



SISTEM PEMBELAJARAN *E-LEARNING*, *BLENDED LEARNING*, DAN *HYBRID LEARNING* DAN PENERAPANNYA DALAM PEMBELAJARAN FISIKA DI SMA

**Lyra Davidyca Pasaribu, Ayu Yolanda Grace Siagian, Princes Devi Lumban Toruan,
Mariati Purnama Simanjuntak**

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Medan

e-mail: lyra.4252121042@mhs.unimed.ac.id, ayuyolanda.4252121032@mhs.unimed.ac.id,
princes.4251121004@mhs.unimed.ac.id

Diterima: 19/09/2026; Direvisi: 22/09/2026; Diterbitkan: 30/09/2026

ABSTRAK

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi mendorong pemanfaatan berbagai sistem pembelajaran berbasis teknologi dalam pembelajaran Fisika, di antaranya *e-learning*, *blended learning*, dan *hybrid learning*. Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran Fisika dapat mendukung penyajian materi, visualisasi konsep, simulasi, serta kegiatan praktikum. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan penerapan *e-learning*, *blended learning*, dan *hybrid learning* dalam pembelajaran Fisika di SMA Negeri 1 Pagaran, Kecamatan Pagaran, Kabupaten Tapanuli Utara, Provinsi Sumatera Utara, termasuk media digital yang digunakan, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran dan praktikum, manfaat, serta kendala yang dihadapi. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan teknik *purposive sampling*, melibatkan dua guru Fisika sebagai subjek utama dan 30 peserta didik sebagai data pendukung. Data diperoleh melalui wawancara secara daring menggunakan *Zoom* dan kuesioner kepada peserta didik, kemudian dianalisis secara deskriptif sesuai fokus penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis teknologi lebih banyak terlihat pada *e-learning* dan *blended learning*. *E-learning* digunakan melalui PhET Simulation, Canva, YouTube, video, materi digital, dan latihan, sedangkan *blended learning* diterapkan dengan menggabungkan pembelajaran tatap muka dengan materi, tugas, simulasi, dan aktivitas digital. Teknologi juga dimanfaatkan dalam kegiatan praktikum melalui simulasi atau laboratorium virtual sebagai pendukung maupun alternatif sementara sebelum praktikum langsung. Sebagian besar peserta didik memberikan respons positif terhadap penggunaan media digital, meskipun masih terdapat kendala berupa perbedaan kemampuan menggunakan teknologi, keterbatasan jaringan, keterbatasan pelatihan praktis bagi guru, dan perlunya pengarahan dalam penggunaan perangkat. Sementara itu, *hybrid learning* belum diterapkan secara formal menurut guru. Dengan demikian, pembelajaran berbasis teknologi telah menjadi bagian dari pembelajaran Fisika di SMA Negeri 1 Pagaran, meskipun penerapan dan pemakaian *e-learning*, *blended learning*, dan *hybrid learning* masih menunjukkan perbedaan.

Kata Kunci: *blended learning*, *e-learning*, *hybrid learning*, pembelajaran Fisika, teknologi pembelajaran

ABSTRACT

The development of information and communication technology has encouraged the use of various technology-based learning systems in Physics education, including *e-learning*, *blended learning*, and *hybrid learning*. The use of technology in Physics learning can support the delivery of learning materials, concept visualization, simulations, and practical activities. This





study aims to describe the implementation of *e-learning*, *blended learning*, and *hybrid learning* in Physics learning at SMA Negeri 1 Pagaran, Pagaran District, North Tapanuli Regency, North Sumatra Province, including the digital media used, the use of technology in learning and practical activities, the perceived benefits, and the challenges encountered. This study employed a descriptive qualitative approach using *purposive sampling*, involving two Physics teachers as the main subjects and 30 students as supporting participants. Data were collected through online interviews conducted via *Zoom* and questionnaires administered to the students, and were analyzed descriptively according to the research focus. The results showed that technology-based learning was more prominently implemented through *e-learning* and *blended learning*. *E-learning* was implemented using PhET Simulation, Canva, YouTube, videos, digital learning materials, and exercises, while *blended learning* was implemented by combining face-to-face learning with digital materials, assignments, simulations, and activities. Technology was also utilized in practical activities through simulations or virtual laboratories as supporting tools or temporary alternatives before direct practical activities. Most students responded positively to the use of digital media, although several challenges were identified, including differences in technological skills, limited internet connectivity, limited practical training for teachers, and the need for guidance in using digital devices. Meanwhile, *hybrid learning* had not been formally implemented according to the teachers. Thus, technology-based learning has become part of Physics learning at SMA Negeri 1 Pagaran, although the implementation and understanding of *e-learning*, *blended learning*, and *hybrid learning* still differ.

Keywords: *blended learning*, *e-learning*, *hybrid learning*, Physics learning, educational technology.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong perubahan dalam pelaksanaan pembelajaran di sekolah, termasuk dalam pembelajaran Fisika. Pemanfaatan teknologi memberikan peluang bagi guru untuk menggunakan materi digital, video, simulasi, dan berbagai sumber belajar berbasis jaringan. Perkembangan tersebut melahirkan berbagai sistem pembelajaran yang memanfaatkan teknologi, di antaranya *e-learning*, *blended learning*, dan *hybrid learning*. Ketiga sistem tersebut memiliki karakteristik penerapan yang berbeda dalam menghubungkan teknologi dengan kegiatan pembelajaran. Pemanfaatan teknologi menjadi relevan dalam pembelajaran Fisika karena sejumlah konsep dan fenomena membutuhkan visualisasi atau simulasi agar dapat diamati dengan lebih jelas.

E-learning merupakan salah satu sistem pembelajaran yang memanfaatkan teknologi digital untuk mendukung akses terhadap materi dan aktivitas pembelajaran. Pemanfaatan *e-learning* dalam pembelajaran Fisika telah menunjukkan hasil yang beragam pada berbagai konteks pembelajaran. Hajati et al., (2023) menunjukkan adanya pengaruh signifikan pembelajaran berbantuan *e-learning* terhadap minat belajar peserta didik, sedangkan Maulida et al., (2024) menunjukkan tingkat keberhasilan penggunaan *e-learning* yang tinggi dalam pembelajaran Fisika. Wati et al. (2021) mengembangkan perangkat *e-learning* menggunakan *Learning Management System* (LMS) *Chamilo* yang dinyatakan valid, praktis, dan efektif. Temuan tersebut menunjukkan bahwa *e-learning* dapat diterapkan melalui berbagai bentuk, mulai dari penyediaan materi digital hingga pemanfaatan perangkat pembelajaran yang mendukung aktivitas belajar dan pemahaman konsep Fisika.

Sistem pembelajaran lainnya adalah *blended learning*, yaitu pembelajaran yang mengintegrasikan kegiatan tatap muka dengan pembelajaran berbasis teknologi. Putri et al. (2021) menunjukkan bahwa peserta didik memiliki persepsi positif terhadap penerapan *blended learning* dalam pembelajaran Fisika. Siboro & Mujasam (2024) menemukan adanya perbedaan hasil belajar Fisika pada penerapan *blended learning* didukung Canva dan *Physics Education Technology* (PhET), sedangkan Ertikanto et al. (2022) menunjukkan bahwa pembelajaran Fisika berbasis *blended learning* dapat digunakan dalam pelaksanaan penilaian keterampilan berpikir tingkat tinggi. Nastiti (2023) menunjukkan hasil yang berbeda pada pembelajaran IPS, yaitu tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok *blended learning* dan kelompok pembandingan dalam peningkatan minat belajar. Perbedaan temuan tersebut menunjukkan bahwa penerapan *blended learning* perlu dipahami berdasarkan bentuk integrasi pembelajaran, karakteristik peserta didik, kesiapan guru, aktivitas pembelajaran, dan kondisi fasilitas yang tersedia.

Hybrid learning memiliki bentuk penerapan yang berbeda karena mengintegrasikan pembelajaran tatap muka dan pembelajaran dalam jaringan dalam pelaksanaan pembelajaran sehingga peserta didik dapat mengikuti pembelajaran melalui lingkungan belajar yang berbeda. Muharromah et al. (2023) menunjukkan bahwa penerapan *hybrid learning* berbasis masalah berkaitan dengan peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik dengan nilai *N-gain* sebesar 0,81463 pada kategori tinggi. Rachma et al. (2025) juga menunjukkan bahwa penerapan *Problem-Based Hybrid Learning* yang dipadukan dengan *Online Laboratory* (OLabs) memberikan pengaruh signifikan terhadap *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) peserta didik. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa *hybrid learning* dapat dipadukan dengan strategi pembelajaran dan laboratorium virtual dalam pembelajaran Fisika. Kajian terdahulu lebih banyak membahas pengaruh, keberhasilan, persepsi, atau pengembangan perangkat pada bentuk pembelajaran tertentu. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya melihat bagaimana ketiga sistem pembelajaran tersebut dipahami dan diterapkan dalam kondisi pembelajaran Fisika yang nyata di sekolah.

Penerapan sistem pembelajaran berbasis teknologi tersebut ditemukan dalam pembelajaran Fisika di SMA Negeri 1 Pagaran. Berdasarkan hasil wawancara melalui *Zoom* dengan dua guru Fisika, *e-learning* telah digunakan melalui PhET, Canva, dan YouTube. PhET digunakan sebagai media simulasi dan laboratorium virtual untuk membantu peserta didik mengamati fenomena serta perubahan variabel yang sulit diamati secara langsung. Canva digunakan dalam penyajian bahan pembelajaran, sedangkan YouTube dimanfaatkan sebagai sumber video pembelajaran. Penerapan *blended learning* dilakukan melalui penggabungan pembelajaran tatap muka dengan penggunaan materi, simulasi, atau aktivitas berbasis digital. Simulasi juga digunakan sebagai pendukung sebelum kegiatan praktikum secara langsung ketika fasilitas yang diperlukan tersedia. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi di sekolah telah menjadi bagian dari kegiatan pembelajaran Fisika, khususnya dalam penyampaian materi, visualisasi konsep, dan kegiatan yang berkaitan dengan praktikum.

Penerapan sistem pembelajaran berbasis teknologi di SMA Negeri 1 Pagaran juga memiliki kondisi yang perlu diperhatikan. Hasil wawancara melalui *Zoom* menunjukkan adanya perbedaan kemampuan peserta didik dalam menggunakan teknologi dan platform pembelajaran, keterbatasan jaringan, serta kebutuhan peningkatan keterampilan guru dalam memanfaatkan teknologi. Penggunaan perangkat juga perlu diarahkan agar peserta didik tetap berfokus pada tujuan pembelajaran. Kedua guru yang diwawancarai menyatakan bahwa *hybrid learning* dalam bentuk sebagian peserta didik mengikuti pembelajaran secara langsung di kelas

dan sebagian lainnya mengikuti pembelajaran secara dalam jaringan pada waktu yang sama belum pernah diterapkan. Kondisi tersebut menunjukkan adanya perbedaan antara sistem pembelajaran yang telah digunakan di sekolah dengan sistem *hybrid learning* yang belum diterapkan.

Gambaran dari guru dilengkapi dengan kuesioner yang diberikan kepada 30 peserta didik SMA Negeri 1 Pagaran untuk memperoleh informasi mengenai pengalaman mereka dalam mengikuti *e-learning*, *blended learning*, dan *hybrid learning*. Penggunaan data dari guru dan peserta didik memungkinkan penerapan sistem pembelajaran berbasis teknologi dilihat dari praktik yang dilakukan guru dan pengalaman peserta didik selama mengikuti pembelajaran. Data tersebut mendukung penggambaran mengenai bentuk penerapan sistem pembelajaran, penggunaan media digital, pemanfaatan teknologi dalam memahami konsep dan kegiatan praktikum, serta kondisi yang dihadapi selama proses pembelajaran. Penggunaan kedua sumber data tersebut juga membantu memberikan gambaran yang lebih utuh mengenai penerapan sistem pembelajaran berbasis teknologi dalam konteks pembelajaran Fisika di sekolah yang diteliti.

Berdasarkan kajian terdahulu dan kondisi di SMA Negeri 1 Pagaran, penelitian ini berfokus pada sistem pembelajaran *e-learning*, *blended learning*, dan *hybrid learning* serta penerapannya dalam pembelajaran Fisika. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan bentuk penerapan ketiga sistem pembelajaran tersebut, media digital yang digunakan, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran dan praktikum, manfaat yang dirasakan, serta kendala yang dihadapi guru dan peserta didik di SMA Negeri 1 Pagaran. Penelitian ini juga mendeskripsikan kondisi penerapan *hybrid learning* berdasarkan informasi yang diperoleh dari guru dan peserta didik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif untuk mendeskripsikan penerapan *e-learning*, *blended learning*, dan *hybrid learning* dalam pembelajaran Fisika. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Pagaran, Kecamatan Pagaran, Kabupaten Tapanuli Utara, Provinsi Sumatera Utara. Subjek utama penelitian terdiri atas dua orang guru mata pelajaran Fisika yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan keterlibatan dan pengetahuan mereka dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika berbasis teknologi. Data pendukung diperoleh dari 30 peserta didik yang dipilih secara *purposive* untuk memberikan informasi mengenai pengalaman mereka dalam mengikuti pembelajaran berbasis teknologi. Sebelum pengumpulan data, peneliti menjelaskan tujuan, prosedur, dan penggunaan data penelitian kepada seluruh partisipan. Keikutsertaan partisipan dilakukan atas dasar persetujuan setelah memperoleh penjelasan mengenai penelitian, dan identitas partisipan dijaga kerahasiaannya.

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dan kuesioner. Wawancara dilakukan secara daring melalui *Zoom* kepada dua guru Fisika dengan menggunakan pedoman wawancara yang dikembangkan oleh peneliti berdasarkan fokus penelitian. Pertanyaan wawancara mencakup penerapan *e-learning*, *blended learning*, dan *hybrid learning*, penggunaan media digital, pemanfaatan video, animasi dan simulasi, keterkaitan pembelajaran digital dengan kegiatan praktikum, serta kendala dalam penerapannya. Instrumen wawancara dan kuesioner dikembangkan oleh peneliti berdasarkan tujuan dan fokus penelitian, kemudian ditelaah untuk memastikan kesesuaian pertanyaan dengan aspek yang dikaji sebelum digunakan dalam pengumpulan data. Hasil wawancara digunakan untuk memperoleh informasi mengenai praktik

pembelajaran yang dilakukan guru, termasuk penggunaan PhET, Canva, dan YouTube, penerapan *blended learning* melalui penggabungan pembelajaran tatap muka dan aktivitas digital, serta kondisi penerapan *hybrid learning* di sekolah. Kuesioner diberikan kepada 30 peserta didik sebagai data pendukung untuk memperoleh gambaran pengalaman mereka dalam mengikuti *e-learning*, *blended learning*, dan *hybrid learning*.

Data dianalisis secara deskriptif dengan mengelompokkan informasi berdasarkan fokus penelitian. Data wawancara dari kedua guru dibandingkan untuk mengidentifikasi kesamaan dan perbedaan informasi mengenai bentuk penerapan pembelajaran, media digital yang digunakan, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran dan praktikum, manfaat, serta kendala yang dihadapi. Data dari 30 peserta didik digunakan sebagai informasi pendukung untuk melengkapi gambaran yang diperoleh dari guru. Selanjutnya, informasi dari kedua sumber disajikan secara deskriptif untuk menggambarkan penerapan *e-learning*, *blended learning*, dan *hybrid learning* dalam pembelajaran Fisika di SMA Negeri 1 Pagaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyajian hasil dilakukan dengan menggabungkan temuan dari guru dan peserta didik agar penerapan *e-learning*, *blended learning*, dan *hybrid learning* dapat dilihat dari praktik pembelajaran yang dilakukan guru serta pengalaman peserta didik. Pembahasan diarahkan pada bentuk penggunaan teknologi, media yang digunakan, pemanfaatan teknologi untuk memahami konsep dan praktikum, manfaat yang dirasakan, serta kendala yang muncul selama pembelajaran.

Hasil

Hasil wawancara menunjukkan bahwa *e-learning* telah digunakan oleh kedua guru, meskipun bentuk penerapannya tidak sepenuhnya sama. Responden 1 menggunakan *e-learning* melalui PhET Simulation, Canva, virtual lab, dan video pembelajaran dari YouTube. Responden 2 menggunakan *e-learning* sebagai pelengkap pembelajaran di kelas melalui materi, video, latihan, Canva, YouTube, serta PhET Simulation untuk materi tertentu. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa *e-learning* di sekolah tidak digunakan sebagai satu pola pembelajaran yang seragam, tetapi disesuaikan dengan kebutuhan materi dan kegiatan belajar. Responden 1 lebih menekankan fungsi simulasi untuk memvisualisasikan konsep, sedangkan responden 2 menekankan akses terhadap sumber belajar dan kesempatan peserta didik untuk mengulang materi.

Temuan guru tersebut sejalan dengan penelitian Hajati et al. (2023) yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan *e-learning* dapat berhubungan dengan minat belajar peserta didik. Maulida et al. (2024) juga melaporkan bahwa penggunaan *e-learning* dalam pembelajaran Fisika di SMA yang mereka teliti berada pada kategori tinggi hingga sangat tinggi. Wati et al. (2021) menunjukkan bahwa perangkat *e-learning* berbasis Learning Management System (LMS) Chamilo dapat dikembangkan sebagai perangkat yang valid, praktis, dan efektif. Kesamaan utama antara kajian terdahulu dan kondisi SMA Negeri 1 Pagaran terletak pada pemanfaatan teknologi untuk memperluas sumber belajar dan mendukung visualisasi konsep. Kondisi di SMA Negeri 1 Pagaran memperlihatkan bahwa pemanfaatan tersebut berlangsung melalui media yang relatif sederhana dan telah dikenal guru, bukan melalui satu LMS khusus.

Manfaat *e-learning* yang disampaikan kedua guru terutama berkaitan dengan karakteristik pembelajaran Fisika yang membutuhkan visualisasi. Responden 1 menjelaskan bahwa video, animasi, dan simulasi dapat mengubah konsep yang abstrak dan teoretis menjadi

lebih visual serta interaktif. Responden 2 menambahkan bahwa peserta didik dapat mengakses sumber belajar dengan lebih mudah, mengulang materi yang belum dipahami, dan melihat fenomena Fisika yang sulit diperagakan secara langsung di kelas. Pemanfaatan teknologi tersebut menjadi lebih bermakna ketika peserta didik tidak hanya melihat media, tetapi juga berinteraksi dengan simulasi. Responden 1, misalnya, menyebutkan bahwa peserta didik dapat memanipulasi variabel seperti massa dan kecepatan pada PhET untuk mengamati dampaknya. Pola ini memperlihatkan bahwa fungsi teknologi tidak berhenti pada penyampaian informasi, tetapi dapat digunakan sebagai sarana eksplorasi konsep.

Penerapan blended learning juga terlihat jelas dari hasil wawancara. Responden 1 menggabungkan pembelajaran tatap muka dengan penggunaan laboratorium virtual seperti PhET, sedangkan responden 2 menjelaskan materi dasar secara langsung di kelas kemudian memberikan materi atau tugas melalui media digital untuk melanjutkan dan memperkuat pembelajaran. Kedua bentuk tersebut menunjukkan bahwa media digital berfungsi sebagai bagian dari rangkaian pembelajaran, bukan sekadar pengganti pertemuan tatap muka. Temuan ini selaras dengan Putri et al. (2021) yang melaporkan dukungan positif peserta didik terhadap blended learning pada pembelajaran Fisika. Siboro & Mujasam (2024) juga menunjukkan adanya perbedaan hasil belajar pada penerapan blended learning berbantuan Canva dan PhET, sedangkan Ertikanto et al. (2022) memperlihatkan penerapan blended learning dalam pembelajaran Fisika yang dipadukan dengan penilaian keterampilan berpikir tingkat tinggi. Data peserta didik memperkuat temuan tersebut. Sebelum tabel disajikan, perlu ditegaskan bahwa seluruh data pada tabel berikut diambil dari kuesioner 30 peserta didik sebagaimana tercantum pada hasil mini riset.

Tabel 1 menyajikan seluruh sepuluh butir pertanyaan dalam satu tabel agar hubungan antara penggunaan media digital, blended learning, hybrid learning, dan kegiatan praktikum dapat dilihat secara utuh.

Tabel 1. Hasil kuesioner peserta didik tentang penerapan pembelajaran berbasis teknologi

No.	Pertanyaan	Ya (n)	Tidak (n)	Persentase Ya/Tidak
1	Apakah guru pernah menggunakan internet atau media digital untuk membantu kamu belajar Fisika?	29	1	Ya: 96,67% Tidak: 3,33%
2	Apakah guru pernah menggunakan media seperti Canva, YouTube, atau simulasi PhET dalam pembelajaran Fisika?	26	4	Ya: 86,67% Tidak: 13,33%
3	Apakah penggunaan media digital seperti video, animasi, atau simulasi membuat konsep Fisika yang sulit menjadi lebih mudah kamu pahami?	27	3	Ya: 90% Tidak: 10%
4	Apakah kamu pernah mengalami kesulitan saat menggunakan media atau teknologi digital dalam pembelajaran Fisika?	19	11	Ya: 63,33% Tidak: 36,67%
5	Apakah guru pernah memberikan pembelajaran Fisika secara	23	7	Ya: 76,67% Tidak: 23,33%

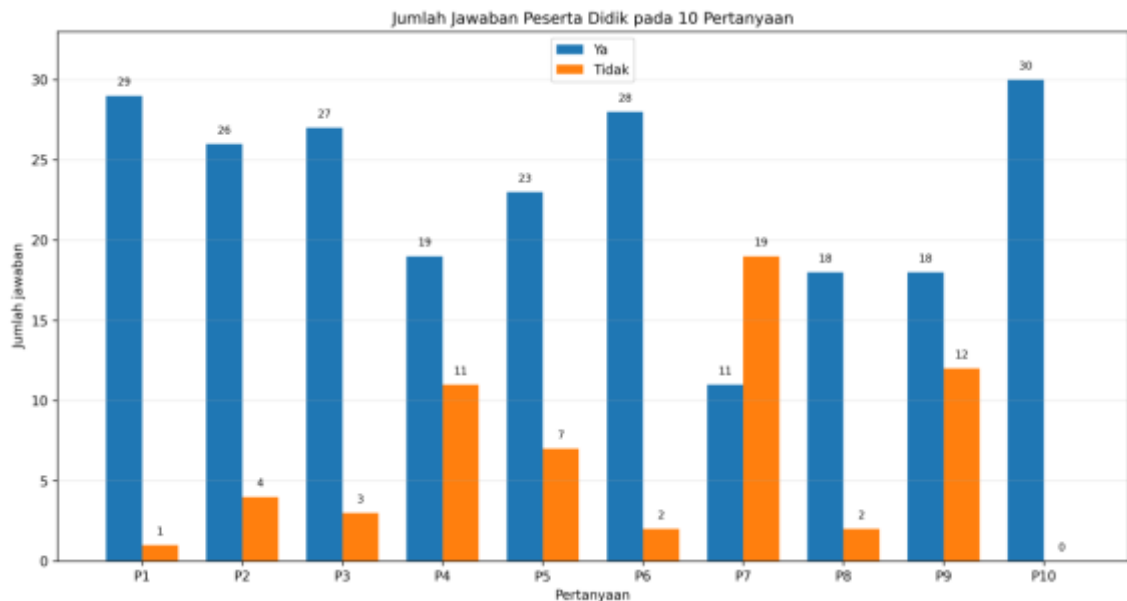
	langsung di kelas dan kemudian memberikan materi atau tugas melalui media digital untuk dikerjakan di luar kelas?			
6	Apakah pembelajaran dengan menggabungkan kegiatan di kelas dan media digital membuat kamu lebih aktif dalam belajar Fisika?	28	2	Ya: 93,33% Tidak: 6,67%
7	Apakah kamu pernah mengikuti pembelajaran Fisika secara online dari rumah sementara siswa lainnya mengikuti pembelajaran langsung di kelas?	11	19	Ya: 36,67% Tidak: 63,33%
8	Apakah video, animasi, atau simulasi yang digunakan guru membantu kamu memahami materi Fisika?	28	2	Ya: 93,33% Tidak: 6,67%
9	Apakah kamu pernah menggunakan simulasi atau laboratorium virtual untuk mempelajari materi Fisika sebelum atau sebagai pengganti sementara praktikum langsung?	18	12	Ya: 60% Tidak: 40%
10	Apakah menurut kamu penggunaan media digital yang digabungkan dengan pembelajaran langsung di kelas membantu kamu memahami Fisika?	30	0	Ya: 100% Tidak: 0%

Tabel 1 memperlihatkan bahwa penggunaan internet atau media digital dalam pembelajaran Fisika telah dialami oleh hampir seluruh peserta didik. Sebanyak 29 peserta didik (96,67%) menjawab bahwa guru menggunakan internet atau media digital untuk membantu pembelajaran. Penggunaan media yang lebih spesifik berupa Canva, YouTube, atau simulasi PhET juga tercatat pada 26 peserta didik (86,67%). Temuan tersebut memperkuat hasil wawancara guru bahwa teknologi digital telah menjadi bagian dari pembelajaran Fisika di SMA Negeri 1 Pagaran. Persentase yang tinggi pada kedua indikator menunjukkan bahwa penggunaan teknologi bukan hanya berdasarkan keterangan guru, tetapi juga dikenali oleh sebagian besar peserta didik.

Aspek visualisasi konsep memperoleh respons positif. Sebanyak 27 peserta didik (90%) menyatakan bahwa video, animasi, atau simulasi membuat konsep Fisika yang sulit menjadi lebih mudah dipahami. Pada butir lain, 28 peserta didik tercatat menjawab ya dan 2 peserta didik menjawab tidak terhadap pertanyaan mengenai bantuan video, animasi, atau simulasi dalam memahami materi Fisika, dengan keterangan persentase 93,33% dan 6,67%.

Kuesioner juga menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi disertai tantangan. Sebanyak 19 peserta didik (63,33%) menyatakan pernah mengalami kesulitan menggunakan media atau teknologi digital dalam pembelajaran Fisika. Temuan tersebut sejalan dengan wawancara kedua guru yang sama-sama menyebutkan adanya perbedaan kemampuan peserta didik dalam menggunakan teknologi. Responden 1 menambahkan keterbatasan pelatihan

berkala yang praktis bagi guru, sedangkan responden 2 menyebutkan masalah jaringan dan kemungkinan peserta didik lebih berfokus pada perangkat daripada materi. Temuan ini menunjukkan bahwa tingginya penggunaan media digital tidak otomatis berarti seluruh peserta didik memiliki kesiapan teknologi yang sama. Penerapan pembelajaran digital tetap membutuhkan pengarah, dukungan teknis, dan pengawasan terhadap aktivitas belajar. Gambar 1 disajikan untuk memperlihatkan perbandingan persentase jawaban Ya dan Tidak pada seluruh butir kuesioner secara visual.



Gambar 1. Grafik persentase jawaban peserta didik pada 10 butir kuesioner

Grafik pada Gambar 1 menunjukkan pola bahwa respons Ya relatif tinggi pada sebagian besar butir yang berkaitan dengan penggunaan dan manfaat media digital. Indikator penggabungan kegiatan di kelas dan media digital memperoleh 28 jawaban Ya (93,33%), sedangkan seluruh 30 peserta didik menjawab Ya pada pertanyaan mengenai bantuan media digital yang digabungkan dengan pembelajaran langsung di kelas. Pola tersebut mendukung hasil wawancara guru yang menggambarkan blended learning sebagai penggabungan pembelajaran tatap muka dengan materi, tugas, simulasi, atau aktivitas digital. Nastiti (2023), melalui penelitian pada mata pelajaran IPS, menemukan bahwa perubahan minat belajar dalam kelompok dapat terjadi, tetapi perbedaan antarkelompok tidak selalu signifikan. Temuan tersebut penting sebagai pembandingan karena menunjukkan bahwa respons positif terhadap blended learning tidak selalu dapat diterjemahkan langsung sebagai bukti peningkatan hasil belajar. Dalam penelitian ini, data kuesioner hanya digunakan untuk mendeskripsikan pengalaman peserta didik sehingga tidak digunakan untuk menyimpulkan peningkatan hasil belajar.

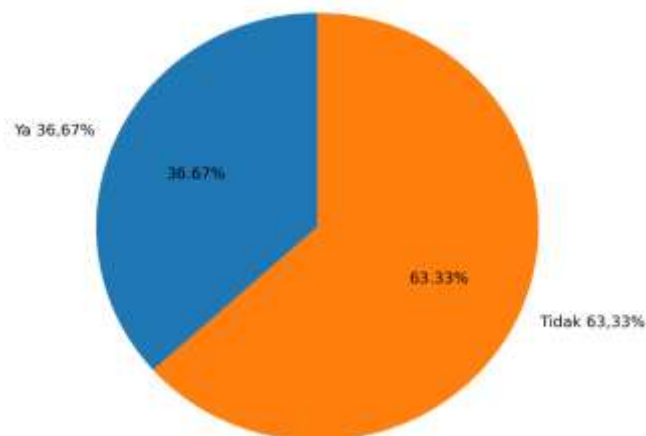
Pemanfaatan teknologi juga berkaitan dengan praktikum. Hasil wawancara menunjukkan bahwa responden 1 menggunakan simulasi pada virtual lab untuk memahami konsep sebelum praktik langsung dengan alat percobaan, sedangkan responden 2 menggunakan simulasi sebagai pengantar sebelum praktikum dan melanjutkannya dengan percobaan langsung apabila peralatan tersedia. Pada kuesioner, 18 peserta didik (60%) menyatakan pernah menggunakan simulasi atau laboratorium virtual sebelum atau sebagai pengganti sementara praktikum langsung. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa laboratorium virtual di SMA Negeri

1 Pagaran lebih tepat dipahami sebagai pendukung atau alternatif sementara dalam rangkaian praktikum, bukan sebagai pengganti permanen praktikum langsung.

Temuan tersebut memiliki keterkaitan dengan Wati et al. (2021) yang mengembangkan perangkat e-learning menggunakan LMS Chamilo pada materi gerak melingkar dan memperoleh hasil valid, praktis, serta efektif dalam konteks penelitian pengembangan mereka. Perbedaan konteks perlu diperhatikan karena penelitian Wati et al. menguji perangkat yang dikembangkan, sedangkan penelitian ini mendeskripsikan penggunaan teknologi yang telah berlangsung di sekolah. Rachma et al. (2025) juga menunjukkan pemanfaatan Online Laboratory (OLabs) dalam Problem-Based Hybrid Learning untuk mendukung keterampilan berpikir tingkat tinggi. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa laboratorium virtual dapat ditempatkan sebagai bagian dari rancangan pembelajaran yang lebih terstruktur. Kondisi SMA Negeri 1 Pagaran menunjukkan bentuk yang lebih sederhana, yaitu simulasi digunakan untuk mempersiapkan pemahaman konsep sebelum kegiatan praktikum langsung.

Aspek hybrid learning menunjukkan kondisi yang berbeda dibandingkan e-learning dan blended learning. Kedua guru yang diwawancarai menyatakan belum pernah menerapkan hybrid learning dalam bentuk sebagian peserta didik mengikuti pembelajaran di kelas sementara peserta didik lainnya mengikuti secara dalam jaringan pada waktu yang sama. Data peserta didik menunjukkan 11 orang (36,67%) menjawab pernah mengikuti kondisi tersebut, sedangkan 19 orang (63,33%) menjawab tidak pernah. Sebelum diagram disajikan, perbedaan antara data guru dan peserta didik perlu diperhatikan karena dapat menunjukkan adanya pengalaman pembelajaran dalam jaringan yang dipersepsikan peserta didik sebagai bentuk hybrid learning, meskipun guru tidak mengidentifikasinya sebagai penerapan hybrid learning secara formal. Gambar 2 disajikan untuk memperjelas proporsi pengalaman peserta didik pada pertanyaan mengenai pembelajaran Fisika secara dalam jaringan dari rumah ketika peserta didik lain mengikuti pembelajaran langsung di kelas.

Pengalaman Peserta Didik Mengikuti Hybrid Learning (Pertanyaan 7)



Gambar 2. Diagram pengalaman peserta didik pada pembelajaran hybrid learning

Pembahasan

Temuan guru mengenai penerapan *e-learning* menunjukkan bahwa teknologi telah digunakan sebagai bagian dari pembelajaran Fisika melalui PhET Simulation, Canva, YouTube,

video, materi digital, dan latihan. Temuan tersebut sejalan dengan Hajati et al. (2023) yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan *e-learning* dapat berhubungan dengan minat belajar peserta didik. Maulida et al. (2024) juga melaporkan bahwa penggunaan *e-learning* dalam pembelajaran Fisika di SMA yang mereka teliti berada pada kategori tinggi hingga sangat tinggi. Marnita et al. (2021) menunjukkan bahwa media *e-learning* dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran Fisika untuk mendukung keterampilan berpikir kritis. Temuan tersebut diperkuat oleh Cynthia et al. (2023) yang mengembangkan *e-module* Fisika interaktif untuk mendukung kemampuan berpikir kritis. Dengan demikian, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran Fisika tidak hanya berfungsi sebagai sarana penyampaian materi, tetapi juga dapat menyediakan sumber belajar yang lebih interaktif dan mendukung aktivitas kognitif peserta didik.

Pemanfaatan media digital di SMA Negeri 1 Pagaran juga menunjukkan adanya kecenderungan penggunaan teknologi yang praktis dan mudah diakses guru. Kondisi ini berbeda dengan penelitian Wati et al. (2021) yang mengembangkan perangkat *e-learning* menggunakan LMS Chamilo pada materi gerak melingkar dan memperoleh perangkat yang valid, praktis, serta efektif dalam konteks penelitian pengembangan. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa penerapan *e-learning* tidak selalu berbentuk penggunaan satu Learning Management System (LMS) yang terintegrasi. Dalam penelitian ini, *e-learning* berlangsung melalui kombinasi beberapa media digital yang telah dikenal dan digunakan oleh guru. Hal tersebut juga sejalan dengan Muskhir et al. (2024) yang menunjukkan bahwa simulasi berbasis web dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran Fisika untuk mendukung proses pembelajaran dan hasil belajar. Dengan demikian, bentuk implementasi *e-learning* dapat menyesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran, kemampuan pengguna, dan fasilitas yang tersedia di sekolah.

Grafik pada Gambar 1 menunjukkan bahwa respons Ya relatif tinggi pada sebagian besar butir yang berkaitan dengan penggunaan dan manfaat media digital. Indikator penggabungan kegiatan di kelas dan media digital memperoleh 28 jawaban Ya (93,33%), sedangkan seluruh 30 peserta didik menjawab Ya pada pertanyaan mengenai bantuan media digital yang digabungkan dengan pembelajaran langsung di kelas. Pola tersebut mendukung hasil wawancara guru yang menggambarkan *blended learning* sebagai penggabungan pembelajaran tatap muka dengan materi, tugas, simulasi, atau aktivitas digital. Temuan ini sejalan dengan Ertikanto et al. (2022) yang mengkaji pembelajaran Fisika dengan pendekatan berbasis *blended learning* dan menunjukkan pemanfaatannya dalam pembelajaran yang berorientasi pada kemampuan berpikir tingkat tinggi. Yusuf et al. (2021) juga menunjukkan bahwa *blended learning* dapat digunakan dalam pembelajaran untuk mendukung keterampilan berpikir tingkat tinggi. Sujanem dan Suwindra (2023) memperlihatkan bahwa pembelajaran Fisika melalui *blended PBL* dapat dipadukan dengan *e-module* interaktif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis.

Temuan mengenai respons positif peserta didik terhadap *blended learning* juga memiliki keterkaitan dengan Putri et al. (2021) yang mengkaji persepsi peserta didik terhadap pembelajaran *blended learning* pada mata pelajaran Fisika di tingkat SMA. Hikmawati et al. (2023) menunjukkan bahwa penerapan *blended learning* juga dapat digunakan sebagai upaya mendukung pencapaian hasil belajar dalam pembelajaran Fisika. Husnawati dan Rakhmawati (2024), melalui kajian literatur, menunjukkan bahwa *blended learning* telah banyak digunakan dalam pembelajaran Fisika dengan berbagai bentuk dan tujuan. Namun, Nastiti (2023), melalui penelitian pada mata pelajaran IPS, menunjukkan bahwa perubahan minat belajar dalam kelompok dapat terjadi, tetapi perbedaan antarkelompok tidak selalu signifikan. Temuan



tersebut penting sebagai pembanding karena respons positif terhadap *blended learning* tidak secara otomatis dapat diartikan sebagai bukti peningkatan hasil belajar. Dalam penelitian ini, data kuesioner digunakan untuk mendeskripsikan pengalaman peserta didik sehingga tidak digunakan untuk menyimpulkan peningkatan hasil belajar.

Pemanfaatan teknologi juga berkaitan dengan kegiatan praktikum. Hasil wawancara menunjukkan bahwa responden 1 menggunakan simulasi pada *virtual lab* untuk memahami konsep sebelum praktik langsung dengan alat percobaan, sedangkan responden 2 menggunakan simulasi sebagai pengantar sebelum praktikum dan melanjutkannya dengan percobaan langsung apabila peralatan tersedia. Pada kuesioner, 18 peserta didik (60%) menyatakan pernah menggunakan simulasi atau laboratorium virtual sebelum atau sebagai pengganti sementara praktikum langsung. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa laboratorium virtual di SMA Negeri 1 Pagaran lebih tepat dipahami sebagai pendukung atau alternatif sementara dalam rangkaian praktikum, bukan sebagai pengganti permanen praktikum langsung.

Penggunaan PhET sebagai media pendukung praktikum memiliki keterkaitan dengan penelitian Alfiah dan Dwikoranto (2022) yang menerapkan *problem based learning* berbantuan laboratorium virtual PhET untuk mendukung keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa SMA. Saputra et al. (2020) juga menunjukkan bahwa penggunaan media simulasi PhET dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran Fisika. Temuan penelitian ini memperlihatkan bentuk pemanfaatan yang lebih sederhana, yaitu simulasi digunakan untuk membantu peserta didik memahami konsep sebelum melakukan percobaan langsung. Dengan demikian, fungsi simulasi dalam konteks SMA Negeri 1 Pagaran lebih bersifat komplementer, terutama ketika guru ingin memberikan gambaran awal mengenai konsep atau prosedur sebelum peserta didik berhadapan dengan alat praktikum sebenarnya.

Temuan tersebut memiliki keterkaitan pula dengan Wati et al. (2021) yang mengembangkan perangkat *e-learning* menggunakan LMS Chamilo pada materi gerak melingkar. Perbedaannya terletak pada tujuan penelitian, karena penelitian Wati et al. menguji perangkat yang dikembangkan, sedangkan penelitian ini mendeskripsikan penggunaan teknologi yang telah berlangsung secara alami di sekolah. Rachma et al. (2025) menunjukkan pemanfaatan Online Laboratory (OLabs) dalam *Problem-Based Hybrid Learning* untuk mendukung keterampilan berpikir tingkat tinggi. Gultom et al. (2021) juga mengkaji *PBL hybrid learning* dan keterkaitannya dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi serta sikap kepedulian lingkungan. Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa laboratorium virtual dapat ditempatkan sebagai bagian dari rancangan pembelajaran yang lebih terstruktur, sedangkan kondisi SMA Negeri 1 Pagaran menunjukkan bentuk yang lebih sederhana, yaitu simulasi digunakan sebagai pengantar atau pendukung sebelum praktikum langsung.

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran Fisika juga perlu dilihat dari aspek keterampilan abad ke-21. Jihannita et al. (2023) menekankan pentingnya kesiapan pembelajaran yang mengarah pada keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam menghadapi tuntutan abad ke-21. Dalam konteks penelitian ini, penggunaan simulasi, video, *e-module*, dan media digital memberikan peluang untuk menghadirkan pengalaman belajar yang lebih beragam. Namun, penggunaan media tersebut belum secara otomatis menunjukkan bahwa pembelajaran telah diarahkan secara khusus pada pengembangan HOTS. Oleh karena itu, teknologi dalam penelitian ini lebih tepat dipahami sebagai sarana yang mendukung proses pembelajaran, sedangkan pencapaian keterampilan tertentu tetap bergantung pada bagaimana guru merancang aktivitas dan mengintegrasikan media dengan tujuan pembelajaran.

Perbedaan tersebut menjadi semakin penting ketika membahas *hybrid learning*. Dalam wawancara, guru memberikan definisi yang spesifik, yaitu pembagian kehadiran antara peserta didik di kelas dan peserta didik secara dalam jaringan pada waktu yang sama. Sebanyak 36,67% peserta didik menjawab Ya pada pertanyaan yang menggunakan kondisi tersebut. Data ini belum cukup untuk menyatakan bahwa *hybrid learning* telah diterapkan secara formal di sekolah karena tidak terdapat konfirmasi dari guru mengenai pelaksanaan sistem tersebut. Muharromah et al. (2023) meneliti *hybrid learning* berbasis masalah sebagai rancangan pembelajaran yang memadukan pembelajaran dalam jaringan dan luring dalam eksperimen terstruktur dan melaporkan peningkatan kemampuan berpikir kritis. Rachma et al. (2025) juga menggunakan *hybrid learning* yang dirancang secara khusus dan dipadukan dengan OLABs. Gultom et al. (2021) memperlihatkan bahwa *hybrid learning* dapat dirancang dalam model PBL untuk mengembangkan keterampilan tertentu. Dengan demikian, pengalaman peserta didik terhadap aktivitas daring tidak dapat langsung disamakan dengan penerapan *hybrid learning* sebagai sistem pembelajaran formal.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis teknologi di SMA Negeri 1 Pagaran lebih tampak pada *e-learning* dan *blended learning*. *E-learning* digunakan melalui PhET Simulation, Canva, YouTube, materi digital, video, dan latihan, sedangkan *blended learning* diterapkan dengan menghubungkan pembelajaran tatap muka dengan materi, tugas, simulasi, serta kegiatan yang dilanjutkan melalui media digital. Penggunaan teknologi juga terhubung dengan kegiatan praktikum melalui simulasi sebagai pengantar atau alternatif sementara. Sementara itu, *hybrid learning* belum dinyatakan diterapkan secara formal oleh guru, meskipun sebagian peserta didik melaporkan pengalaman yang sesuai dengan kondisi yang ditanyakan dalam kuesioner.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa penerapan sistem pembelajaran berbasis teknologi tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan media, tetapi juga oleh cara guru mengintegrasikan media dengan tujuan pembelajaran, kesiapan peserta didik, fasilitas, dan bentuk kegiatan Fisika. Berbagai penelitian terdahulu memperlihatkan bahwa teknologi dapat digunakan untuk mendukung minat belajar (Hajati et al., 2023), keterampilan berpikir kritis (Marnita et al., 2021; Cynthia et al., 2023), hasil belajar (Hikmawati et al., 2023; Saputra et al., 2020), HOTS (Alfiah & Dwikoranto, 2022; Ertikanto et al., 2022; Gultom et al., 2021; Yusuf et al., 2021), persepsi peserta didik (Putri et al., 2021), maupun pengembangan perangkat pembelajaran (Wati et al., 2021). Kajian Husnawati dan Rakhmawati (2024) juga menunjukkan luasnya penerapan *blended learning* dalam pembelajaran Fisika. Sementara itu, Jihannita et al. (2023) menempatkan kesiapan HOTS sebagai salah satu tuntutan pembelajaran abad ke-21, dan Muskhair et al. (2024) menunjukkan pemanfaatan simulasi berbasis web sebagai salah satu bentuk teknologi pembelajaran.

Penelitian ini mengambil posisi yang berbeda dengan mendeskripsikan *e-learning*, *blended learning*, dan *hybrid learning* secara bersamaan dalam satu konteks sekolah serta menghubungkan keterangan guru dengan pengalaman peserta didik. Pendekatan tersebut menunjukkan bahwa teknologi telah digunakan dalam pembelajaran Fisika, tetapi tingkat penerapan dan pemaknaan setiap sistem tidak sama. *E-learning* dan *blended learning* telah terlihat dalam praktik pembelajaran, sedangkan *hybrid learning* belum dapat dikategorikan sebagai sistem yang diterapkan secara formal. Temuan ini sekaligus menunjukkan bahwa keberadaan media digital belum cukup untuk menentukan bentuk sistem pembelajaran; diperlukan kesesuaian antara desain pembelajaran, pola interaksi guru dan peserta didik, penggunaan teknologi, serta tujuan pembelajaran.

KESIMPULAN

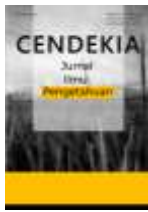
Berdasarkan hasil penelitian, penerapan sistem pembelajaran berbasis teknologi dalam pembelajaran Fisika di SMA Negeri 1 Pagaran lebih banyak diterapkan melalui e-learning dan blended learning, sedangkan hybrid learning belum diterapkan secara formal. E-learning dimanfaatkan melalui PhET Simulation, Canva, YouTube, video, materi digital, dan latihan untuk membantu akses sumber belajar serta memvisualisasikan konsep Fisika. Blended learning diterapkan dengan menggabungkan pembelajaran tatap muka dan aktivitas digital, yang berdasarkan kuesioner peserta didik dinilai membantu keaktifan dan pemahaman dalam pembelajaran Fisika.

Teknologi juga dimanfaatkan dalam kegiatan praktikum melalui simulasi dan laboratorium virtual sebagai pendukung atau alternatif sementara sebelum praktikum langsung. Meskipun memberikan manfaat dalam memahami konsep dan mendukung proses pembelajaran, penerapannya masih menghadapi kendala berupa perbedaan kemampuan peserta didik dalam menggunakan teknologi, keterbatasan jaringan, kebutuhan peningkatan keterampilan guru, serta perlunya pengarahan agar penggunaan perangkat tetap sesuai dengan tujuan pembelajaran. Perbedaan antara keterangan guru dan pengalaman peserta didik mengenai hybrid learning juga menunjukkan bahwa pengalaman mengikuti pembelajaran daring belum dapat langsung dikategorikan sebagai penerapan hybrid learning secara formal.

Secara keseluruhan, penerapan teknologi dalam pembelajaran Fisika di SMA Negeri 1 Pagaran telah mendukung akses sumber belajar, visualisasi konsep, aktivitas pembelajaran, dan kegiatan praktikum. Namun, keberlanjutan dan pengembangan penerapannya perlu disesuaikan dengan kesiapan guru dan peserta didik, fasilitas, kondisi jaringan, serta tujuan pembelajaran agar teknologi dapat digunakan secara tepat dan terarah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiah, S., & Dwikoranto, D. (2022). Penerapan model problem based learning berbantuan laboratorium virtual PhET untuk meningkatkan HOTS siswa SMA. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 13(1), 9–18. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v13i1.11494>
- Cynthia, C., Arafah, K., & Palloan, P. (2023). Development of interactive physics e-module to improve critical thinking skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(5), 3943–3952. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i5.2302>
- Ertikanto, C., Distrik, W., Putu, I., & Nyeneng, D. (2022). Implementation of written assessment higher order thinking skills in physical learning with a scientific approach based blended learning. *Jurnal Pembelajaran Fisika (JPF)*, 10(1), 11–22. <https://doi.org/10.23960/jpf.v10.n1.202202>
- Gultom, S. T., Siahaan, P., & Suhandi, A. (2021). Effect of PBL hybrid learning on the higher order thinking skills of seventh grade students in global warming and their environmental care attitudes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(SpecialIssue), 272–280. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7ispecialissue.1012>
- Hajati, K., Nuryadin, A. R., & Nabila, N. L. (2023). Pengaruh model brain based learning berbantuan e-learning terhadap minat belajar peserta didik. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 14(2), 231–239. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v14i2.17003>
- Hikmawati, H., Ayub, S., & Verawati, N. N. S. P. (2023). Blended learning: Upaya menuntaskan hasil belajar mahasiswa calon guru fisika pada mata kuliah profesi



- kependidikan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(1b), 734–741. <https://doi.org/10.29303/jipp.v8i1b.1320>
- Husnawati, F., & Rakhmawati, A. (2024). The influence of blended learning methods in learning physics: A literature review. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 4(1), 10. <https://doi.org/10.52434/jpif.v4i1.3385>
- Jihannita, I., Prasetyo, J. K., & Wilujeng, I. (2023). How to prepare HOTS to face the 21st century? *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 486–492. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.2847>
- Marnita, M., Rahma, R., & Fatimah, F. (2021). Impact of e-learning media on students' critical thinking skills at physics education study program, Almuslim University. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(2), 131. <https://doi.org/10.26737/jipf.v6i2.1908>
- Maulida, M., Putri, S. B., Irawan, H., Maulidah, R., & Rizal, R. (2024). Analisis keberhasilan penggunaan e-learning pada pembelajaran fisika kelas X MIPA di SMAN 4 Tasikmalaya. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 6(2), 75–82. <http://jurnal.unsil.ac.id/index.php/Diffraction>
- Muharromah, N. L., Haryanto, S., & Fatiatun. (2023). Penerapan hybrid learning berbasis masalah terhadap critical thinking pembelajaran fisika. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 11(1), 56–66. <https://doi.org/10.24252/jpf.v11i1.32452>
- Muskhir, M., Zakaria, Z., & Luthfi, A. (2024). Enhancing learning outcomes in applied physics through web-based simulation media. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(12), 9945–9955. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i12.9281>
- Nastiti, H. G. (2023). Pengaruh penerapan blended learning terhadap peningkatan minat belajar peserta didik pada mata pelajaran IPS. *Jurnal Publikasi Berkala Pendidikan Ilmu Sosial*, 3(2), 157–166.
- Putri, R. K., Purwanto, A., & Connie, C. (2021). Persepsi peserta didik dalam pembelajaran blended learning pada mata pelajaran fisika di tingkat SMA. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(3), 430–438. <https://doi.org/10.20527/jipf.v5i3.3978>
- Rachma, P. H., Maulidah, R., & Makiyah, Y. S. (2025). Integrating OLABs in problem-based hybrid learning: Effects on higher order thinking skills. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 13(1), 14–28. <https://doi.org/10.26618/jpf.v13i1.15970>
- Saputra, R., Susilawati, S., & Verawati, N. N. S. P. (2020). Pengaruh penggunaan media simulasi PhET (Physics Education Technology) terhadap hasil belajar fisika. *Jurnal Pijar MIPA*, 15(2), 110–115. <https://doi.org/10.29303/jpm.v15i2.1459>
- Siboro, A., & Mugasam. (2024). Pengaruh model blended learning berbantuan media Canva dan PhET terhadap hasil belajar fisika SMA. *Edu-Sains*, 13(2), 26–31.
- Sujanem, R., & Suwindra, I. N. P. (2023). Problem-based interactive physics e-module in physics learning through blended PBL to enhance students' critical thinking skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(1), 135–145. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i1.39971>
- Wati, D. S., Siahaan, S. M., & Wiyono, K. (2021). Pengembangan perangkat e-learning materi gerak melingkar menggunakan LMS Chamilo. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 7(2), 128–138. <https://doi.org/10.21831/jipi.v7i2.37460>
- Yusuf, I., Widyaningsih, S. W., Prasetyo, Z. K., & Istiyono, E. (2021). Blended learning: Its effect towards higher order thinking skills (HOTS). *Journal of Physics: Conference Series*, 1832(1), 012039. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1832/1/012039>