



## Peningkatan Kompetensi Guru Melalui Pemanfaatan Virtual Laboratory Berbasis STEM di MTS N 8 Majalengka

Haris Hamdani<sup>1</sup>, Ratih Kumalasari<sup>2\*</sup>, Arie Purwa Kusuma<sup>3</sup>, Nabila Qothrunnada Zulfa<sup>4</sup>, Aron Micael Tambunan<sup>5</sup>

<sup>1,2,4,5</sup> Universitas Bhayangkara Jakarta Raya Indonesia

<sup>3</sup> STKIP Kusuma Negara Jakarta, Indonesia

\* E-mail: ratih.kumalasari@dsn.ubharajaya.ac.id

### Abstract

*This study aims to evaluate the effectiveness of training on utilizing Virtual Laboratory (VirtLab) based on STEM to enhance teachers' skills at MTsN 8 Majalengka. Involving 43 teachers, the research employed a quantitative method with a pretest-posttest design. Instruments in the form of tests and questionnaires revealed an increase in the average pretest score (60) to posttest (81), with paired t-test results showing a significant difference ( $p < 0.05$ ). A total of 83.7% of teachers achieved the "Good" and "Very Good" categories, demonstrating the success of the training, although 16.3% of participants required further assistance. This training effectively improved teachers' competencies in integrating VirtLab into STEM-based teaching, with recommendations to develop ongoing training programs to support future learning quality.*

**Keywords:** Virtual Lab, STEM, Teacher Training, Digital Media.

### Abstrak

Pelatihan pemanfaatan *Virtual Laboratory (ViLab)* berbasis *STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)* yang bertujuan meningkatkan kemampuan guru di MTsN 8 Majalengka yang melibatkan 43 guru telah dilaksanakan dan dilakukan evaluasi dengan kuesioner menunjukkan peningkatan rata-rata skor pretest (60) menjadi posttest (81) dengan peningkatan sebesar 35%. Selain itu sebanyak 83.7% guru mencapai kategori "Baik" dan "Sangat Baik," menunjukkan keberhasilan pelatihan, meskipun 16.3% guru membutuhkan pendampingan lebih lanjut. Pelatihan ini terbukti efektif dalam meningkatkan kompetensi guru dalam memanfaatkan *VirtLab* berbasis *STEM*, dengan rekomendasi pengembangan program pelatihan berkelanjutan untuk mendukung kualitas pembelajaran di masa depan

**Kata kunci:** Virtual Lab, STEM, Pelatihan Guru, Media Digital.

## PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menghadapi tantangan besar untuk mempersiapkan peserta didik dengan keterampilan yang relevan di era revolusi industri 4.0. Salah satu pendekatan yang berkembang pesat adalah integrasi pembelajaran berbasis *STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics)*. *STEM* tidak hanya berfokus pada penguasaan ilmu pengetahuan, tetapi juga melatih keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan literasi digital (Bybee, 2013). Namun, implementasi *STEM* di berbagai sekolah masih menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan sumber daya, kurangnya pelatihan guru, dan minimnya adopsi teknologi pembelajaran yang efektif (Margot & Kettler, 2019). Penggunaan media pembelajaran menjadi hal yang sangat penting bagi guru dalam mendukung kegiatan belajar mengajar di sekolah. Media pembelajaran berfungsi sebagai alat khusus untuk merangsang pemikiran, emosi, perhatian, serta motivasi siswa agar proses pembelajaran berjalan efektif (Efendi, 2018). Dalam era teknologi yang semakin maju, guru dapat memanfaatkan berbagai bentuk media digital sebagai sarana pembelajaran. Kemajuan pesat teknologi media digital memberikan dampak signifikan pada pendidikan, terlihat dari penerapan pembelajaran digital yang menggunakan teknologi informasi untuk mendukung kegiatan pembelajaran (Wityastuti et al., 2022).

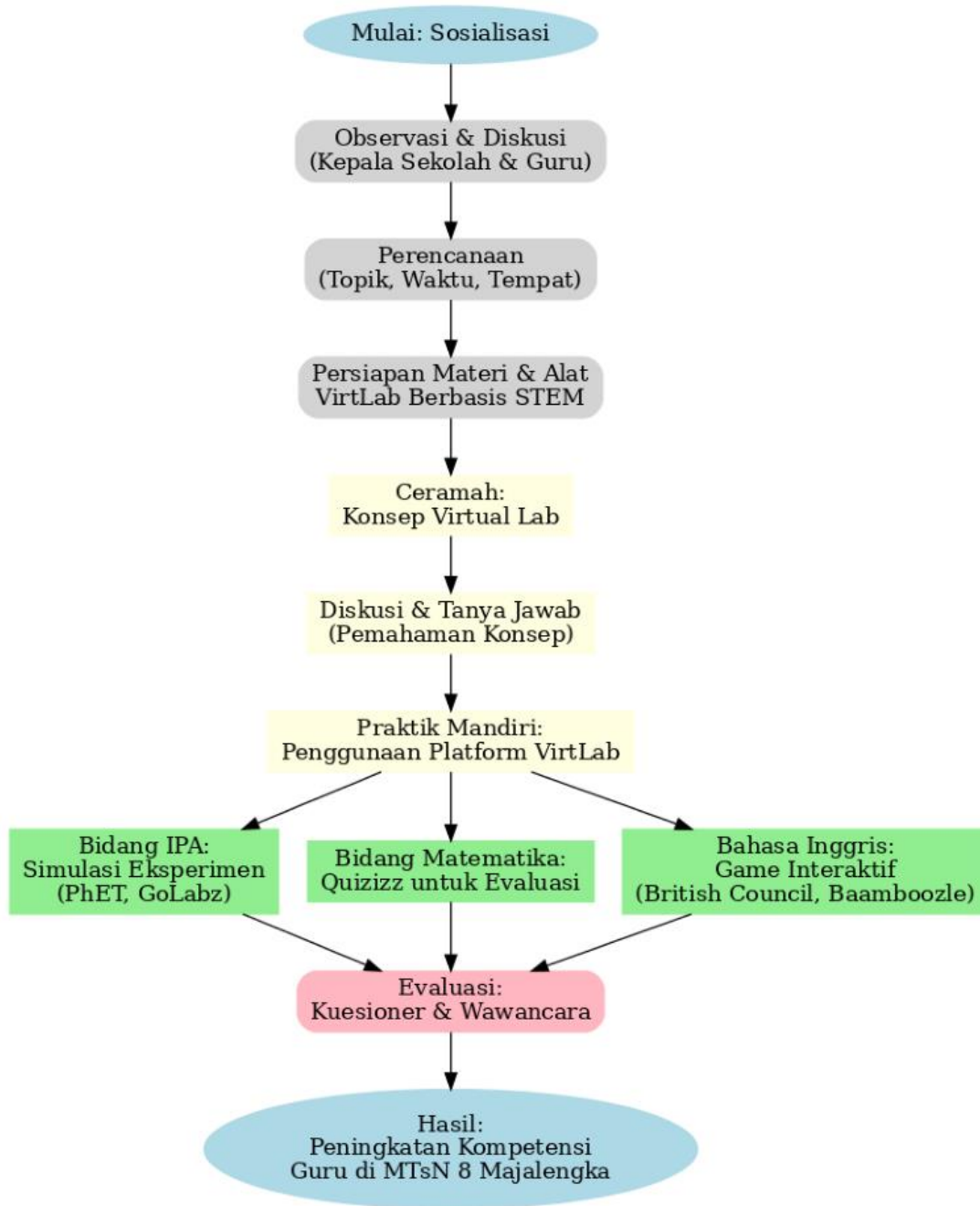
MTsN 8 Majalengka sebagai salah satu lembaga pendidikan di Indonesia juga menghadapi tantangan serupa. Mayoritas guru belum sepenuhnya memanfaatkan teknologi pembelajaran digital

untuk mendukung pengajaran berbasis STEM. Berdasarkan survei, mayoritas guru memiliki pengalaman mengajar lebih dari satu dekade, tetapi masih kesulitan merancang media berbasis teknologi informasi karena kurangnya pelatihan dan fasilitas pendukung di sekolah. Metode pembelajaran konvensional yang dominan juga berdampak pada rendahnya minat dan partisipasi siswa. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi pembelajaran melalui pelatihan dan pendampingan intensif untuk membantu guru merancang dan memanfaatkan media pembelajaran yang lebih menarik. Salah satu solusi yang potensial adalah penggunaan Virtual Laboratory (VirtLab), sebuah media pembelajaran digital yang memungkinkan simulasi eksperimen secara interaktif dan aman (Dewi et al., 2020). Media ini tidak hanya mempermudah guru dalam menjelaskan konsep abstrak, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan efektif bagi siswa. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan VirtLab dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep sains hingga 40% dibandingkan metode tradisional (Hake, 1998).

Pelatihan pemanfaatan VirtLab berbasis STEM ini dirancang untuk membantu guru meningkatkan kompetensi mereka dalam merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi pembelajaran berbasis teknologi. Artikel ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas pelatihan tersebut, terutama dalam meningkatkan kemampuan guru di MTsN 8 Majalengka. Dengan pendekatan kuasi-eksperimen, penelitian ini memberikan gambaran yang jelas tentang perubahan kemampuan guru sebelum dan sesudah pelatihan, serta dampaknya terhadap kualitas pembelajaran di kelas. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi model pelatihan yang dapat diterapkan di sekolah lain untuk memperkuat implementasi STEM di Indonesia. Selain penggunaan media digital, guru juga dapat mengoptimalkan *Virtual Laboratory*, sebuah simulasi digital untuk pembelajaran sains yang memungkinkan kolaborasi dan eksperimen berbasis teknologi. Laboratorium virtual ini menawarkan pengalaman belajar yang mendalam dengan grafis 3D yang beragam (Abramov et al., 2016). Dengan menggabungkan pendekatan *STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)*, guru dapat menyusun pembelajaran yang mengintegrasikan keterampilan praktis dan teori, memecahkan masalah, serta menyiapkan siswa untuk tantangan dunia kerja (Setiawan et al., 2020; Fathoni et al., 2020). Program pelatihan berbasis STEM ini bertujuan untuk mengembangkan kemampuan guru MTsN 8 Majalengka agar mampu menciptakan pembelajaran inovatif yang relevan dengan kebutuhan zaman.

## **METODE PENELITIAN**

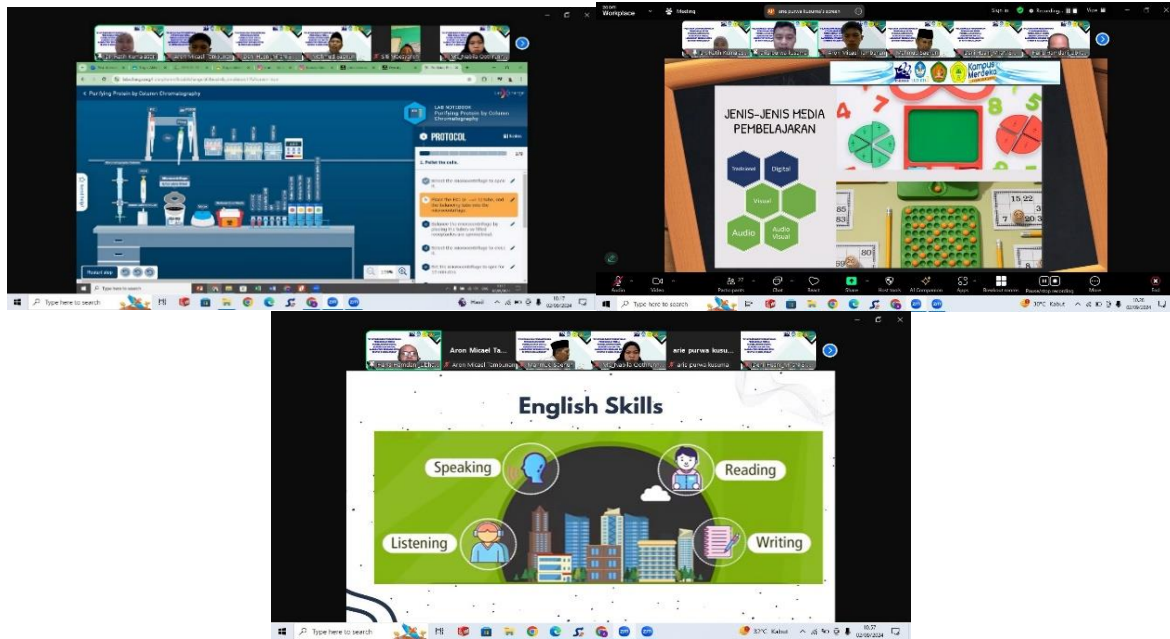
Pelatihan dan pendampingan penggunaan Virtual Laboratory berbasis STEM di MTsN 8 Majalengka bertujuan meningkatkan kompetensi guru dalam menciptakan media pembelajaran digital yang inovatif dan interaktif. Kegiatan diawali dengan tahap sosialisasi, di mana tim pelaksana melakukan observasi dan diskusi dengan kepala sekolah serta guru untuk mengidentifikasi kendala utama dalam pembelajaran. Selanjutnya, topik pelatihan ditentukan, tempat dan waktu pelaksanaan disepakati, serta materi pelatihan dipersiapkan.



**Gambar 1.** Flowchart Kegiatan Pelatihan dan pendampingan penggunaan Virtual Laboratory berbasis STEM di MTsN 8 Majalengka

Pelatihan terdiri dari tiga metode utama: ceramah untuk memperkenalkan konsep Virtual Laboratory, diskusi dan tanya jawab untuk menjelaskan hal-hal yang belum dipahami, serta praktik penerapan teknologi. Guru dilatih menggunakan platform seperti PhET, GoLabz, LabXchange, dan software Macromedia Flash Player untuk mendesain animasi interaktif. Platform ini membantu menciptakan pembelajaran yang menarik, hemat biaya, dan bebas risiko kecelakaan laboratorium. Materi pelatihan mencakup tiga bidang utama: IPA, Matematika, dan Bahasa Inggris. Pada bidang IPA, peserta memanfaatkan Virtual Laboratory untuk simulasi eksperimen. Di bidang Matematika, guru diajarkan menggunakan Quizizz untuk evaluasi pembelajaran interaktif. Sementara itu, pada bidang Bahasa Inggris, guru dikenalkan pada platform seperti British Council dan Baamboozle untuk meningkatkan keterampilan berbahasa siswa melalui metode berbasis game. Selama pelatihan, peserta didorong untuk terlibat aktif melalui diskusi dan praktik mandiri. Spesifikasi alat yang digunakan

termasuk perangkat komputer atau laptop dengan spesifikasi minimal RAM 4GB dan koneksi internet stabil, sementara bahan ajar mencakup modul STEM berbasis VirtLab yang dirancang sesuai kebutuhan peserta.



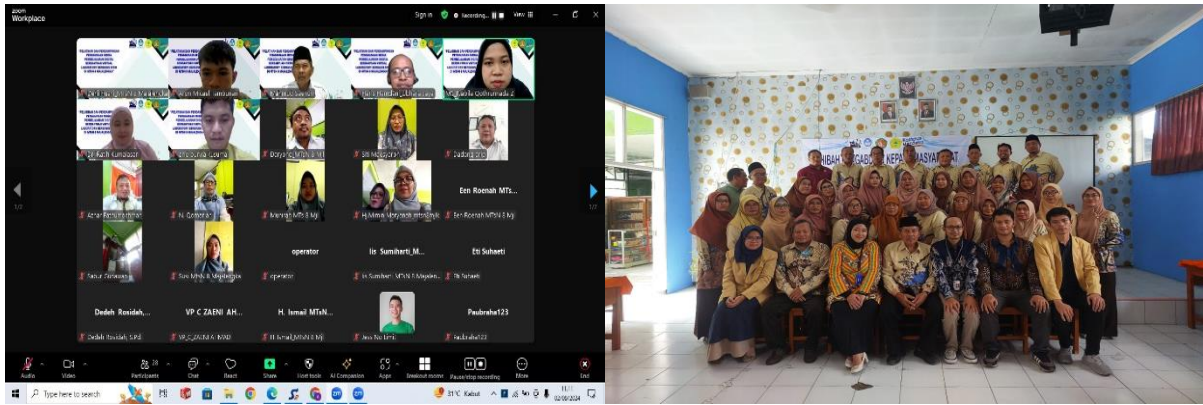
Gambar 2. Pelatihan Secara Daring

Evaluasi program dilakukan melalui wawancara dan kuesioner untuk mengukur pemahaman dan keterampilan guru. Hasilnya menunjukkan bahwa pelatihan ini meningkatkan kepercayaan diri guru dalam menerapkan teknologi digital di kelas. Para guru merasa bahwa materi pelatihan relevan dengan kebutuhan pembelajaran dan berdampak positif terhadap proses belajar mengajar.



Gambar 3. Pelatihan Secara Luring

Untuk menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain pretest-posttest untuk mengevaluasi efektivitas pelatihan dalam meningkatkan kemampuan guru di MTsN 8 Majalengka terkait pemanfaatan VirtLab berbasis STEM. Subjek penelitian adalah 43 guru yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling, dengan kriteria utama keikutsertaan dalam pelatihan dan latar belakang pengajaran di bidang sains atau mata pelajaran terkait. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mengukur perubahan pemahaman dan kemampuan guru sebelum dan sesudah pelatihan.



**Gambar 4.** Peserta Pelatihan secara daring dan luring

Data dikumpulkan menggunakan dua instrumen utama, yaitu tes dan kuesioner. Tes berupa soal terkait perencanaan pembelajaran, implementasi pembelajaran dan evaluasi pembelajaran digunakan dalam pretest dan posttest untuk mengukur tingkat pengetahuan dan keterampilan guru, baik sebelum memulai pelatihan maupun setelahnya. Kuesioner, yang terdiri dari 10 pertanyaan berbasis skala Likert, digunakan untuk menilai persepsi dan pemahaman guru terhadap penggunaan VirtLab serta penerapannya dalam pembelajaran berbasis STEM. Kedua instrumen telah divalidasi oleh pakar pendidikan untuk memastikan keandalan dan validitasnya.

**Tabel 1.** Soal pretest dan posttest

SOAL	JAWABAN
<b>A. Perencanaan Pembelajaran</b>	
Jelaskan langkah-langkah utama dalam merancang pembelajaran berbasis STEM!	
Sebutkan tiga manfaat utama penggunaan Virtual Laboratory (VirtLab) dalam pembelajaran sains!	
Buatlah rancangan sederhana untuk menggunakan VirtLab pada topik tertentu dalam mata pelajaran Anda!	
<b>B. Implementasi Media Digital</b>	
Bagaimana cara Anda mengintegrasikan simulasi VirtLab ke dalam pembelajaran berbasis STEM?	
Sebutkan alat dan aplikasi pendukung yang dapat digunakan bersama VirtLab dalam pembelajaran!	
Jelaskan cara menjelaskan hasil simulasi VirtLab kepada siswa agar mereka lebih mudah memahaminya!	
<b>C. Evaluasi Pembelajaran Berbasis STEM</b>	
Apa saja indikator keberhasilan pembelajaran berbasis STEM?	
Bagaimana Anda menilai pemahaman siswa setelah menggunakan VirtLab dalam pembelajaran?	
Sebutkan metode evaluasi yang dapat diterapkan untuk mengukur keterampilan STEM siswa!	

**Tabel 2.** Kuesioner pemahaman guru terkait *Virtual Laboratory*

No.	Pertanyaan	Skor Jawaban (1-4)	Keterangan
1	Seberapa baik Anda memahami konsep pembelajaran berbasis STEM?	1 = Tidak Paham 4 = Sangat Paham	Pemahaman umum tentang STEM.
2	Seberapa baik Anda mengenali kelebihan dan manfaat menggunakan VirtLab dalam pembelajaran?	1 = Tidak Tahu 4 = Sangat Tahu	Pengetahuan tentang VirtLab.
3	Apakah Anda dapat mengidentifikasi komponen utama dalam perencanaan pembelajaran STEM berbasis VirtLab?	1 = Tidak Bisa 4 = Sangat Bisa	Kemampuan merancang pembelajaran.
4	Seberapa percaya diri Anda dalam menggunakan VirtLab di kelas?	1 = Tidak Percaya Diri 4 = Sangat Percaya Diri	Kepercayaan diri dalam implementasi VirtLab.
5	Seberapa mudah Anda memahami panduan teknis untuk menggunakan VirtLab?	1 = Sangat Sulit 4 = Sangat Mudah	Tingkat kemudahan memahami penggunaan VirtLab.
6	Seberapa efektif VirtLab menurut Anda dalam membantu siswa memahami konsep sains yang abstrak?	1 = Tidak Efektif 4 = Sangat Efektif	Persepsi tentang efektivitas VirtLab.
7	Apakah Anda mampu mengintegrasikan VirtLab dengan metode pembelajaran berbasis proyek?	1 = Tidak Mampu 4 = Sangat Mampu	Kemampuan integrasi VirtLab dengan metode lain.
8	Apakah Anda dapat menilai hasil belajar siswa setelah menggunakan VirtLab?	1 = Tidak Bisa 4 = Sangat Bisa	Kemampuan evaluasi pembelajaran.
9	Seberapa penting menurut Anda penggunaan VirtLab untuk meningkatkan kualitas pembelajaran STEM?	1 = Tidak Penting 4 = Sangat Penting	Persepsi pentingnya VirtLab dalam STEM.
10	Seberapa besar motivasi Anda untuk menggunakan VirtLab secara rutin dalam pembelajaran?	1 = Sangat Rendah 4 = Sangat Tinggi	Motivasi penggunaan VirtLab secara rutin.

Total Skor dihitung dengan menjumlahkan semua nilai pada nomer 1 sampai nomer 10, dengan ketentuan kategori pemahaman:

- a. Sangat Baik: 41-50
- b. Baik: 31-40
- c. Cukup: 21-30
- d. Kurang:  $\leq 20$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Rata-rata hasil pre-test dan post-test kemampuan guru ditampilkan pada Tabel 3 berikut:

**Tabel 3.** Hasil pre-test dan post-test

Aspek	Rata-rata Pre-test	Rata-rata Post-test	Peningkatan (%)
Perencanaan Pembelajaran	60	84	40%
Implementasi Media Digital	62	83	35%
Penilaian Berbasis STEM	65	84	30%

Hasil uji t berpasangan menunjukkan nilai signifikan ( $p < 0,05$ ), yang mengindikasikan peningkatan kemampuan guru secara signifikan setelah pelatihan. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan pada skor pretest dan posttest guru setelah mengikuti pelatihan VirtLab berbasis STEM. Rata-rata skor pretest guru adalah 60, yang mencerminkan pemahaman awal yang terbatas

tentang pembelajaran berbasis VirtLab dan STEM. Setelah pelatihan, rata-rata skor meningkat menjadi 81, yang menunjukkan peningkatan sebesar 35%. Analisis menggunakan uji-t berpasangan mengonfirmasi bahwa peningkatan ini signifikan secara statistik dengan nilai  $p < 0.05$ . Hal ini mengindikasikan bahwa pelatihan berhasil memperkuat pemahaman guru terhadap konsep dan aplikasi VirtLab dalam pembelajaran.

Data kuesioner menunjukkan bahwa 46.5% guru berada dalam kategori "Sangat Baik dengan jumlah 20 guru," 37.2% dalam kategori "Baik dengan jumlah 16 guru," dan sisanya 16.3% dengan jumlah 7 guru dalam kategori "Cukup." Tidak ada guru yang berada dalam kategori "Kurang," yang menunjukkan bahwa pelatihan berhasil meningkatkan kemampuan dasar semua peserta. Guru dalam kategori "Sangat Baik" menunjukkan penguasaan penuh terhadap aplikasi VirtLab seperti PhET dan Labster, serta mampu merancang pembelajaran berbasis STEM yang kreatif dan aplikatif.

Keberhasilan pelatihan ini didukung oleh pendekatan yang komprehensif, termasuk penyediaan modul yang terstruktur, sesi simulasi langsung, dan pendampingan teknis. Aplikasi VirtLab yang digunakan dalam pelatihan memungkinkan peserta untuk secara langsung memahami cara mengintegrasikan teknologi ke dalam pembelajaran berbasis STEM. Selain itu, sesi diskusi interaktif memberikan ruang bagi peserta untuk berbagi pengalaman dan memecahkan kendala yang mereka hadapi selama pelatihan. Guru yang berada dalam kategori "Cukup" melaporkan beberapa tantangan, seperti keterbatasan perangkat teknologi yang mendukung VirtLab dan kurangnya pengalaman sebelumnya dalam menggunakan media digital untuk pembelajaran. Selain itu, kendala dalam memahami konsep STEM secara mendalam juga menjadi penghalang bagi sebagian peserta untuk sepenuhnya memanfaatkan VirtLab. Hal ini menunjukkan perlunya pendampingan lebih lanjut, terutama untuk memastikan semua guru mampu mengimplementasikan VirtLab dalam proses pembelajaran.

Pelatihan ini memberikan dampak langsung pada peningkatan kompetensi guru dalam merancang pembelajaran berbasis STEM. Penggunaan VirtLab memungkinkan peserta memahami konsep-konsep abstrak secara lebih interaktif dan aplikatif. Pendekatan berbasis STEM ini tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa terhadap sains dan teknologi tetapi juga melatih mereka untuk berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif, yang merupakan keterampilan penting di abad ke-21. Hasil ini memiliki implikasi positif terhadap kualitas pembelajaran di MTsN 8 Majalengka. Guru yang telah dilatih diharapkan mampu mentransfer pengetahuan dan keterampilan baru kepada siswa melalui pembelajaran berbasis proyek dan simulasi digital. Hal ini akan membantu menciptakan lingkungan belajar yang lebih inovatif dan relevan dengan kebutuhan siswa di era digital.

Berdasarkan hasil, direkomendasikan agar pelatihan serupa dilakukan secara berkelanjutan dengan fokus pada pendampingan intensif bagi guru yang masih berada dalam kategori "Cukup." Selain itu, peningkatan infrastruktur teknologi di sekolah, seperti akses internet yang lebih cepat dan ketersediaan perangkat komputer, dapat mendukung implementasi VirtLab secara lebih efektif. Untuk jangka panjang, program pelatihan ini dapat dikembangkan dengan menambahkan materi tentang evaluasi pembelajaran berbasis STEM dan penggunaan teknologi lain yang relevan untuk menciptakan pembelajaran yang lebih dinamis dan inovatif.

## **PENUTUP**

pelatihan pemanfaatan *Virtual Laboratory* berbasis *STEM* secara signifikan meningkatkan kompetensi guru di MTsN 8 Majalengka dalam mengintegrasikan teknologi digital ke dalam pembelajaran. Hasil pretest dan posttest menunjukkan peningkatan rata-rata skor sebesar 35%, dengan 83.7% guru mencapai kategori "Baik" dan "Sangat Baik." Faktor keberhasilan pelatihan meliputi pendekatan praktis berbasis simulasi, materi yang terstruktur, dan diskusi interaktif, meskipun beberapa guru memerlukan pendampingan lebih lanjut karena kendala teknis dan keterbatasan pengalaman. Pelatihan ini tidak hanya meningkatkan keterampilan guru tetapi juga berpotensi mengembangkan pembelajaran yang inovatif dan relevan dengan kebutuhan siswa di era digital, sehingga disarankan untuk dilakukan secara berkelanjutan dengan dukungan teknologi yang memadai.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Bhayangkara Jakarta Raya (UBJ) dan Kepala Lembaga Penelitian Pengabdian Kepada Masyarakat dan Publikasi (LPPMP) atas dukungan dan kebijakan yang diberikan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Terima kasih juga kami sampaikan kepada Direktorat Riset, Teknologi dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRTPM) Ditjen Diktiristek Kemendikbudristek atas dukungan pendanaan untuk kegiatan ini. Kami juga berterima kasih kepada pihak MTsN 8 Majalengka atas izin dan bantuan dalam menyediakan tempat pelaksanaan kegiatan. Penghargaan yang tulus kami berikan kepada semua pihak yang berkontribusi, sehingga kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat terlaksana dengan baik. Semoga artikel ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca serta menjadi referensi yang berguna untuk pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang secara kontinyu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abramov, V et al. (2016). Virtual biotechnological lab development. *Bionano Science*, 7 (2), 363-365.
- Bybee, R. W. (2013). The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. *NSTA Press*.
- Dewi, A. S., Purwanti, Y., & Widiensyah, R. (2020). "Efektivitas Virtual Laboratory dalam Mendukung Pembelajaran STEM di Sekolah Menengah." *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 22(2), 150-161.
- Efendi, N, M. (2018). Revolusi pembelajaran berbasis digital (penggunaan animasi digital pada start up sebagai metode pembelajaran siswa belajar aktif). *Habitus: Jurnal Pendidikan, Sosiologi, dan Antropologi*, 2 (2).
- Fathoni, A et al. (2020). STEM: Inovasi dalam pembelajaran vokasi, 17 (1).
- Hake, R. R. (1998). "Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses." *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). "Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review." *International Journal of STEM Education*, 6(2), 1-16.
- Setiawan, N, C, E et al. (2020). Pengenalan STEM (*science, technology, engineering, and mathematics*) dan pengembangan pembelajarannya untuk merintis pembelajaran kimia dengan sistem SKS di kota Madiun, 5 (2).
- Salsabila, U, dkk. (2020) Pemanfaatan aplikasi quizizz sebagai media pembelajaran di tengah pandemic pada siswa sma. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi (JIITUJ)*,4(2),163-173. <https://doi.org/10.22437/jiituj.v4i2.11605>
- Purba,L.S.L.(2019).Peningkatan konsentrasi belajar mahasiswa melalui pemanfaatan evaluasi pembelajaran quizizz pada mata kuliah kimia fisika1. *JDP*,12 (1),29–39.
- Wityastuti, E, Z, et al. (2022). Implementasi penggunaan media pembelajaran digital di masa pandemi covid-19. *Jurnal Penelitian Inovatif (JUPIN)*, 2 (1).