

Pemberdayaan Sekolah melalui Penggunaan Teknologi *Virtuphylab* Berbasis STEM pada Pembelajaran Fisika di SMA Muhammadiyah Lempangan Kabupaten Gowa

Dian Pramana Putra¹, Wahyuddin², Ulvah³, Murniati⁴

¹² Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

³⁴ Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

¹dianpramana@unismuh.ac.id,

²wahyuddin@unismuh.ac.id,

³ulva@uncp.ac.id,

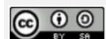
⁴murniati@uncp.ac.id

Article Info

Kata Kunci:

*Laboratorium Virtual;
Literasi Digital;
Pembelajaran Fisika;
Pemberdayaan
Sekolah; STEM;
Virtuphylab*

Copyright © 2025
The Author(s)



Lisensi: cc-by-sa

Abstrak

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) yang dilaksanakan di SMA Muhammadiyah Lempangan, Kabupaten Gowa, bertujuan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika melalui penerapan Teknologi VirtuPhylab berbasis STEM. Program ini dirancang sebagai solusi atas keterbatasan fasilitas laboratorium fisika, rendahnya keterampilan digital siswa dan guru, serta kurangnya pelaksanaan praktikum yang mendukung pembelajaran berbasis inkuiri. Melalui implementasi VirtuPhylab, proses pembelajaran fisika mengalami transformasi dari metode tradisional yang berfokus pada teori menuju pembelajaran digital interaktif yang menyajikan simulasi eksperimen secara aman, realistis, dan mudah diakses. Dalam aspek pembelajaran, VirtuPhylab memungkinkan siswa melakukan eksperimen virtual seperti gerak parabola, rangkaian listrik, hukum Newton, dan gelombang dengan visualisasi real-time serta manipulasi variabel yang presisi. Hal ini secara signifikan meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan analisis data, serta keterlibatan siswa dalam proses investigasi ilmiah. Guru juga merasakan dampak besar melalui peningkatan keterampilan pedagogik dan digital, terutama dalam penggunaan teknologi pendidikan, penyusunan perangkat ajar berbasis STEM, dan penerapan model pembelajaran berbasis inkuiri. Dalam aspek implementasi, pelatihan intensif dan pendampingan yang diberikan oleh tim PkM membuat guru mampu mengintegrasikan VirtuPhylab secara mandiri ke dalam rencana pembelajaran. Efisiensi waktu pembelajaran juga meningkat karena persiapan eksperimen dapat dilakukan dalam hitungan menit, dan siswa dapat mengulang percobaan tanpa keterbatasan alat fisik. Program ini turut memperkuat budaya belajar aktif, inovatif, dan kolaboratif di sekolah. Kegiatan PkM ini berhasil meningkatkan mutu pembelajaran fisika, memperluas akses siswa terhadap pengalaman praktikum, serta meningkatkan literasi digital seluruh warga sekolah. Selain itu, program ini memperkuat kesiapan sekolah dalam menghadapi tantangan pembelajaran abad 21 melalui integrasi teknologi yang berkelanjutan. Dengan adanya pendampingan

lanjutan, pengembangan modul eksperimen tambahan, serta potensi replikasi ke sekolah lain, program ini berpeluang menjadi model pemberdayaan sekolah berbasis teknologi yang dapat diterapkan secara luas untuk meningkatkan kualitas pendidikan sains di wilayah Kabupaten Gowa dan sekitarnya.

Pendahuluan

Pembelajaran Fisika di sekolah ini masih menghadapi tantangan signifikan, khususnya terkait keterbatasan sarana dan prasarana laboratorium serta rendahnya penguasaan dan pemanfaatan teknologi pembelajaran berbasis STEM. Model pembelajaran yang diterapkan mayoritas masih bersifat konvensional, di mana interaksi guru dan siswa didominasi oleh metode ceramah tanpa bantuan media interaktif. Kondisi tersebut menunjukkan masih terbatasnya kesadaran guru terhadap pentingnya integrasi teknologi dalam pembelajaran, khususnya pemanfaatan laboratorium virtual seperti VirtuphyLab. Teknologi ini merupakan inovasi dalam dunia pendidikan yang memungkinkan siswa melakukan simulasi eksperimen dalam lingkungan digital, memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan kontekstual [1]. Minimnya penggunaan media digital dan simulasi interaktif berdampak langsung pada rendahnya minat belajar dan pemahaman siswa terhadap materi Fisika yang bersifat abstrak dan konseptual [2]. Media pembelajaran digital yang interaktif sangat berperan penting dalam merangsang aktivitas kognitif, afektif, dan psikomotor peserta didik. Studi terbaru menunjukkan bahwa integrasi media pembelajaran digital mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar serta hasil belajar secara signifikan, terutama jika dirancang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik [3]. Dalam era teknologi informasi yang terus berkembang, para pendidik memiliki akses terhadap beragam media pembelajaran digital, termasuk di antaranya adalah laboratorium virtual berbasis teknologi VirtuphyLab yang dilengkapi dengan grafis tiga dimensi serta fitur interaktif lainnya.



Gambar 1. Kondisi Sekolah Mitra

Berdasarkan hasil analisis situasi yang dilakukan di SMA Muhammadiyah Lempangan, ditemukan sejumlah permasalahan yang dihadapi oleh para guru dalam proses pembelajaran. Permasalahan utama meliputi guru kesulitan dalam memanfaatkan media pembelajaran berbasis teknologi informasi secara efektif, rendahnya pemahaman guru dalam merancang media pembelajaran inovatif yang mengintegrasikan pendekatan STEM dan didukung penggunaan laboratorium virtual; dan dominasi penggunaan metode pembelajaran konvensional yang masih tinggi. Ketiga faktor tersebut berdampak langsung terhadap rendahnya minat belajar siswa serta partisipasi aktif mereka dalam kegiatan pembelajaran. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu inovasi dalam pembelajaran yang dapat menghadirkan media yang lebih menarik, interaktif, dan menyenangkan bagi siswa [6].

Melihat kondisi ini, solusi yang ditawarkan adalah memberikan pelatihan dan pendampingan bagi guru-guru dalam mengembangkan serta mengimplementasikan media pembelajaran digital berbasis STEM yang terintegrasi dengan VirtuPhyLab. Teknologi ini memungkinkan guru dan siswa untuk berinteraksi dalam ruang simulasi digital yang dinamis, sehingga memperkuat pemahaman konsep-konsep abstrak, terutama dalam mata pelajaran sains [7]. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan, pelatihan, serta pendampingan kepada guru dalam pemanfaatan media pembelajaran digital berbasis STEM yang terintegrasi dengan teknologi Virtu PhyLab. Program ini dirancang sebagai solusi konkret atas permasalahan yang telah teridentifikasi sebelumnya, dengan harapan meningkatkan kapasitas guru dalam mengembangkan metode pembelajaran yang inovatif dan relevan dengan tantangan pendidikan abad ke-21. Integrasi media digital dalam pembelajaran dan pendekatan STEM selaras dengan upaya pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDG's), khususnya Tujuan 4 (Pendidikan Berkualitas) yang menekankan pentingnya pendidikan yang inklusif dan berkualitas untuk semua, kegiatan PKM ini juga mendukung IKU 2 yang berkaitan dengan pengalaman mahasiswa di luar kampus. Melalui keterlibatan langsung dalam kegiatan ini, mahasiswa memperoleh kesempatan untuk mengaplikasikan teori perkuliahan ke dalam praktik nyata di tengah masyarakat. Dalam kerangka Asta Cita, kegiatan ini sejalan dengan cita ke-4 yaitu Pengembangan Sumber Daya Manusia dan Kesenjangan Gender.

Metode

Pelaksanaan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini dirancang untuk menjawab berbagai permasalahan yang dihadapi oleh guru fisika di SMA Muhammadiyah Lempangan Kabupaten Gowa, terutama terkait keterbatasan kemampuan dalam merancang media pembelajaran digital, minimnya fasilitas teknologi, serta belum optimalnya penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran fisika. Program ini akan fokus pada peningkatan kapasitas guru, implementasi teknologi VirtuPhylab, serta pendampingan integrasi STEM pada aktivitas pembelajaran di kelas. Metode pelaksanaan PkM dilakukan melalui lima tahapan

utama, yaitu: sosialisasi, pelatihan, implementasi teknologi, pendampingan dan evaluasi, serta keberlanjutan program.

A. Tahapan Pelaksanaan PkM

1. Sosialisasi Program

Tahap awal PkM adalah sosialisasi, yang bertujuan memberikan pemahaman kepada pihak sekolah kepala sekolah, guru fisika, guru IPA, dan siswa mengenai pentingnya penerapan VirtuPhylab dalam pembelajaran fisika. Pada tahap ini, tim PkM akan menjelaskan:

- a. Permasalahan pembelajaran fisika tanpa alat laboratorium memadai.
- b. Konsep andal teknologi VirtuPhylab sebagai laboratorium virtual.
- c. Manfaat pembelajaran berbasis STEM dan simulasi digital.
- d. Output pembelajaran yang diharapkan, seperti peningkatan literasi sains, keterampilan digital, dan pemahaman konsep fisika abstrak.

Sosialisasi dilakukan dengan metode presentasi interaktif dan diskusi terbuka, melibatkan seluruh guru fisika dan IPA serta perwakilan siswa kelas X–XI yang akan menjadi pengguna utama.

2. Pelatihan

Tahap kedua adalah pelatihan intensif yang difokuskan pada peningkatan keterampilan guru dalam merancang dan menerapkan media pembelajaran digital. Pelatihan ini mencakup tiga komponen utama:

- a. Pelatihan Penggunaan Teknologi VirtuPhylab
Guru dilatih untuk Mengakses dan mengoperasikan VirtuPhylab. Melakukan eksperimen simulasi fisika (optika, listrik, magnet, gelombang, mekanika). Mengintegrasikan hasil simulasi ke dalam LKPD berbasis STEM. Mengembangkan model pembelajaran digital interaktif menggunakan simulasi.
- b. Pelatihan Desain Pembelajaran STEM
Materi meliputi Prinsip dasar pembelajaran STEM dengan Merancang RPP dan skenario pembelajaran berbasis pemecahan masalah (problem-based learning). Membuat modul dan LKPD berbasis virtual-lab. Pengembangan asesmen alternatif (e-assesment) berbasis proses ilmiah.
- c. Pelatihan Pembuatan Media Pembelajaran Digital
Pelatihan ini mencakup Pengenalan software pengembangan media (Canva Edu, Phet, PowerPoint interaktif, dan LMS sekolah). Pembuatan video eksperimen berbasis screen recording VirtuPhylab dan Penerapan strategi desain instruksional digital.

3. Implementasi Teknologi VirtuPhylab dalam Pembelajaran

Setelah pelatihan, tahap berikutnya adalah implementasi langsung di dalam kelas. Guru akan Mengintegrasikan VirtuPhylab dalam pembelajaran fisika sesuai

jadwal. Melakukan simulasi eksperimen bersama siswa. Menerapkan LKPD berbasis STEM yang telah dikembangkan saat pelatihan. Mengamati peningkatan pemahaman konsep siswa melalui pembelajaran virtual. selanjutnya Tim PkM akan memantau: Efektivitas penggunaan VirtuPhylab. Kendala guru dan siswa dalam implementasi. Tingkat keterlibatan dan antusiasme siswa. Tujuan utama tahap ini adalah memastikan teknologi benar-benar terintegrasi ke dalam proses pembelajaran, bukan sekadar diperkenalkan.

4. Pendampingan dan Evaluasi

Tahap pendampingan dilakukan secara berkelanjutan untuk memastikan guru dan siswa dapat menggunakan VirtuPhylab secara mandiri.

a. Pendampingan Teknis

Tim PkM membantu guru dalam Mengatasi kendala teknis penggunaan aplikasi VirtuPhylab. Mengembangkan metode pengajaran berbasis simulasi. Memodifikasi RPP dan LKPD sesuai kebutuhan kelas.

b. Pendampingan Pembelajaran Berbasis STEM

Pendampingan mencakup Menganalisis pelaksanaan pembelajaran berbasis STEM. Memberi masukan terkait desain eksperimen virtual. Mengembangkan kultus sains berbasis inquiry dan eksplorasi simulatif.

c. Evaluasi Berkala

Evaluasi dilakukan untuk Mengukur peningkatan keterampilan digital guru. Menilai pemahaman konsep fisika siswa melalui pre-test, post-test, dan penilaian proyek. Menilai efektivitas VirtuPhylab sebagai media pembelajaran. Evaluasi juga melibatkan refleksi guru, observasi kelas, dan umpan balik siswa.

5. Keberlanjutan Program

a. Keberlanjutan program PKM berupa transfer Pengetahuan: Melalui pelatihan berkelanjutan dan dokumentasi hasil kegiatan, peserta diharapkan dapat mengoperasikan dan merawat alat dengan mandiri setelah kegiatan PKM selesai dengan menyediakan Panduan pembuatan media pembelajaran digital yang akan diberikan kepada sekolah sebagai sumber belajar berkelanjutan.

b. Membangun jejaring dengan kampus, MGMP Fisika, dan sekolah Muhammadiyah serta mengembangkan komunitas berbagi praktik baik (STEM Learning Community).

c. Monitoring Pasca Program dengan memantau penggunaan VirtuPhylab dalam pembelajaran reguler, Mengidentifikasi kebutuhan pengembangan lanjutan serta Mengukur dampak jangka panjang terhadap budaya pembelajaran fisika di sekolah untuk memastikan keberlanjutan hasil yang dicapai.

Hasil

A. Deskripsi Umum Kegiatan

Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) yang dilaksanakan di SMA Muhammadiyah Lempangan Kabupaten Gowa bertujuan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika melalui penerapan teknologi VirtuPhylab dan pendekatan pembelajaran berbasis STEM. Kegiatan ini difokuskan pada pemberdayaan guru fisika dan IPA, serta peningkatan keterampilan digital siswa, untuk mengatasi berbagai kendala pembelajaran seperti keterbatasan alat laboratorium, rendahnya literasi teknologi, dan kurang optimalnya integrasi STEM dalam proses belajar mengajar.

Sekolah mitra menghadapi tantangan dalam pembelajaran fisika, terutama dalam hal keterbatasan media eksperimen, sehingga banyak konsep abstrak tidak dapat divisualisasikan secara langsung. Selain itu, guru fisika belum sepenuhnya terampil menggunakan teknologi sebagai media pembelajaran. Melalui program PkM ini, tim melakukan sosialisasi, pelatihan, implementasi aplikasi VirtuPhylab, serta pendampingan intensif, sehingga guru dapat merancang pembelajaran yang lebih interaktif, kontekstual, dan berbasis teknologi. Program ini juga memberikan solusi untuk meningkatkan pemahaman siswa melalui simulasi eksperimen fisika virtual yang aman, ekonomis, dan mudah diakses. Kegiatan ini diharapkan mampu meningkatkan kompetensi pedagogik dan digital guru, memperkaya pengalaman belajar siswa, dan mendukung transformasi sekolah menuju pembelajaran berbasis teknologi yang berkelanjutan.

B. Rancangan dan Desain Teknologi

Pada Rancangan program penerapan Teknologi VirtuPhylab disusun berdasarkan hasil analisis kebutuhan pembelajaran fisika di SMA Muhammadiyah Lempangan Kabupaten Gowa. Observasi awal menunjukkan bahwa sekolah memiliki keterbatasan sarana laboratorium fisika, sehingga sebagian besar materi disampaikan secara teoritis tanpa dukungan kegiatan eksperimen. Kondisi ini menyebabkan rendahnya kemampuan siswa memahami konsep-konsep abstrak, seperti gerak harmonik, rangkaian listrik, optika, dan dinamika. Guru juga membutuhkan penguatan keterampilan teknologi serta pendekatan pembelajaran berbasis STEM agar proses pembelajaran lebih menarik dan efektif.

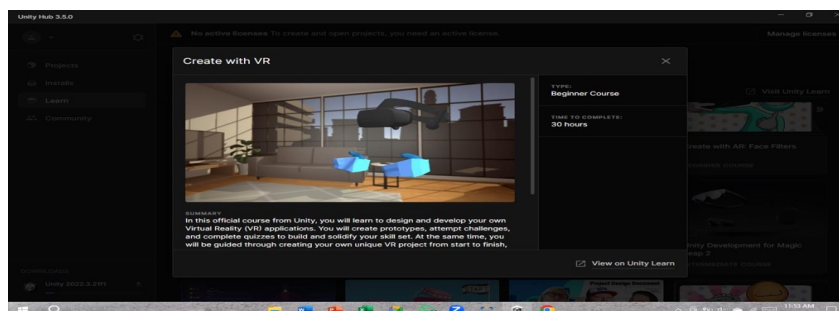
Berdasarkan analisis tersebut, tim PkM merancang penerapan VirtuPhylab, sebuah platform laboratorium virtual yang memungkinkan siswa melakukan eksperimen digital tanpa keterbatasan alat dan ruang. VirtuPhylab menyediakan simulasi interaktif yang menyerupai percobaan nyata, memungkinkan manipulasi variabel fisika secara presisi, dan memfasilitasi pengembangan kemampuan analisis data. Platform ini dapat diakses melalui laptop atau smartphone, sehingga sesuai dengan kondisi teknologi sekolah. Perancangan program mencakup penyusunan perangkat pembelajaran yang terdiri atas modul penggunaan VirtuPhylab, RPP berbasis STEM, dan LKPD berbasis inkuiri. Modul memuat panduan instalasi, penggunaan fitur simulasi, dan contoh praktikum virtual. RPP dirancang untuk

mengintegrasikan VirtuPhylab dalam pembelajaran tatap muka dan kegiatan eksplorasi mandiri siswa.

LKPD disusun untuk melatih keterampilan observasi, analisis grafik, pengolahan data simulasi, dan penarikan kesimpulan ilmiah. Integrasi VirtuPhylab dirancang menggunakan pendekatan blended learning, di mana guru memberikan demonstrasi simulasi saat tatap muka, sedangkan siswa dapat melakukan eksperimen virtual secara mandiri. Pada tahap ini, guru berperan sebagai fasilitator dan pembimbing. Untuk memastikan efektivitas program, disusun instrumen evaluasi berupa pre-test dan post-test konsep, analisis hasil LKPD, dan lembar observasi aktivitas digital siswa. Rancangan ini diharapkan dapat meningkatkan literasi sains, keterampilan digital, dan pemahaman konsep fisika siswa secara signifikan, serta memperkuat kemampuan guru dalam menerapkan teknologi pembelajaran STEM.

C. Pembuatan dan Pengujian Prototipe

Setelah desain alat selesai, langkah selanjutnya adalah Tahap pembuatan dan pengujian prototipe merupakan bagian penting dalam memastikan bahwa program penerapan Teknologi VirtuPhylab dapat diimplementasikan secara efektif dalam pembelajaran fisika di SMA Muhammadiyah Lempangan. Prototipe dalam konteks kegiatan PkM ini berupa alat fisik dan desain berupa paket implementasi pembelajaran digital yang mencakup perangkat mengajar, instrumen pendukung, serta skenario pembelajaran yang terintegrasi dengan VirtuPhylab. Proses pembuatan prototipe dilakukan secara sistematis agar dapat digunakan oleh guru dan dipahami dengan mudah oleh siswa.





Gambar 2. Pengembangan desain prototipe perangkat pembelajaran VirtuPgylab

Tahap pertama adalah pengembangan desain prototipe perangkat pembelajaran VirtuPhylab. Tim PkM mengidentifikasi kompetensi dasar dan capaian pembelajaran fisika SMA yang relevan untuk disimulasikan melalui VirtuPhylab, seperti gerak lurus, gerak parabola,. Setiap topik dipetakan dengan jenis percobaan virtual yang tersedia dalam VirtuPhylab, sehingga modul pembelajaran yang dikembangkan benar-benar sesuai dengan kurikulum. Selanjutnya, disusun tiga perangkat utama: (1) Modul penggunaan VirtuPhylab bagi guru dan siswa, (2) RPP berbasis pendekatan STEM, dan (3) LKPD berbasis eksperimen virtual. Modul penggunaan dirancang secara rinci berisi langkah instalasi, login, navigasi antarmuka, serta panduan mengatur variabel dan membaca keluaran simulasi. RPP dan LKPD dirancang untuk mengarahkan siswa melakukan penyelidikan ilmiah melalui tahapan mengamati, merumuskan masalah, mencoba, mengumpulkan data, menganalisis, dan menarik kesimpulan. Tahap kedua adalah pengembangan skenario pembelajaran prototipe. Skenario ini menggambarkan alur penggunaan VirtuPhylab dalam kelas, mulai dari kegiatan apersepsi, demonstrasi awal oleh guru, eksperimen mandiri siswa, hingga diskusi hasil simulasi. Skenario ini dibuat agar guru tidak mengalami kebingungan saat menerapkan teknologi baru di kelas. Selain itu, prototipe juga mencakup rubrik penilaian eksperimen virtual dan lembar observasi yang memudahkan guru menilai keterampilan proses sains siswa. Tahap ketiga adalah pengujian prototipe (prototype testing) yang dilakukan melalui uji coba terbatas dengan melibatkan guru fisika dan kelompok kecil siswa kelas X dan XI. Pengujian ini bertujuan menilai kelayakan pedagogis, kemudahan penggunaan antarmuka, serta efektivitas VirtuPhylab dalam membantu pemahaman konsep. Guru terlebih dahulu mencoba melakukan simulasi percobaan, mengevaluasi alur penggunaan modul, dan memberikan masukan terkait bahasa, tampilan, serta kesesuaian skenario pembelajaran. Setelah itu, siswa diminta menjalankan percobaan virtual sederhana, seperti analisis gerak parabola atau

pengamatan hubungan tegangan–arus pada rangkaian listrik. Selama uji coba, tim PkM mencatat tingkat pemahaman siswa, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan simulasi, serta kendala teknis yang muncul.



Gambar 3. Pengujian Prototype VirtuPhylab

Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe berjalan dengan baik. Guru merasa terbantu karena VirtuPhylab memungkinkan kegiatan praktikum yang sebelumnya sulit dilakukan. Siswa menunjukkan antusias tinggi dan mampu melakukan eksperimen virtual secara mandiri setelah diberikan instruksi singkat. Selain itu, penggunaan LKPD berbasis simulasi terbukti meningkatkan kemampuan siswa dalam membaca grafik dan menganalisis data. Meskipun demikian, terdapat beberapa masukan untuk penyempurnaan, seperti perlunya tutorial video tambahan dan penyesuaian tampilan modul agar lebih ramah pengguna.

D. Implementasi di Lapangan

Setelah prototipe perangkat pembelajaran VirtuPhylab selesai dikembangkan dan diuji coba secara terbatas, tahap berikutnya adalah implementasi langsung di SMA Muhammadiyah Lempangan Kabupaten Gowa. Implementasi di lapangan bertujuan memastikan bahwa teknologi VirtuPhylab dapat digunakan secara optimal dalam pembelajaran fisika dan memberikan peningkatan nyata terhadap pemahaman konsep, keterampilan digital, serta kemampuan proses sains siswa.

Tim PkM memulai tahap implementasi dengan melaksanakan pelatihan intensif bagi guru fisika. Pelatihan ini berfokus pada pengenalan fitur utama VirtuPhylab, cara menjalankan simulasi eksperimen, teknik manipulasi variabel, interpretasi grafik hasil simulasi, serta cara memasukkan VirtuPhylab ke dalam RPP berbasis STEM. Guru juga dilatih menggunakan LKPD eksperimen virtual sebagai panduan pendamping siswa saat melakukan kegiatan praktikum digital. Pelatihan dilakukan secara langsung dan disertai praktik agar guru memahami alur penggunaan secara menyeluruh.



Gambar 4. Implementasi teknologi pembelajaran berbasis VirtuPhylab

Setelah pelatihan, program dilanjutkan dengan penerapan VirtuPhylab dalam pembelajaran fisika di kelas X dan XI. Guru memulai dengan demonstrasi penggunaan VirtuPhylab melalui proyektor, diikuti instruksi kepada siswa untuk melakukan eksplorasi mandiri menggunakan LKPD. Siswa menjalankan berbagai eksperimen virtual, seperti analisis gerak parabola, pengamatan rangkaian listrik, dan percobaan gelombang. Hasil simulasi kemudian diolah siswa untuk dianalisis dan dipresentasikan.



Gambar 5. Implementasi teknologi pembelajaran berbasis VirtuPhylab

Respons siswa terhadap pembelajaran berbasis VirtuPhylab sangat positif. Siswa merasa lebih mudah memahami konsep fisika yang selama ini bersifat abstrak, karena simulasi memvisualisasikan perubahan variabel secara langsung. Pembelajaran menjadi lebih interaktif dan meningkatkan motivasi belajar mereka. Namun, beberapa siswa memerlukan waktu adaptasi untuk memahami navigasi platform, terutama pada eksperimen dengan banyak parameter. Selama implementasi, beberapa kendala teknis muncul seperti keterbatasan perangkat dan koneksi internet. Tim PkM menindaklanjuti dengan pendampingan lanjutan serta penyediaan tutorial

tambahan agar guru dan siswa dapat berlatih mandiri. Secara keseluruhan, implementasi VirtuPhylab menunjukkan efektivitas tinggi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran STEM di SMA Muhammadiyah Lempangan.

E. Penyelesaian Masalah dan Kendala

Selama pelaksanaan kegiatan, beberapa masalah dan kendala muncul yang perlu diselesaikan untuk memastikan kelancaran proses implementasi. Masalah yang Dihadapi:

1. Adaptasi Guru dan Siswa terhadap Teknologi Baru

Sebagian guru dan siswa mengalami kesulitan dalam menggunakan VirtuPhylab pada tahap awal. Tantangan muncul terutama dalam hal memahami navigasi platform, membaca tampilan grafik simulasi, serta mengatur parameter percobaan dalam simulasi berbasis STEM.

2. Keterbatasan Perangkat dan Akses Internet

Sekolah memiliki jumlah perangkat laptop yang terbatas dan jaringan internet yang tidak selalu stabil pada seluruh ruang kelas. Kondisi ini menghambat pelaksanaan eksperimen virtual secara bersamaan di seluruh kelas.

3. Variasi Tingkat Kemampuan Literasi Digital

Siswa memiliki tingkat kemampuan digital yang berbeda-beda. Sebagian siswa cepat memahami penggunaan VirtuPhylab, namun sebagian lainnya membutuhkan pendampingan lebih intensif saat menjalankan simulasi.

Solusi yang Diterapkan:

1. Pelatihan Lanjutan dan Pendampingan Tahap Demi Tahap

Tim PkM memberikan pelatihan lanjutan untuk guru dan siswa. Pendampingan dilakukan pada tiap tahap pembelajaran, mulai dari login, menjalankan simulasi, hingga menganalisis data. Tutorial video juga diberikan untuk memudahkan pembelajaran mandiri.

2. Penyesuaian Strategi Penggunaan Perangkat

Implementasi dilakukan dengan sistem bergiliran dan blended mode, yaitu kombinasi demonstrasi guru, kelompok kecil eksperimen mandiri, dan penggunaan perangkat pribadi siswa yang memungkinkan. Pendampingan diberikan untuk memaksimalkan penggunaan perangkat yang tersedia.

3. Penyederhanaan Modul Penggunaan dan LKPD

Desain modul VirtuPhylab disesuaikan menjadi lebih sederhana dan ramah pengguna. LKPD diperbaiki agar lebih mudah dipahami, dengan instruksi visual sebagai panduan langkah demi langkah.

F. Peningkatan Kualitas dan Efisiensi Produktivitas

Penerapan Teknologi VirtuPhylab dalam pembelajaran fisika di SMA Muhammadiyah Lempangan memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kualitas dan efisiensi proses pembelajaran. Teknologi laboratorium virtual ini memberikan alternatif solusi terhadap keterbatasan fasilitas laboratorium fisik yang

selama ini menjadi hambatan dalam pelaksanaan praktikum. Dengan VirtuPhylab, siswa dapat melakukan eksperimen virtual secara mandiri dan interaktif melalui visualisasi digital yang menyerupai kondisi eksperimen nyata. Dari sisi kualitas pembelajaran, VirtuPhylab memungkinkan siswa mempelajari konsep abstrak seperti gerak parabola, energi potensial–kinetik, rangkaian listrik, dan interferensi cahaya dengan lebih mudah.

Simulasi digital yang dilengkapi kontrol variabel memberikan kesempatan kepada siswa untuk melihat hubungan antarvariabel fisika secara langsung melalui grafik dan data numerik. Hal ini mendorong siswa untuk lebih aktif dalam menganalisis data, menarik kesimpulan, serta terlibat dalam proses inkuiri ilmiah. Guru juga melaporkan bahwa penggunaan VirtuPhylab memperjelas penjelasan konsep yang selama ini sulit divisualisasikan hanya melalui gambar atau penjelasan verbal. Dari sisi efisiensi waktu, VirtuPhylab mengurangi kebutuhan persiapan alat dan bahan seperti pada praktikum konvensional. Percobaan dapat dilakukan dalam waktu singkat tanpa mengurangi kualitas proses ilmiah.

Siswa dapat mengulang eksperimen beberapa kali untuk memahami pola, sehingga proses trial and error dapat dilakukan lebih cepat dan aman. Selain itu, penerapan VirtuPhylab meningkatkan efisiensi sumber belajar. Guru tidak lagi harus mengandalkan alat laboratorium fisik yang jumlahnya terbatas, sementara siswa dapat mengakses simulasi kapan saja di luar jam pelajaran. Output data dari simulasi otomatis tersusun secara sistematis, memudahkan guru dalam melakukan evaluasi pembelajaran. Secara keseluruhan, VirtuPhylab terbukti mampu meningkatkan mutu pembelajaran fisika, memperkuat literasi sains dan digital siswa, serta menciptakan lingkungan belajar yang lebih modern dan sesuai dengan prinsip pembelajaran berbasis STEM.

G. Evaluasi dan Monitoring

Setelah VirtuPhylab diterapkan dalam pembelajaran, kegiatan evaluasi dan monitoring dilakukan secara sistematis untuk memastikan bahwa penggunaan teknologi ini berjalan efektif dan memberikan dampak signifikan terhadap proses pembelajaran fisika. Evaluasi dilakukan berdasarkan umpan balik guru dan siswa, pengamatan terhadap keterlibatan siswa selama kegiatan eksperimen virtual, serta pengukuran peningkatan pemahaman konsep melalui instrumen tes.

1. Metode Monitoring

a. Pengawasan Pembelajaran Secara Berkala

Tim PkM melakukan monitoring rutin terhadap pelaksanaan pembelajaran yang menggunakan VirtuPhylab. Pengawasan dilakukan dengan mengobservasi kelas, mencatat penggunaan fitur simulasi, serta mengidentifikasi kendala teknis yang muncul. Hal ini memastikan proses pembelajaran tetap berlangsung lancar dan guru dapat mengintegrasikan platform dengan optimal.

b. Penilaian Kinerja Pembelajaran dan Pemahaman

Konsep Monitoring juga dilakukan melalui analisis hasil LKPD, pre-test dan post-test, serta refleksi pembelajaran. Data ini digunakan untuk memantau peningkatan pemahaman siswa dan efektivitas penggunaan VirtuPhylab dalam mendukung pembelajaran berbasis STEM.

2. Rencana Pemeliharaan: Agar pemanfaatan VirtuPhylab dapat berlangsung jangka panjang, tim PkM menyiapkan mekanisme pemeliharaan berupa:

- a. pendampingan berkelanjutan bagi guru dalam eksplorasi fitur-fitur lanjutan VirtuPhylab
- b. penyediaan modul tambahan dan tutorial video,
- c. pengembangan kelompok kerja guru (teacher learning community) khusus pembelajaran berbasis teknologi,
- d. koordinasi berkala untuk memastikan kesiapan perangkat dan jaringan internet di sekolah.

Pendekatan ini diharapkan membuat guru mampu merawat keberlanjutan penggunaan VirtuPhylab secara mandiri.

H. Partisipasi Masyarakat dan Kolaborasi

Partisipasi aktif dari warga sekolah menjadi kunci kesuksesan implementasi VirtuPhylab. Guru dan siswa terlibat secara langsung dalam proses pelatihan, uji coba, hingga tahap implementasi penuh dalam pembelajaran fisika. Guru berperan sebagai fasilitator utama dalam pemanfaatan teknologi, sementara siswa menjadi subjek utama yang merasakan dampak penerapan eksperimen virtual. Selain partisipasi internal sekolah, kolaborasi eksternal juga memainkan peran penting.

Dukungan dari pihak sekolah, komite sekolah, serta koordinasi dengan Dinas Pendidikan Kabupaten Gowa membantu menyediakan fasilitas pendukung seperti jaringan internet, ruang pelatihan, serta perangkat komputer yang diperlukan. Kolaborasi ini memungkinkan kegiatan PkM berjalan lebih efektif dan terarah. Keterlibatan sekolah dalam setiap tahap kegiatan meningkatkan kapasitas guru dalam menerapkan pembelajaran berbasis teknologi serta memperkuat kemampuan siswa dalam memahami konsep fisika. Sinergi antara tim PkM, guru, dan pihak sekolah juga menciptakan keberlanjutan program, memastikan bahwa manfaat yang dihasilkan tidak hanya dirasakan selama kegiatan.

Simpulan

Program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) melalui penerapan Teknologi VirtuPhylab berbasis STEM di SMA Muhammadiyah Lempangan Kabupaten Gowa telah memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan mutu pembelajaran fisika. Kegiatan ini berhasil menjawab permasalahan utama sekolah berupa keterbatasan fasilitas laboratorium fisika, rendahnya keterampilan digital guru dan siswa, serta kurangnya pengalaman praktikum yang berkualitas. Melalui implementasi

VirtuPhylab, proses pembelajaran mengalami transformasi dari pembelajaran konvensional berbasis ceramah menuju pembelajaran digital interaktif yang memungkinkan siswa melakukan eksperimen fisika secara virtual dengan aman, cepat, dan terstandarisasi. VirtuPhylab memberikan dampak nyata terhadap pemahaman konsep siswa. Dengan visualisasi real-time, fitur manipulasi variabel, dan tampilan grafik otomatis, siswa dapat mengeksplorasi berbagai fenomena fisika seperti gerak parabola, interferensi cahaya, rangkaian listrik, hingga hukum-hukum mekanika secara lebih mendalam.

Kemampuan mereka dalam menganalisis data, menginterpretasikan grafik, dan melakukan investigasi ilmiah meningkat secara signifikan dibandingkan pembelajaran sebelumnya yang hanya berbasis teori. Selain itu, tingkat motivasi belajar siswa meningkat seiring dengan tersedianya lingkungan belajar yang lebih menarik, modern, dan sesuai dengan gaya belajar generasi digital. Guru fisika juga memperoleh manfaat besar dari program ini. Melalui pelatihan intensif dan pendampingan yang dilakukan tim PKM, guru mengalami peningkatan keterampilan dalam penggunaan teknologi pendidikan, penyusunan RPP berbasis STEM, dan penerapan metode pembelajaran berbasis inkuiri. Penguatan kapasitas guru ini menjadi fondasi penting untuk memastikan keberlanjutan penggunaan VirtuPhylab di sekolah setelah program PKM selesai. Guru kini lebih percaya diri dalam mengintegrasikan simulasi digital ke dalam proses pembelajaran sehingga pembelajaran fisika menjadi lebih efektif dan efisien. Namun, untuk memastikan keberlanjutan dan perluasan dampak program, beberapa langkah strategis perlu dilakukan. Pertama, pendampingan berkelanjutan kepada guru sangat diperlukan agar kompetensi penggunaan VirtuPhylab terus berkembang.

Pembentukan komunitas belajar guru fisika berbasis teknologi akan sangat membantu untuk berbagi praktik baik dan memecahkan kendala teknis yang mungkin muncul. Kedua, pengayaan modul VirtuPhylab perlu terus dikembangkan untuk mencakup lebih banyak topik fisika sesuai Kurikulum Merdeka. Penambahan modul eksperimen akan menjadikan VirtuPhylab semakin lengkap dan relevan untuk mendukung pembelajaran jangka panjang. Ketiga, perluasan implementasi ke sekolah lain di Kabupaten Gowa dan sekitarnya perlu dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan setiap sekolah, kesiapan infrastruktur digital, serta kapasitas guru. Sekolah dengan keterbatasan sarana laboratorium akan sangat diuntungkan dengan teknologi ini. Keempat, penguatan sarana pendukung seperti akses internet, perangkat komputer, dan fasilitas IT menjadi langkah kunci agar VirtuPhylab dapat digunakan secara optimal. Kelima, monitoring dan evaluasi berkelanjutan harus dilakukan untuk melihat perkembangan hasil belajar siswa, peningkatan literasi digital, dan efektivitas penggunaan aplikasi terhadap pemahaman konsep fisika. Melalui upaya-upaya tersebut, diharapkan program pemberdayaan ini dapat memberikan dampak jangka panjang yang tidak hanya meningkatkan kualitas pembelajaran fisika di SMA Muhammadiyah Lempangan, tetapi juga menjadi model implementasi pembelajaran digital berbasis STEM bagi sekolah-sekolah lain di wilayah Kabupaten Gowa dan sekitarnya.

Daftar Pustaka

- Putra DP, Murniati M, Bancong H. Penerapan Teknologi VirtuPhyLab dalam Pembelajaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Kelas siswa SMAN 1 Sungguminasa 2024;3:11.
- Putra DP. Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Kartun 3D. Jurnal Literasi Digital 2021;1:88–93. <https://doi.org/10.30605/jld.1.2.2021.17>.
- Putra DP, Murniati M. Media Pembelajaran Berbasis STEAM: Membantu Mengembangkan Keterampilan Anak. Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu 2023;3:83–100. <https://doi.org/10.54065/pelita.3.2.2023.331>.
- Putra DP. Analisis Keterampilan Berbahasa dan Literasi Ilmiah Siswa Sekolah Dasar Melalui Discovery Learning dan Media ICT. Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu 2024;4:70–9. <https://doi.org/10.54065/pelita.4.1.2024.444>.
- Karmila K, Putra DP. Pengaruh Pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering And Mathematics) Pada Materi Fluida Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik. Jurnal Literasi Digital 2022;2:11–20. <https://doi.org/10.54065/jld.2.1.2022.115>.
- Rosmiati, Ulvah. Training on the Implementation of Online Learning System Applications for Teachers at SMAN 4 Palopo. Riwayat: Educational Journal of History and Humanities 2023;6:478–85. <https://doi.org/10.24815/jr.v5i2.30475>.
- Siti Fatimah, Sigit Prasetyo, Erni Munastiwi. Inovasi dalam Pengajaran IPA di Sekolah Dasar Melalui Penggunaan Teknologi Digital. MUBTADI: Jurnal Pendidikan Ibtidaiyah 2024;6:15–27. <https://doi.org/10.19105/mubtadi.v6i1.14271>.
- Putra DP, Sari MP, Bancong H, Murniati M. Teknologi Virtu PhyLab dalam Pembelajaran Fisika. Purbalingga: Eureka Media Aksara; 2025.
- Lubis MI, Bukhori B, Wahyudi D, Ernita M, Harahap DSF. Pelatihan Media Pembelajaran Digital Pada MGMP Ekonomi. Community Service Journal of Economic Education 2024;3:34–41. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24014/csjee.v3i2.33073>.
- Putra LD, Pratama AZS. Pemanfaatan Media dan Teknologi Digital dalam Mengatasi Masalah Pembelajaran. Journal Transformation of Mandalika 2023;4:323–9.
- Wahyuni H, Marno M. Transformasi Pendidikan: Peran Teknologi Digital dalam Mendukung Efektivitas Pelaksanaan Kurikulum Merdeka Belajar di Era Digitalisasi. Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar 2024;9:5675–88. <https://doi.org/10.23969/jp.v9i2.14888>.
- Haq AK, Rizkiah SN, Andara Y. Tantangan dan Dampak Transformasi Pendidikan Berbasis Digital Terhadap Kualitas Pembelajaran di Sekolah Dasar. Jurnal Pengajaran Sekolah Dasar 2023;2:168–77. <https://doi.org/10.56855/jpsd.v2i2.865>