

# Peningkatan Kompetensi Guru dalam Melaksanakan Praktikum Fisika pada Pembelajaran Jarak Jauh melalui Pelatihan Perangkat Analisis Video

## *Improving Teacher Competence in Conducting Physics Experiments in Distance Learning Through Training on Video Analysis Tools*

Bintoro Siswo Nugroho<sup>1\*</sup>, Zulfian<sup>2</sup>, Yudha Arman<sup>3</sup>, Asifa Asri<sup>4</sup>, Dwiria Wahyuni<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

\*Penulis Korespondensi

<sup>1</sup>[b.s.nugroho@physics.untan.ac.id](mailto:b.s.nugroho@physics.untan.ac.id), <sup>2</sup>[zulfiantabrani@physics.untan.ac.id](mailto:zulfiantabrani@physics.untan.ac.id),

<sup>3</sup>[yudha\\_arman@physics.untan.ac.id](mailto:yudha_arman@physics.untan.ac.id), <sup>4</sup>[asifa.asri@physics.untan.ac.id](mailto:asifa.asri@physics.untan.ac.id),

<sup>5</sup>[dwiriawahyuni@physics.untan.ac.id](mailto:dwiriawahyuni@physics.untan.ac.id),

Riwayat Artikel: Dikirim 4 Desember 2022; Diterima 9 Oktober 2023; Diterbitkan 30 November 2023

### Abstrak

Pandemi COVID-19 telah memberikan kesadaran pada peran signifikan sistem pembelajaran jarak jauh. Pelaksanaan praktikum, yang melibatkan aktivitas pengamatan dan pengukuran, memerlukan tahapan yang lebih kompleks jika dilakukan secara jarak jauh melalui media daring. Metode inovatif yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan ini adalah perpaduan demonstrasi eksperimen dengan analisis rekaman video. Artikel ini melaporkan kegiatan pengabdian berupa pelatihan perancangan dan implementasi pelaksanaan praktikum menggunakan perangkat lunak analisis video, Tracker, untuk meningkatkan kompetensi guru fisika dalam melaksanakan praktikum fisika dengan sistem pembelajaran jarak jauh. Pelatihan dilakukan dengan aktivitas ceramah, peragaan, praktek, instruksi kerja, dan diskusi secara daring. Indikator dampak kegiatan diukur dengan melakukan evaluasi melalui kuesioner pra dan pasca pelatihan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pelatihan yang dilakukan dapat meningkatkan wawasan dan kompetensi peserta. Pelatihan ini juga memberikan alternatif solusi pada pelaksanaan praktikum saat terjadi pembatasan aktivitas pembelajaran tatap muka.

**Kata kunci:** Analisis Video, Fisika, Praktikum Daring, Tracker

### Abstract

*The pandemic of COVID-19 has triggered awareness of the significant role of distance learning systems. Implementing science experiments, involving observation and measurement, requires more complex steps when conducted remotely online. An innovative method that can be used to address this issue is the combination of experimental demonstrations and video analysis. This article reports a training activity for the design and implementation of physics experiments using the video analysis software, Tracker, to improve the competence of physics teachers in conducting experiments through distance learning systems. The training was conducted through tutorials, demonstrations, practice sessions, work instructions, and online discussions. The impact of the training was measured by evaluating pre- and post-training questionnaires. The results indicate that the training can enhance participants' insights and competencies. This training provides an alternative solution for conducting laboratory experiments during face-to-face learning activity restrictions.*

**Keywords:** Video Analysis, Physics, Online Experiment, Tracker

### PENDAHULUAN

Penyebaran virus COVID-19 yang ditetapkan WHO sebagai pandemi global pada 11 Maret 2020 telah memberikan

dampak yang besar pada sektor pendidikan di seluruh dunia, tidak terkecuali di Indonesia (Aji, 2020; Anhsori & Handayani, 2021). Pemutusan rantai penu-

laran COVID-19 yang mengharuskan pembatasan ketat aktivitas pembelajaran tatap muka telah memberikan pemahaman pada peran signifikan sistem pembelajaran jarak jauh secara daring. Hal ini sangat mempengaruhi kegiatan praktikum beberapa mata pelajaran eksakta di sekolah menengah maupun universitas (Anggrella et al., 2021). Tidak seperti pelajaran teori/konsep yang lebih mudah disampaikan melalui media Moodle (Gunawan et al., 2021), Google Classroom (Nurfalah, 2019; Saputra, 2022), Whatsapp Group (Gunawan et al., 2020), atau tutorial online (Prancisca et al., 2021), praktikum yang melibatkan aktivitas pengamatan dan pengukuran memerlukan tahapan yang lebih kompleks jika dilakukan secara jarak jauh melalui media daring. Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk melaksanakan praktikum secara daring adalah menggunakan laboratorium virtual (Arista & Kuswanto, 2018; Bogusevschi et al., 2020). Sayangnya, penggunaan laboratorium virtual tidak memberikan gambaran nyata pada sistem yang ditinjau dalam eksperimen, seperti yang dihadapi siswa saat melakukan praktikum secara langsung dengan sistem riil. Hal ini terjadi karena laboratorium virtual dikonstruksi secara komputasi dengan mengabaikan beberapa pengaruh yang dianggap minor. Disamping itu, sajian visual yang ditampilkan juga digambarkan secara skematik.

Metode inovatif yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya adalah dengan melakukan eksperimen melalui analisis video (Nugroho et al., 2019). Menggunakan metode ini, praktikum fisika (pengamatan dan pengukuran) dapat dilakukan tanpa interaksi fisik dengan objek percobaan dan tanpa mengurangi realitas eksperimen yang dilakukan. Oleh karena itu, metode tersebut dapat diaplikasikan dalam pembelajaran jarak jauh secara daring, tanpa tatap muka langsung antar pengajar dan peserta didik, maupun antar peserta didik.

Pemanfaatan teknologi analisis video yang dipadukan dengan demonstrasi eksperimen memiliki banyak keuntungan (Hockicko et al., 2015). Selain peserta didik dapat mengamati secara visual pengukuran pada sistem nyata yang dipelajari, data yang dianalisis pun dapat disajikan secara *realtime* secara tabular maupun grafis. Hal ini dapat memberikan gambaran menyeluruh pada dinamika spasial maupun temporal sistem fisis yang dipelajari.

Meskipun memiliki berbagai keunggulan dan dapat dilaksanakan tanpa tatap muka secara langsung, praktikum fisika dengan metode analisis video masih belum diketahui secara luas oleh pendidik fisika, khususnya guru sekolah menengah atas (SMA). Oleh karena itu, pelatihan untuk memperkenalkan dan mengimplementasikan metode tersebut perlu untuk dilakukan.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, dilakukan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dalam bentuk pelatihan perancangan dan pelaksanaan praktikum fisika pada pembelajaran jarak jauh. Berbeda dengan aktivitas serupa yang terbatas pada tahap penyediaan modul (Mauliana et al., 2021) dan hanya pada satu topik praktikum (Rizki et al., 2021), kegiatan ini mendemonstrasikan empat jenis praktikum beserta prosedur analisis datanya. Perangkat lunak yang digunakan dalam pelatihan adalah program Tracker yang tersedia secara bebas (*freeware*) dan bersifat sumber terbuka (*opensource*) (Claessens, 2017; Nurfalah, 2019; Trocaru et al., 2020). Kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan kompetensi guru fisika dalam melakukan praktikum melalui sistem pembelajaran jarak jauh dan memberikan alternatif solusi pelaksanaan praktikum di masa pembatasan aktivitas tatap muka.

## METODE

Kegiatan pelatihan dilakukan dengan melibatkan peserta guru fisika SMA dan sederajat, praktisi pendidikan, dan mahasiswa-

wa. Durasi total kegiatan, dimulai dari tahap persiapan hingga evaluasi, adalah 4 bulan. Topik yang dibahas dalam pelatihan dibatasi pada subjek mekanika.

### Alat

Perangkat yang diperlukan dalam kegiatan ini adalah *webcam* atau kamera *smartphone* dengan resolusi spasial 1.3 megapixel dan resolusi temporal 15 fps, aplikasi Tracker versi 6.0.3 (64 bit), koneksi internet, dan laptop (komputer) dengan sistem operasi minimal Windows 8 atau Ubuntu Linux. Untuk praktikum yang dipilih pada pelatihan, diperlukan peralatan berupa bola, bandul, tali, statif (penyangga), dan penanda meter (kaliberator jarak dalam video rekaman).

### Prosedur Kegiatan

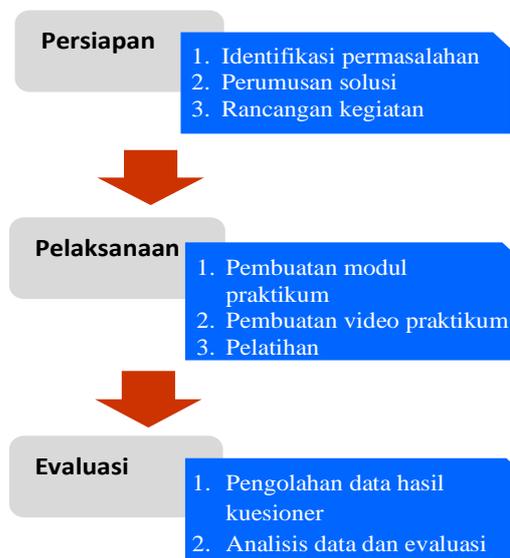
Alur tahap kegiatan dan rincian tiap tahap diilustrasikan pada Gambar 1. Sebagaimana yang dapat dilihat, kegiatan ini dimulai dengan tahap persiapan yang terdiri dari identifikasi permasalahan untuk mengetahui kendala pelaksanaan praktikum fisika di masa pandemi COVID-19. Permasalahan yang diinventarisir kemudian dirumuskan solusinya secara internal oleh tim pelaksana kegiatan. Selanjutnya, dilakukan rancangan kegiatan untuk mempersiapkan pelaksanaan pelatihan.

Pada tahap pelaksanaan, dilakukan pembuatan modul praktikum untuk memberikan panduan saat pelatihan dilakukan. Melengkapi panduan praktikum, dipersiapkan pula rekaman video yang akan dianalisis pada saat pelaksanaan pelatihan. Puncak kegiatan pada tahap pelaksanaan adalah pelatihan yang dilakukan secara daring. Tahap akhir dari kegiatan yang dilaksanakan adalah evaluasi untuk mengukur dampak dan tingkat keberhasilan kegiatan. Evaluasi dilakukan dalam bentuk kuesioner daring

menggunakan *google form*. Agar didapatkan gambaran yang menyeluruh, kuesioner diberikan pra dan pasca kegiatan.

Gambar 1:

Alur tahapan kegiatan dan deskripsi aktifitas di setiap tahap

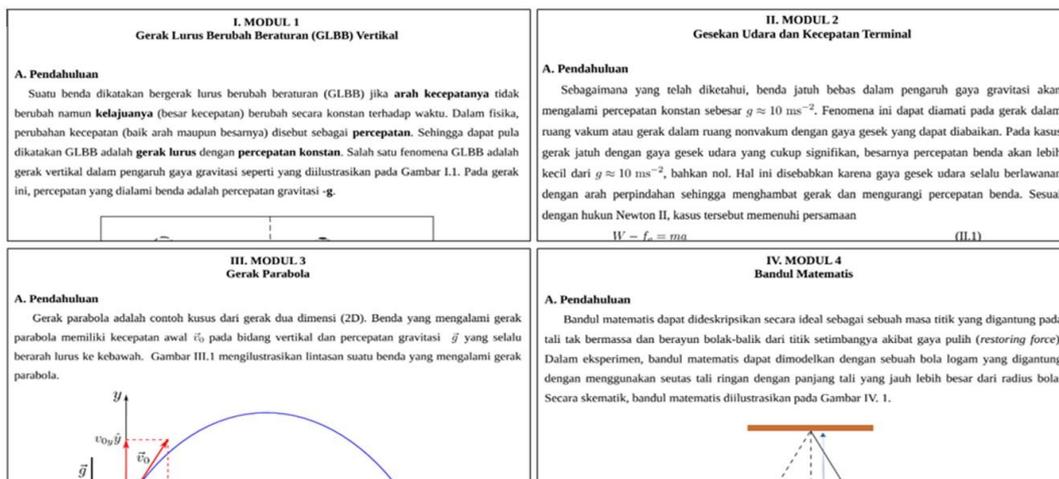


## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan, dilakukan identifikasi masalah melalui kegiatan *forum group discussion* (FGD) dengan sejumlah guru fisika. Kegiatan tersebut difasilitasi oleh Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Fisika Provinsi Kalimantan Barat. Dari FGD yang dilakukan, diketahui bahwa permasalahan utama yang dihadapi para guru fisika selama pandemi COVID-19 adalah tidak dapat dilaksanakannya aktifitas praktikum luring dan keterbatasan pengetahuan guru untuk melaksanakan praktikum secara daring. Solusi yang dipilih untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah menyelenggarakan pelatihan untuk meningkatkan kompetensi guru fisika dalam melaksanakan praktikum menggunakan metode pembelajaran jarak jauh menggunakan program Tracker.

Gambar 2:  
Tampilan depan empat modul yang dibuat untuk pelatihan.



**Tahap Pelaksanaan**

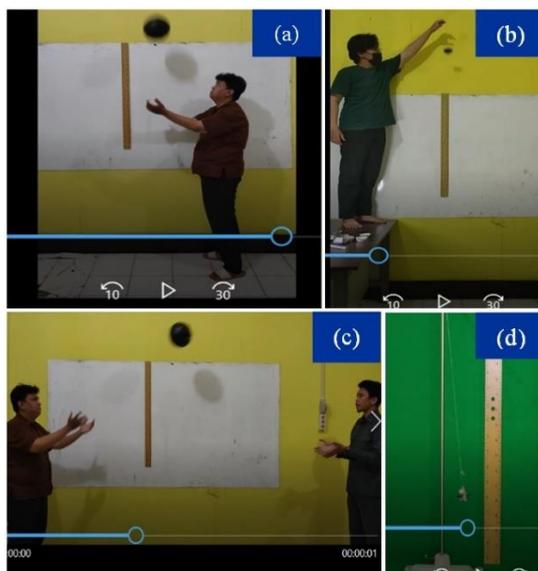
Pelaksanaan kegiatan dimulai dengan membuat modul pelatihan praktikum. Mempertimbangkan waktu dan tingkat kompleksitas subjek yang dibahas, dipilih empat modul dengan topik mekanika untuk dipraktekkan dalam kegiatan pelatihan yaitu: (1) gerak lurus berubah beraturan vertikal, (2) gesekan udara dan kecepatan

terminal, (3) gerak parabola, dan (4) bandul matematis. Empat modul ini, selain mudah dipahami dan dapat disampaikan pada durasi waktu pelatihan, juga relevan dengan kurikulum Fisika SMA. Tampilan empat modul yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 2.

Video yang akan dianalisis pada pelatihan direkam menggunakan perangkat kamera sesuai spesifikasi yang dijabarkan

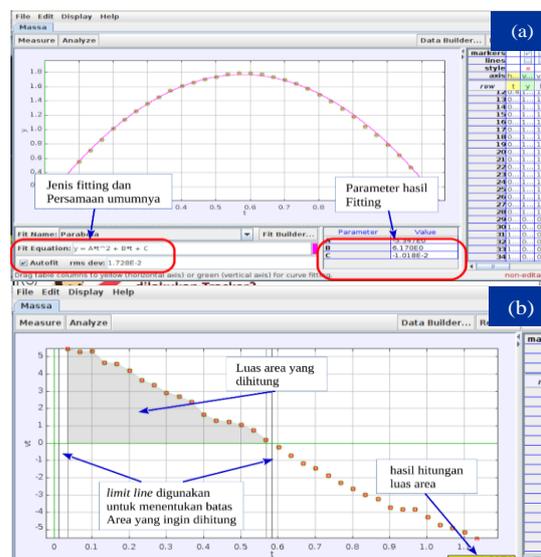
Gambar 3:

Cuplikan video modul praktikum (a) gerak lurus berubah beraturan vertikal, (b) gesekan udara dan kecepatan terminal, (c) gerak parabola, dan (d) bandul matematis.



Gambar 4:

Penjelasan analisis hasil eksperimen menggunakan fitur pada Tracker untuk (a) pencocokan kurva (b) menghitung area dibawah kurva.



pada sub bagian 2.1 Alat. Untuk setiap modul, dipersiapkan satu rekaman video berdurasi 1 hingga 2 menit (900 hingga 1.800 *frame*). Durasi (jumlah *frame*) tersebut sudah cukup baik untuk dapat dianalisis dengan program Tracker. Pada setiap video yang dibuat, diperlukan penanda meter yang diletakkan pada tempat yang terlihat jelas. Hal ini diperlukan agar kalibrasi jarak dapat dilakukan dengan akurat. Cuplikan rekaman video yang dibuat untuk empat modul praktikum ditunjukkan pada Gambar 3.

Kegiatan pelatihan dilaksanakan secara daring menggunakan aplikasi Zoom. Materi disampaikan dengan perpaduan metode ceramah, peragaan, praktek, dan instruksi kerja yang diselingi dengan diskusi. Pemateri menjelaskan tiap tahap yang diperlukan dalam melakukan praktikum dengan metode analisis video secara lengkap, mulai dari formalisme teori, langkah pembuatan video praktikum, hingga analisis data. Tangkapan layar saat pelatihan dilakukan ditunjukkan pada Gambar 4.

Pada penjelasan analisis data, pemateri memperkenalkan berbagai fitur pada Tracker yang dapat digunakan untuk mengolah data eksperimen. Beberapa diantaranya adalah pencocokan kurva (*curve fitting*) dan penghitungan area dibawah kurva (Gambar 5). Melalui penggunaan fitur tersebut, ditunjukkan pula besaran fisis apa saja yang dapat diperoleh dari berbagai data hasil eksperimen.

### Tahap Evaluasi

Total responden yang mengisi kuesioner adalah 33 orang. Jumlah ini lebih kecil dari banyaknya peserta yang mengikuti kegiatan dikarenakan terjadinya permasalahan teknis access sharing pada google form yang telah dibuat. Meskipun demikian, responden yang memberikan umpan balik memiliki karakteristik heterogenitas sebaran yang dapat dijadikan sebagai

sampel untuk merepresentasikan populasi secara keseluruhan. Gambaran ini dapat dilihat dari data profesi dan asal daerah responden yang ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1:  
Profil profesi responden

No	Profesi Responden	Jumlah
1	Guru	24
2	Dosen	4
3	Mahasiswa	5

Tabel 2:  
Profil asal daerah responden

No	Asal Daerah Responden	Jumlah
1	Pontianak	10
2	Bogor	4
3	Bengkayang	7
4	Sambas	3
5	Mempawah	2
6	Mamuju	2
7	Sukadana	1
8	Ngabang	2
9	Sintang	2

Untuk mengukur dampak kegiatan, kuesioner diberikan pra dan pasca kegiatan berlangsung. Daftar pertanyaan dan nilai jawaban (ditampilkan dalam persen) hasil kuesioner pra dan pasca pelatihan ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4, berturut-turut. Pada kuesioner ini, peserta diminta memilih satu dari tiga opsi jawaban yang disediakan. Nilai tiap opsi dihitung dari jumlah responden yang memilih jawaban tersebut, dibagi jumlah total responden, dikali 100%.

Hasil kuesioner pra pelatihan (Tabel 3) menunjukkan bahwa 77,8 % pendidik melaksanakan praktikum dengan cara menugasi peserta didik melakukan eksperimen sederhana secara mandiri. Pada

Tabel 3:  
Pertanyaan dan jawaban kuesioner pra pelatihan

No	Pertanyaan	Jawaban	Nilai (%)
1	Apakah saat masa pandemi COVID 19 peserta workshop mampu menerapkan pelaksanaan praktikum di pembelajaran fisika?	Tidak ada sama sekali	22,2
		Melaksanakan beberapa eksperimen sederhana	77,8
		Tetap melaksanakan praktikum secara penuh	0
2	Terkait pertanyaan 1, bagaimana praktikum tersebut dilaksanakan dan analisis hasilnya?	Siswa/mahasiswa diberi tugas untuk melaksanakan praktikum sederhana secara mandiri, tidak ada analisis kuantitatif, hasil hanya diamati	51,9
		Siswa/mahasiswa ditugasi untuk melaksanakan praktikum sederhana secara mandiri, tidak ada analisis kuantitatif, tetapi ada pembahasan kualitatif	11,1
		Siswa/mahasiswa ditugasi untuk melaksanakan praktikum sederhana secara mandiri, ada analisis kuantitatif	37
3	Apakah peserta mengetahui eksperimen dengan cara analisis video?	Mengetahui tetapi tidak pernah menggunakan	33,3
		Mengetahui dan pernah menggunakan	22,2
		Tidak mengetahui sama sekali	44,5
4	Apa yang dirasakan oleh peserta tentang pelaksanaan praktikum fisika saat pandemi Covid-19?	Merasakan ada kendala namun diberikan solusi oleh institusi	29,6
		Merasakan adala kendala namun dapat mencari solusi secara mandiri	44,4
		Merasakan kendala dan tidak memiliki solusi	26
5	Apakah peserta merasa memerlukan pelatihan untuk melaksanakan praktikum daring?	Pelatihan sangat diperlukan	100
		Pelatihan tidak terlalu diperlukan	0
		Pelatihan tidak diperlukan	0

praktikum yang dilakukan, hanya 37% yang disertai dengan perhitungan dan pembahasan hasil. Sebagian besar praktikum (51,9%) dilakukan hanya dengan pengamatan. Hasil kuesioner ini juga menunjukkan bahwa 44,5 % responden tidak mengetahui sama sekali tentang metode eksperimen menggunakan analisis video. Sementara itu, yang mengetahui dan pernah menggunakan metode tersebut hanya 22,2 %. Selebihnya, 33,3% responden hanya mengetahui tanpa pernah menggunakan. Seluruh responden merasakan adanya kendala untuk melaksanakan praktikum dimasa pandemi COVID-19. Sejumlah kecil, 26% respon-

den, tidak memiliki solusi untuk kendala yang dihadapi, sementara 29,6% menyatakan bahwa kendala tersebut difasilitasi solusinya oleh institusi. Sebagian besar responden (44,4%) menyelesaikan permasalahan yang dihadapi secara mandiri. Dari keseluruhan permasalahan yang muncul pada pelaksanaan praktikum di masa pandemi COVID-19, seluruh responden (100%) merasa pelatihan untuk melaksanakan praktikum daring sangat diperlukan.

Tabel 4 menampilkan pertanyaan dan jawaban kuesioner pasca pelatihan. Dapat

Tabel 4:  
Pertanyaan dan jawaban kuesioner pasca pelatihan

No	Pertanyaan	Jawaban	Nilai (%)
1	Bagaimana tingkat pemahaman peserta pada materi pelatihann praktikum menggunakan analisis video menggunakan video tracker?	Sangat memahami	36,8
		Kurang memahami	63,2
		Tidak memahami	0
2	Setelah mengikuti pelatihan, apakah peserta berencana menerapkan pelaksanaan praktikum fisika dengan analisis video menggunakan Tracker?	Berencana akan menerapkan	42,1
		Akan mencoba mandiri terlebih dahulu, kemudian baru memutuskan akan menerapkan atau tidak	57,9
		Tidak berencana menerapkan	0
3	Apakah peserta merasa ada peningkatan kompetensi dan pengetahuan dalam pelaksanaan praktikum fisika setelah mengikuti pelatihan ini?	Mendapatkan pengetahuan baru yang meningkatkan kompetensi dalam pelaksanaan praktikum fisika	94,7
		Sekedar mendapatkan wawasan barunamun tidak meningkatkan kompetensidalam pelaksanaan praktikum fisika	5,3
		Merasa tidak ada wawasan dan kompetensi baru karena telah mengetahui dan sudah melakukan yang disampaikan dalam pelatihan	0
4	Bagaimana pendapat peserta mengenai kebermanfaatan kegiatan yang telah dilaksanakan?	Sangat bermanfaat	74,7
		Bermanfaat	21
		Kurang bermanfaat	5,3
5	Bagaimana kepuasan peserta pada pelaksanaan kegiatan telah dilaksanakan?	Sangat puas	52,6
		Puas	47,4
		Tidak puas	0
6	Apakah pemateri menyampaikan bahan pelatihan dengan baik dan menguasai materi yang disampaikan?	Pemateri menyampaikan pelatihan dengan baik dan menguasai materi yang disampaikan	100
		Pemateri menyampaikan pelatihan dengan baik namun kurang menguasai materi yang disampaikan	0
		Pemateri tidak menyampaikan pelatihan dengan baik dan tidak menguasai materi yang disampaikan	0

dilihat bahwa 36,8% responden dapat memahami materi yang disampaikan sedangkan 63,2% kurang memahami materi tersebut. Hal ini dapat disebabkan oleh cukup padatnya bahan yang disajikan, yaitu 4 modul praktikum dalam 4 jam pelatihan. Idealnya, satu modul praktikum dijelaskan dan dipraktekkan dalam 2 jam. Meskipun demikian, tidak ada (0%)

responden yang tidak memahami sama sekali materi yang telah diterima. Hasil ini juga menunjukkan bahwa peserta tampak termotivasi untuk menerapkan metode yang diajarkan yang terlihat 42,1% responden yang akan menerapkan materi yang diperoleh dan 57,9% yang berencana mencoba terlebih dahulu sebelum menerapkan. Besarnya manfaat kegiatan

terlihat dari 94,7% responden yang merasakan adanya peningkatan kompetensi dan pengetahuan dalam pelaksanaan praktikum fisika secara daring. Hal ini bersesuaian dengan 74,7% responden yang menilai bahwa kegiatan ini sangat bermanfaat. Tidak ada responden yang merasa tidak puas dengan kegiatan yang telah dilakukan dan seluruh responden menilai bahwa pelatihan disampaikan secara baik oleh pembicara yang menguasai materi yang disampaikan.

Evaluasi pra dan pasca kegiatan secara umum menunjukkan bahwa pelatihan yang dilakukan dapat meningkatkan wawasan dan kompetensi peserta dalam melaksanakan praktikum fisika menggunakan metode analisis video. Pelatihan ini juga memberikan gambaran solusi dari permasalahan yang dialami para peserta dalam melaksanakan praktikum di masa pandemi COVID-19. Meskipun demikian, ada beberapa perbaikan yang harus dilakukan bagi kegiatan sejenis di masa yang akan datang. Perbaikan tersebut adalah pada alokasi waktu pelatihan. Untuk meningkatkan pemahaman peserta, sebaiknya materi disampaikan dalam waktu 2 jam per modul dan dibatasi hanya 2 modul per sesi.

## KESIMPULAN

Telah dilakukan kegiatan pengabdian dalam bentuk pelatihan praktikum untuk pembelajaran jarak jauh menggunakan perangkat lunak Tracker. Pelatihan ini dilakukan secara daring dengan aktivitas ceramah, peragaan, praktek, dan instruksi kerja dan diskusi. Empat modul eksperimen mekanika dijadikan contoh dalam penggunaan metode yang diajarkan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kegiatan pelatihan terlaksana dengan baik dan memberikan dampak signifikan dalam meningkatkan wawasan dan kompetensi para peserta. Meskipun demikian, untuk kegiatan sejenis berikutnya, beban materi yang disampaikan sebaiknya disesuaikan

dengan durasi waktu yang tersedia untuk meningkatkan pemahaman partisipan yang mengikuti pelatihan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini dilaksanakan melalui pendanaan DIPA Untan dengan kontrak nomor 3020/UN22.8/AM/2021. Penulis menyampaikan apresiasi pada Sauji, S.T., ketua MGMP Fisika Kalimantan Barat, untuk dukungan dan kerjasama yang dilakukan hingga kegiatan dapat terlaksana dengan sukses

## DAFTAR PUSTAKA

- Aji, R. H. S. (2020). Dampak Covid-19 pada Pendidikan di Indonesia: Sekolah, Keterampilan, dan Proses Pembelajaran. *SALAM: Jurnal Sosial Dan Budaya Syar-I*, 7(5), 395–402.
- Anggrella, D. P., Rahmasiwi, A., & Purbowati, D. (2021). Eksplorasi Kegiatan Praktikum IPA PGMI Selama Pandemi Covid-19. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 6(1).
- Anhsori, K., & Handayani, T. (2021). Pelatihan dan Pendampingan Mata Pelajaran Bahasa Inggris bagi Siswa-Siswi Sekolah Dasar Negeri Leyangan Terdampak Pandemi COVID-19. *Jurnal Surya Masyarakat*, 4(1), 52.
- Arista, F. S., & Kuswanto, H. (2018). Virtual physics laboratory application based on the android smartphone to improve learning independence and conceptual understanding. *International Journal of Instruction*, 11(1), 1–16.
- Bogusevski, D., Muntean, C. H., & Muntean, G.-M. (2020). Teaching and Learning Physics using 3D Virtual Learning Environment: A Case Study of Combined Virtual Reality and Virtual Laboratory in Secondary School. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 39(1), 5–18.
- Claessens, T. (2017). Analyzing Virtual

- Physics Simulations with Tracker. *The Physics Teacher*, 55(9), 558–560.
- Gunawan, Purwoko, A. A., Ramdani, A., & Yustiqvar, M. (2021). Pembelajaran Menggunakan Learning Management System Berbasis Moodle pada Masa Pandemi Covid-19. *Indonesian Journal of Teacher Education*, 2(1), 226–235.
- Gunawan, Suranti, N. M. Y., & Fathoroni. (2020). Variations of Models and Learning Platforms for Prospective Teachers During the COVID-19 Pandemic Period. *Indonesian Journal of Teacher Education*, 1(2), 75–94.
- Hockicko, P., Krišt'ák, L., & Němec, M. (2015). Development of students' conceptual thinking by means of video analysis and interactive simulations at technical universities. *European Journal of Engineering Education*, 40(2), 145–166.
- Mauliana, M. I., Shofiyah, N., & Yunianita. (2021). Pengembangan E-Modul Praktikum Untuk Meningkatkan Efisiensi Pembelajaran Jarak Jauh Pada Mata Kuliah Fisika Dasar Di Masa Pandemi. *Conference Of Elementary Studies*, 236–245.
- Nugroho, B. S., Pernandes, Y., & Lapanporo, B. P. (2019). Aplikasi Spektrofotometer Kisi Sederhana dan Lampu Pijar pada Eksperimen Radiasi Benda Hitam untuk Penentuan Konstanta Plank. *Positron*, 9(1), 21.
- Nurfalah, E. (2019). Optimalisasi E-Learning berbasis Virtual Class dengan Google Classroom sebagai Media Pembelajaran Fisika. *Physics Education Research Journal*, 1(1), 46–55.
- Prancisca, S., Ikhsanudin, Fergina, A., & Rizqi, M. A. (2021). Pelatihan dan Pendampingan Tutor Adik Dosen. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(5), 1151–1157. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v5i5.7870>
- Rizki, I. A., Citra, N. F., Saphira, H. V., Setyarsih, W., & Putri, N. P. (2021). Eksperimen Dan Respon Mahasiswa Terhadap Praktikum Fisika Non-Laboratorium Menggunakan Aplikasi Tracker Video Analysis Untuk Percobaan Kinematika Gerak. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 2, 77–89.
- Saputra, M. (2022). Pelatihan Penggunaan Google Classroom untuk Menunjang Keterampilan Guru dalam Mengelola Pembelajaran Daring di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Surya Masyarakat*, 5(1), 115.
- Trocaru, S., Berlic, C., Miron, C., & Barna, V. (2020). Using tracker as video analysis and augmented reality tool for investigation of the oscillations for coupled pendula. *Romanian Reports in Physics*, 72(1), 1–16.