



## PENINGKATAN KOMPETENSI GURU MGMP MATEMATIKA DALAM MENGEMBANGKAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF MELALUI PELATIHAN GEOGEBRA 3D

### IMPROVING MATHEMATICS TEACHERS' COMPETENCE IN DEVELOPING INTERACTIVE LEARNING MEDIA THROUGH GEOGEBRA 3D TRAINING

Yulia Zahara<sup>1</sup>, Zalfie Ardian\*<sup>2</sup>, Rifaatul Mahmuzah<sup>1</sup>, Fitri Ayu Ningtiyas, Nurul Afni  
Sinaga<sup>1</sup>, Arlin Maya Sari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Indonesia.

<sup>2</sup>Program Studi Sistem Informasi, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Indonesia.

<sup>3</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Indonesia.

\*Corresponden Email: [zalfie@unimal.ac.id](mailto:zalfie@unimal.ac.id).

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received

Revised

Accepted

Available online

##### Kata Kunci:

GeoGebra 3D, kompetensi guru,  
media pembelajaran interaktif,  
MGMP Matematika, Society 5.0

##### Keywords:

GeoGebra 3D, Teacher Competence,  
Interactive Learning Media, Teacher  
Training, Digital Education  
Transformation

#### ABSTRAK

Kompetensi guru dalam memanfaatkan teknologi digital menjadi salah satu faktor penting dalam mendukung pembelajaran matematika yang interaktif di era Society 5.0. Namun, sebagian besar guru MGMP Matematika SMA Kota Lhokseumawe masih menghadapi keterbatasan dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis teknologi, khususnya menggunakan aplikasi GeoGebra 3D. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi guru dalam mengembangkan media pembelajaran interaktif melalui pelatihan GeoGebra 3D. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan Participatory Training and Mentoring yang meliputi

tahapan analisis kebutuhan, persiapan pelatihan, pelaksanaan pelatihan, praktik pengembangan media, pendampingan, implementasi, serta evaluasi. Pelatihan diikuti oleh 24 guru MGMP Matematika SMA Kota Lhokseumawe dan dilaksanakan melalui kombinasi penyampaian materi, demonstrasi, praktik langsung (hands-on practice), dan pendampingan intensif. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa peserta mampu mengembangkan media pembelajaran interaktif menggunakan GeoGebra 3D sesuai dengan materi yang diampu, serta mengalami peningkatan kompetensi dalam memanfaatkan teknologi digital untuk mendukung pembelajaran matematika. Media yang dihasilkan memiliki potensi untuk meningkatkan visualisasi konsep-konsep matematika yang abstrak sehingga pembelajaran menjadi lebih interaktif dan berpusat pada peserta didik. Dengan demikian, pelatihan GeoGebra 3D terbukti menjadi salah satu strategi yang efektif dalam memperkuat kompetensi digital guru serta mendukung implementasi pembelajaran matematika yang inovatif dan berkelanjutan.

#### ABSTRACT

Teachers' competence in utilizing digital technology has become a crucial factor in supporting interactive mathematics learning in the Society 5.0 era. However, most teachers of the Mathematics

This is an open access article under the [CC BY-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license.

Copyright © 2024 by Author. Published by Elfarazy Media Publisher



---

*Teachers' Working Group (MGMP) at senior high schools in Lhokseumawe still face limitations in developing technology-based learning media, particularly using the GeoGebra 3D application. This community service program aimed to enhance teachers' competence in developing interactive learning media through GeoGebra 3D training. The program adopted a Participatory Training and Mentoring approach consisting of six stages: needs assessment, training preparation, training implementation, hands-on media development, intensive mentoring, classroom implementation, and evaluation. The training involved 24 mathematics teachers from the MGMP of Senior High Schools in Lhokseumawe and was conducted through a combination of lectures, demonstrations, hands-on practice, and intensive mentoring. The results indicated that the participants were able to develop interactive learning media using GeoGebra 3D according to the mathematics topics they teach and demonstrated improved competence in integrating digital technology into mathematics instruction. Furthermore, the developed learning media have the potential to enhance the visualization of abstract mathematical concepts, making the learning process more interactive, engaging, and student-centered. Therefore, GeoGebra 3D training proved to be an effective strategy for strengthening teachers' digital competence and supporting the implementation of innovative and sustainable mathematics learning.*

---

## PENDAHULUAN

Transformasi digital telah mengubah berbagai sektor, termasuk pendidikan. Pada era Society 5.0, teknologi digital menjadi komponen penting dalam menciptakan pembelajaran yang adaptif, kolaboratif, inovatif, dan berpusat pada peserta didik (Fukuyama, 2018; UNESCO, 2023). Sejalan dengan implementasi Kurikulum Merdeka, guru dituntut memiliki kompetensi digital untuk mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran guna mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi (Redecker, 2022; OECD, 2023). Oleh karena itu, penguatan kompetensi digital guru menjadi faktor penting dalam mendukung keberhasilan transformasi pendidikan (UNESCO, 2023; Falloon, 2020).

Pembelajaran matematika memerlukan media yang mampu memvisualisasikan konsep-konsep abstrak, khususnya pada materi geometri ruang dan bangun tiga dimensi. Namun, pembelajaran di sekolah masih didominasi oleh media konvensional sehingga visualisasi konsep matematika belum optimal (Bicer et al., 2022; Wijaya et al., 2023). Kondisi ini berdampak pada rendahnya pemahaman konsep spasial dan keterlibatan peserta didik. Penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran interaktif mampu meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan visualisasi, dan partisipasi peserta didik dibandingkan pembelajaran konvensional (Radianti et al., 2020; Talan, 2021).

Salah satu perangkat lunak yang mendukung pembelajaran matematika adalah GeoGebra 3D, yang memungkinkan visualisasi objek geometri secara dinamis dan interaktif. Pemanfaatan GeoGebra terbukti meningkatkan kemampuan visualisasi spasial, pemahaman konsep, kemampuan berpikir kritis, serta motivasi belajar peserta didik (Hohenwarter et al., 2022; Zengin, 2022; Albano et al., 2023). Selain itu, GeoGebra juga mendukung peningkatan kompetensi profesional guru dalam mengembangkan media pembelajaran digital yang inovatif (Lavicza et al., 2023).

MGMP Matematika SMA Kota Lhokseumawe sebagai forum pengembangan profesional guru masih menghadapi keterbatasan dalam pengembangan media pembelajaran digital. Berdasarkan hasil observasi dan diskusi dengan mitra, sebagian besar guru masih menggunakan media presentasi sederhana dan belum memanfaatkan

GeoGebra 3D secara optimal. Selain itu, pelatihan GeoGebra 3D belum pernah dilaksanakan secara sistematis sehingga kompetensi guru dalam mengembangkan media pembelajaran interaktif masih perlu ditingkatkan. Berbagai penelitian lebih banyak membahas efektivitas GeoGebra terhadap hasil belajar peserta didik, sedangkan pelatihan yang berfokus pada peningkatan kompetensi guru melalui praktik dan pendampingan masih relatif terbatas, khususnya pada komunitas MGMP (Lavicza et al., 2023; Albano et al., 2023).

Berdasarkan kondisi tersebut, tim pengabdian melaksanakan Pelatihan GeoGebra 3D bagi guru MGMP Matematika SMA Kota Lhokseumawe untuk meningkatkan kompetensi dalam mengembangkan media pembelajaran interaktif. Kegiatan ini dilaksanakan melalui tahapan analisis kebutuhan, pelatihan, praktik, pendampingan, implementasi, dan evaluasi. Melalui program ini diharapkan guru mampu menghasilkan media pembelajaran berbasis GeoGebra 3D yang inovatif serta mengintegrasikan teknologi digital dalam pembelajaran matematika secara lebih efektif.

### METODE PENELITIAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan pada MGMP Matematika SMA Kota Lhokseumawe dengan sasaran guru matematika yang tergabung dalam forum MGMP. Program bertujuan meningkatkan kompetensi guru dalam mengembangkan media pembelajaran interaktif menggunakan GeoGebra 3D melalui pendekatan Participatory Training and Mentoring Model, yang mengintegrasikan tahapan analisis kebutuhan mitra, persiapan modul pelatihan, pelaksanaan pelatihan, praktik pengembangan media, pendampingan intensif, implementasi, dan evaluasi. Pendekatan ini dirancang agar peserta tidak hanya memahami penggunaan GeoGebra 3D, tetapi juga mampu menghasilkan media pembelajaran yang siap diterapkan dalam proses pembelajaran di kelas. Alur pelaksanaan kegiatan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Metode Pelaksanaan

## 1. Analisis Kebutuhan Mitra

Tahap awal dilakukan melalui koordinasi dengan pengurus MGMP Matematika SMA Kota Lhokseumawe untuk mengidentifikasi kondisi awal, kebutuhan pelatihan, serta permasalahan yang dihadapi guru dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis teknologi. Identifikasi kebutuhan dilakukan melalui observasi, diskusi kelompok, dan wawancara dengan pengurus MGMP serta beberapa guru yang mewakili sekolah mitra. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar guru masih menggunakan media pembelajaran konvensional berupa buku ajar dan presentasi berbasis Microsoft PowerPoint. Selain itu, guru belum pernah memperoleh pelatihan khusus mengenai pemanfaatan GeoGebra 3D sebagai media pembelajaran interaktif sehingga keterampilan dalam memvisualisasikan objek geometri tiga dimensi masih relatif terbatas. Hasil analisis kebutuhan tersebut kemudian dijadikan dasar dalam menentukan materi, strategi pelatihan, serta bentuk pendampingan yang diberikan kepada peserta.

## 2. Persiapan Pelatihan

Tahap persiapan meliputi penyusunan modul pelatihan, penyediaan perangkat lunak GeoGebra 3D, penyusunan contoh media pembelajaran, serta penyiapan instrumen evaluasi kegiatan. Tim pengabdian juga menyusun skenario pelatihan yang memadukan penyampaian materi, demonstrasi penggunaan aplikasi, praktik langsung, dan pendampingan intensif. Pada tahap ini dilakukan pula koordinasi teknis mengenai jadwal pelaksanaan, kesiapan perangkat komputer maupun laptop peserta, serta kebutuhan sarana pendukung lainnya agar seluruh proses pelatihan dapat berlangsung secara efektif.

## 3. Pelaksanaan Pelatihan

Pelatihan GeoGebra 3D dilaksanakan selama dua hari dengan pendekatan pembelajaran partisipatif yang menempatkan peserta sebagai subjek utama dalam proses belajar. Kegiatan diawali dengan pengenalan antarmuka aplikasi, fungsi setiap menu, serta demonstrasi pembuatan objek geometri tiga dimensi. Selanjutnya peserta mempelajari teknik membangun berbagai objek matematika, melakukan manipulasi visualisasi, serta mengembangkan media pembelajaran interaktif sesuai dengan materi yang diajarkan di sekolah masing-masing. Selama proses pelatihan, peserta diberikan kesempatan untuk berdiskusi, mencoba setiap fitur aplikasi secara langsung, serta memperoleh umpan balik dari tim pelaksana sehingga proses pembelajaran berlangsung secara aktif dan kolaboratif.

## 4. Praktik Pengembangan Media Pembelajaran

Setelah memperoleh materi dasar, setiap peserta melaksanakan praktik mandiri dengan mengembangkan media pembelajaran menggunakan GeoGebra 3D berdasarkan kompetensi dasar atau materi yang diampu. Kegiatan praktik bertujuan agar peserta tidak hanya memahami penggunaan aplikasi secara teknis, tetapi juga mampu mengintegrasikan GeoGebra 3D ke dalam perencanaan pembelajaran. Produk yang dikembangkan meliputi visualisasi bangun ruang, transformasi geometri, koordinat tiga dimensi, maupun media interaktif lainnya yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran matematika di tingkat SMA.

## 5. Pendampingan Dan Implementasi

Tahap pendampingan dilakukan secara intensif selama proses pengembangan media pembelajaran. Tim pengabdian memberikan konsultasi, bimbingan teknis, serta masukan terhadap setiap media yang dikembangkan oleh peserta sehingga produk yang dihasilkan memenuhi aspek ketepatan konsep matematika, kualitas visualisasi, serta kemudahan penggunaan dalam pembelajaran. Setelah media dinyatakan layak, peserta didorong untuk mengimplementasikan media tersebut pada kegiatan pembelajaran di sekolah masing-masing sebagai bentuk penerapan hasil pelatihan sekaligus mengidentifikasi manfaat penggunaan GeoGebra 3D dalam mendukung proses pembelajaran.

## 6. Evaluasi Kegiatan

Evaluasi dilakukan untuk mengukur ketercapaian tujuan kegiatan pengabdian serta mengetahui tingkat keberhasilan pelaksanaan program. Evaluasi dilaksanakan melalui observasi selama pelatihan, penilaian terhadap produk media pembelajaran yang dihasilkan peserta, serta penyebaran angket respon peserta setelah seluruh rangkaian kegiatan selesai dilaksanakan. Aspek yang dievaluasi meliputi tingkat partisipasi peserta, kemampuan mengoperasikan GeoGebra 3D, kemampuan mengembangkan media pembelajaran interaktif, kualitas produk yang dihasilkan, serta tingkat kepuasan peserta terhadap pelaksanaan pelatihan. Hasil evaluasi tersebut menjadi dasar dalam menilai efektivitas kegiatan sekaligus sebagai bahan perbaikan untuk pelaksanaan program pengabdian pada masa yang akan datang. Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat secara ringkas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian

Tahapan	Aktivitas Utama	Luaran
<b>Analisis kebutuhan</b>	Observasi, wawancara, diskusi dengan mitra	Identifikasi kebutuhan dan permasalahan mitra
<b>Persiapan</b>	Penyusunan modul, perangkat pelatihan, instrumen evaluasi	Modul pelatihan dan perangkat pendukung
<b>Pelaksanaan pelatihan</b>	Penyampaian materi dan demonstrasi GeoGebra 3D	Peningkatan pengetahuan peserta
<b>Praktik</b>	Pengembangan media pembelajaran mandiri	Produk media pembelajaran interaktif
<b>Pendampingan</b>	Konsultasi dan penyempurnaan media	Media pembelajaran yang siap digunakan
<b>Evaluasi</b>	Observasi, penilaian produk, dan angket respon	Data ketercapaian program dan kepuasan peserta

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan melalui tahapan sesuai dengan alur metode yang telah dirancang, yaitu mulai dari analisis kebutuhan mitra

hingga evaluasi dan refleksi. Hasil dan pembahasan disajikan berdasarkan tahapan kegiatan yang telah di laksanakan.

### 1. Analisis Kondisi Awal

Analisis kebutuhan dilakukan sebagai tahap awal untuk mengidentifikasi kondisi awal kompetensi guru serta permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan media pembelajaran. Kegiatan ini dilaksanakan melalui koordinasi dengan pengurus MGMP Matematika SMA Kota Lhokseumawe, observasi, focus group discussion (FGD), dan wawancara dengan perwakilan guru. Hasil analisis digunakan sebagai dasar dalam menyusun materi, strategi pelatihan, dan bentuk pendampingan yang sesuai dengan kebutuhan mitra.



Gambar 2. Diskusi permasalahan mitra

Hasil analisis menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran matematika masih didominasi oleh media presentasi konvensional sehingga visualisasi konsep-konsep geometri belum optimal. Selain itu, sebagian besar guru belum pernah mengikuti pelatihan GeoGebra 3D dan pemanfaatannya masih terbatas pada fitur dasar. Berdasarkan kondisi tersebut, materi pelatihan difokuskan pada penguasaan GeoGebra 3D dan pengembangan media pembelajaran interaktif yang dapat diimplementasikan di kelas. Ringkasan hasil analisis kebutuhan mitra disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil diskusi permasalahan mitra

No	Permasalahan yang Diidentifikasi	Dampak terhadap Pembelajaran	Solusi yang Diberikan
1	Pemanfaatan teknologi pembelajaran masih didominasi media presentasi konvensional	Visualisasi konsep matematika kurang optimal	Pelatihan pemanfaatan GeoGebra 3D sebagai media pembelajaran interaktif
2	Guru belum memiliki pengalaman dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis GeoGebra 3D	Kompetensi digital guru belum berkembang secara optimal	Pelatihan berbasis praktik (hands-on training)
3	Kesulitan memvisualisasikan objek geometri tiga dimensi	Peserta didik mengalami kesulitan memahami konsep spasial	Praktik pembuatan objek geometri dan simulasi visual

			menggunakan GeoGebra 3D
4	Belum tersedia media pembelajaran interaktif yang dapat digunakan secara langsung di kelas	Pembelajaran masih berpusat pada guru (teacher-centered)	Pendampingan pengembangan media pembelajaran yang siap diimplementasikan

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa program pelatihan yang dirancang memiliki tingkat relevansi yang tinggi dengan kebutuhan mitra. Permasalahan yang teridentifikasi tidak hanya berkaitan dengan penguasaan perangkat lunak, tetapi juga mencakup aspek pedagogis dalam pemanfaatan teknologi untuk mendukung pembelajaran matematika.

## 2. Pelaksanaan Pelatihan GeoGebra 3D

Pelatihan GeoGebra 3D dilaksanakan pada tanggal 11-12 Agustus 2025 dengan melibatkan 24 guru MGMP Matematika SMA Kota Lhokseumawe. Kegiatan menerapkan pendekatan Participatory Training and Mentoring melalui penyampaian materi, demonstrasi, praktik langsung (hands-on practice), diskusi, dan pendampingan. Materi pelatihan meliputi pengenalan antarmuka GeoGebra 3D, pembuatan objek geometri tiga dimensi, visualisasi konsep matematika, serta pengembangan media pembelajaran interaktif yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di sekolah.

Pelaksanaan pelatihan berlangsung secara interaktif dengan partisipasi aktif peserta pada setiap sesi. Melalui praktik dan pendampingan, peserta mampu mengembangkan media pembelajaran berbasis GeoGebra 3D serta mendiskusikan implementasinya dalam pembelajaran matematika. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa pelatihan berbasis praktik dan pendampingan efektif dalam meningkatkan kompetensi guru dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam pembelajaran (Lavicza et al., 2023; Albano et al., 2023). Dokumentasi kegiatan pelatihan disajikan pada Gambar 3.



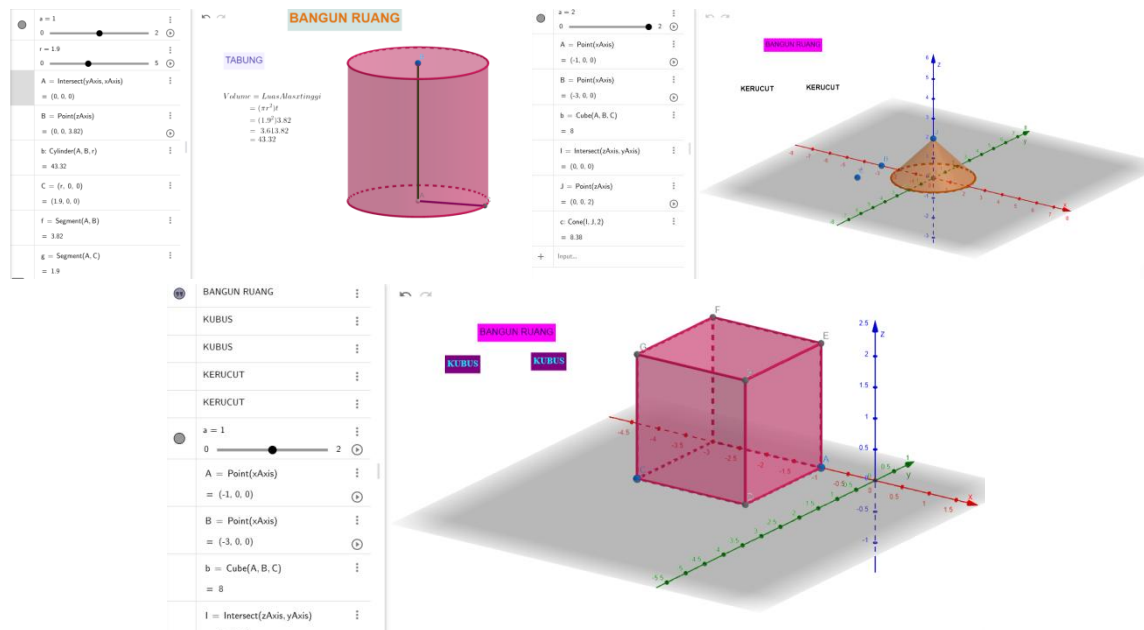
Gambar 3. Pelaksanaan kegiatan Pelatihan GeoGebra 3D

## 3. Hasil Pengembangan Media Pembelajaran

Salah satu luaran utama kegiatan ini adalah media pembelajaran interaktif berbasis GeoGebra 3D yang dikembangkan oleh peserta sesuai dengan materi yang diampu. Media tersebut meliputi visualisasi bangun ruang, koordinat tiga dimensi, transformasi geometri, dan irisan bidang yang dapat dimanipulasi secara dinamis. Hasil ini menunjukkan bahwa peserta tidak hanya mampu mengoperasikan GeoGebra 3D, tetapi juga

mengintegrasikannya ke dalam media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran matematika.

Media yang dihasilkan memiliki karakteristik interaktif melalui visualisasi objek tiga dimensi, rotasi bangun, dan perubahan sudut pandang sehingga membantu mempermudah pemahaman konsep-konsep abstrak. Selain meningkatkan kualitas visualisasi, media tersebut juga berpotensi meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran. Contoh media pembelajaran yang dikembangkan peserta disajikan pada Gambar 4, sedangkan media yang dihasilkan dirangkum pada Tabel 3.



Gambar 4. Hasil karya Kretaifitas guru kegiatan pada pelatihan GeoGebra 3D

Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan pelatihan berbasis praktik (hands-on practice) yang dipadukan dengan pendampingan intensif mampu meningkatkan kemampuan guru dalam menghasilkan media pembelajaran yang siap digunakan di kelas. Temuan ini sejalan dengan penelitian Lavicza et al. (2023) dan Albano et al. (2023) yang menyatakan bahwa penggunaan GeoGebra tidak hanya meningkatkan kompetensi digital guru, tetapi juga mendorong inovasi dalam pengembangan media pembelajaran matematika yang lebih visual, interaktif, dan berorientasi pada kebutuhan peserta didik.

No	Materi Matematika	Media yang Dikembangkan	Pemanfaatan dalam Pembelajaran
1	Bangun Ruang	Kubus, Balok, Prisma, Limas	Visualisasi bentuk dan sifat bangun ruang
2	Koordinat 3D	Sistem koordinat tiga dimensi	Menjelaskan posisi titik, garis, dan bidang
3	Transformasi Geometri	Translasi, Rotasi, Refleksi	Memahami perubahan posisi objek
4	Irisan Bangun Ruang	Irisan bidang pada kubus dan prisma	Memvisualisasikan konsep irisan secara dinamis

#### 4. Evaluasi Kompetensi Guru

Evaluasi dilakukan untuk mengukur ketercapaian tujuan pelatihan melalui observasi selama kegiatan, penilaian terhadap media pembelajaran yang dikembangkan peserta, serta angket respon setelah pelatihan selesai. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa peserta mampu menguasai fitur dasar GeoGebra 3D, mengembangkan media pembelajaran sesuai materi yang diampu, serta menunjukkan peningkatan kepercayaan diri dalam memanfaatkan teknologi digital pada proses pembelajaran.

Respon peserta terhadap pelatihan juga sangat positif. Mayoritas guru menilai materi sesuai dengan kebutuhan, metode pelatihan mudah diikuti, dan pendampingan membantu dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis GeoGebra 3D. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan Participatory Training and Mentoring efektif dalam meningkatkan kompetensi digital guru, sejalan dengan temuan Lavicza et al. (2023) dan Albano et al. (2023). Ringkasan hasil evaluasi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Evaluasi Kompetensi Peserta Pelatihan

Aspek yang Dievaluasi	Hasil Evaluasi
Penguasaan dasar GeoGebra 3D	Baik
Kemampuan mengembangkan media pembelajaran	Baik
Keaktifan selama pelatihan	Sangat Baik
Kemampuan menyelesaikan praktik	Sangat Baik
Kepercayaan diri menggunakan GeoGebra 3D	Meningkat
Respon terhadap pelaksanaan pelatihan	Sangat Positif

Hasil evaluasi tersebut menunjukkan bahwa kegiatan pelatihan tidak hanya meningkatkan penguasaan aplikasi GeoGebra 3D, tetapi juga mendorong guru untuk lebih siap mengembangkan media pembelajaran yang inovatif dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran matematika pada era digital.

#### 5. Dampak Program Terhadap Pembelajaran

Pelatihan GeoGebra 3D memberikan dampak positif terhadap peningkatan kompetensi guru dalam mengembangkan dan mengimplementasikan media pembelajaran matematika berbasis teknologi. Guru tidak hanya mampu memanfaatkan GeoGebra 3D sebagai media visualisasi, tetapi juga mengintegrasikannya ke dalam proses pembelajaran sehingga pembelajaran menjadi lebih interaktif, inovatif, dan berpusat pada peserta didik.

Implementasi media yang dikembangkan memperoleh respon positif dari guru dan peserta didik. Visualisasi konsep matematika secara dinamis membantu meningkatkan pemahaman konsep, keterlibatan peserta didik, serta minat belajar. Hasil ini menunjukkan bahwa pelatihan berkontribusi terhadap penguatan kompetensi digital guru dan berpotensi direplikasi pada forum MGMP maupun satuan pendidikan lainnya sebagai strategi pengembangan pembelajaran matematika berbasis teknologi.

#### KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui pelatihan GeoGebra 3D berhasil meningkatkan kompetensi guru MGMP Matematika SMA Kota Lhokseumawe dalam

mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis teknologi digital. Melalui tahapan analisis kebutuhan, pelatihan, praktik, pendampingan, implementasi, dan evaluasi, peserta mampu menguasai penggunaan GeoGebra 3D serta menghasilkan media pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik materi matematika di sekolah. Peningkatan kompetensi tersebut tidak hanya terlihat dari kemampuan guru dalam mengoperasikan aplikasi, tetapi juga dari kemampuan mengembangkan media pembelajaran yang lebih visual, interaktif, dan siap diimplementasikan dalam proses pembelajaran.

Pelaksanaan program ini menghasilkan output berupa tersedianya media pembelajaran interaktif berbasis GeoGebra 3D yang dikembangkan oleh peserta pelatihan, serta outcome berupa meningkatnya kompetensi digital guru dalam merancang dan mengintegrasikan teknologi ke dalam pembelajaran matematika. Implementasi media yang telah dikembangkan juga menunjukkan impact positif terhadap proses pembelajaran, yaitu meningkatnya keterlibatan peserta didik, kemudahan dalam memvisualisasikan konsep-konsep matematika yang abstrak, serta terciptanya pengalaman belajar yang lebih aktif dan bermakna.

Berdasarkan hasil tersebut, model pelatihan yang mengombinasikan penyampaian materi, praktik langsung, dan pendampingan intensif terbukti efektif sebagai strategi penguatan kompetensi guru dalam pemanfaatan teknologi pembelajaran. Oleh karena itu, program ini direkomendasikan untuk dilaksanakan secara berkelanjutan melalui forum MGMP maupun program pengembangan profesional guru lainnya, serta direplikasi pada berbagai jenjang dan mata pelajaran sebagai upaya memperkuat integrasi teknologi digital dalam pembelajaran dan mendukung implementasi Kurikulum Merdeka di era Society 5.0.

## DAFTAR PUSTAKA

- Albano, G., Coppola, C., & Dello Iacono, U. (2023). Digital technologies in mathematics education: New perspectives for teaching and learning. *Education Sciences*, 13(5), 475.
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2020). *Effective teacher professional development*. Learning Policy Institute.
- Desimone, L. M. (2021). *Teacher professional development research: State of the field*.
- Fukuyama, M. (2018). Society 5.0: Aiming for a new human-centered society. *Japan Spotlight*, 27-31.
- Gurmu, F., Tuge, C., & Hunde, A. B. (2024). Effects of GeoGebra-assisted instructional methods on students' conceptual understanding of geometry. *Cogent Education*, 11(1).
- Ma'rufi, M., Ilyas, M., Ikram, M., & Seti, S. (2023). Exploring mathematical technological knowledge of teachers with GeoGebra application. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(1), 1-12.
- OECD. (2023). *Education at a Glance 2023: OECD Indicators*. OECD Publishing.
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education. *Education and Information Technologies*, 25(2), 835-861.
- Redecker, C. (2022). *European Framework for the Digital Competence of Educators (DigCompEdu): Update and implementation perspectives*.

- 
- Seftiana, G., Lestari, N., Isnawan, M. G., & Rusmayadi, M. (2024). Utilization of GeoGebra software in mathematics learning: A systematic literature review. *Pakistan Journal of Innovation in Mathematics Education*.
- Talan, T. (2021). The effect of computer-supported educational materials on academic achievement: A meta-analysis. *Education and Information Technologies*.
- Trappmair, H., Lavicza, Z., & Hohenwarter, M. (2023). GeoGebra Augmented Reality in mathematics education: Emerging opportunities for teaching and learning.
- UNESCO. (2023). *Global Education Monitoring Report 2023: Technology in Education – A Tool on Whose Terms?* UNESCO.
- Ziatdinov, R., & Valles, J. R. (2022). Synthesis of modeling, visualization, and programming in GeoGebra as an effective approach for teaching and learning STEM topics. *Mathematics*, 10(3), 398.