga kerja sama yang baik ini dapat terus berlanjut di masa mendatang.

Referensi

Falamy, R. A., Herlina, K., Zakiya, H., Amrullah, W. F., & Rahayu, S. (2025). Rancang Bangun Alat Peraga Osilasi Teredam Pada Pegas Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Accelometer MPU-6050. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains (JPFS)*, 8(1), 36-45.

Fatwanti, D., Utami, R., Destiana, A., Zidni, M. H., Pamungkas, B. A., Arrasyid, M. H., ... & Bisri, A. T. A. (2026). Pengembangan Kurikulum Pendidikan Islam Yang Inovatif Dan Adaptif Dalam Menghadapi Tantangan Abad 21. *Jurnal Psikososial Dan Pendidikan*, 2(1), 1561-1577.

Irfandi, R., Akbar, M., Siraj, M. L., Majid, A. F., & Ahmad, F. (2025). Pelatihan Koding dan Kecerdasan Artifisial untuk Meningkatkan Berpikir Komputasional Guru Sekolah Dasar Kabupaten Bone. *Mammiri: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(3), 25-35.

Jasmaniah, J., Zuhra, F., Rahma, R., Ekamaida, E., & Nur, F. M. (2025). *Pembelajaran STEAM di Sekolah Dasar (Integrasi Sains, Teknologi, Rekayasa, Seni, dan Matematika untuk Pembelajaran Abad 21)*. Serasi Media Teknologi.

Nuai, A., & Nurkamiden, S. (2022). Urgensi kegiatan praktikum dalam pembelajaran ilmu pengetahuan alam di sekolah dasar dan menengah. *SEARCH: Science Education Research Journal*, 1(1), 48-63.

Puspitasari, R. D. (2024). Integrasi literasi digital dalam pembelajaran IPA fisika untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Unisan Jurnal*, 3(11), 91-99.

Rohana, R. A., & Malik, A. (2025). Eksperimen Virtual dalam Era Digital Learning: Studi Inkuiri Hubungan Panjang Tali dan Periode Bandul Sederhana Menggunakan Aplikasi Simulasi PhET. *Jurnal Penelitian Sains dan Pendidikan (JPSP)*, 5(2), 96-107.

Suyuti, M. P., Walid, A., Nurmiati, A. S., Yani, H. A., Mufti, D., Saputra, R. S. H., ... & David Darwin, S. S. (2025). *STEM For The Future: Mencetak Generasi Inovatif Dengan Pembelajaran Interdisiplin*. PT. Nawala Gama Education.

Zahra, S. S. B., Syahbana, I. H., Wiyadnyana, M. O., & Anggraini, F. (2022). Analisis Ayunan Pendulum Menggunakan Aplikasi Phyphox Pada Materi Fisika Kelas X. *Mitra Pilar: Jurnal Pendidikan, Inovasi, dan Terapan Teknologi*, 1(2), 53-64.