



Uji Coba E-LKPD Garis Singgung Persekutuan Luar pada Siswa dan Guru SMA IT Iqra' Kota Bengkulu

Hanifah¹, Eli Mardiana², M Sulistio³, Peni Apriyanti⁴

^{1,2,3,4}Universitas Bengkulu, Indonesia

*Corresponding author: hanifahmat@unib.ac.id

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Direvisi DDMMYYYY

Diterima DDMMYYYY

ABSTRAK

Pemerintah melalui Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah (Kemendikdasmen) menetapkan implementasi Kurikulum 2013 (K-13) dan Kurikulum Merdeka dengan pendekatan *deep learning* mulai tahun ajaran 2025/2026. Kebijakan ini menekankan pentingnya integrasi teknologi dalam pembelajaran. Sejalan dengan arah tersebut, SMA IT IQRA' Kota Bengkulu ditetapkan sebagai sekolah percontohan dalam penerapan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis model APOS berbantuan GeoGebra pada materi garis singgung persekutuan luar. Kegiatan pelatihan dilaksanakan pada 23 Mei 2025 di laboratorium komputer dengan melibatkan 18 siswa kelas XI dan 6 guru matematika. Tahapan kegiatan mencakup penjelasan konsep model APOS, praktik penggunaan GeoGebra, distribusi LKPD digital, pengajaran mandiri, presentasi hasil siswa, serta pengisian angket respon. Selain itu, guru memperoleh modul ajar tambahan untuk pengembangan lebih lanjut. Hasil evaluasi menunjukkan rata-rata skor respon siswa sebesar 4,08 (kategori sangat baik). Siswa menilai visualisasi GeoGebra mempermudah pemahaman, meningkatkan motivasi, dan memperkuat kemampuan presentasi. Guru memperoleh wawasan baru mengenai strategi integrasi teknologi. Kendala yang dihadapi mencakup keterbatasan perangkat dan pengalaman awal dalam penggunaan GeoGebra. Secara keseluruhan, pelatihan ini terbukti efektif meningkatkan pemahaman konseptual, keterampilan teknis, dan motivasi belajar. Penelitian lanjutan disarankan memperluas pengembangan LKPD APOS ke berbagai materi matematika, melibatkan lebih banyak sekolah, serta mengkaji dampak jangka panjang terhadap prestasi akademik.

Kata Kunci: APOS; E-LKPD; GeoGebra; GSPL; Pembelajaran Matematika; Pemahaman Konseptual

This is an open-access article under the CC BY license.



How to Cite: Hanifah, Mardiana, E., Sulistio, M., & Apriyanti, P. (2025). Uji Coba E-LKPD Garis Singgung Persekutuan Luar pada Siswa dan Guru SMA IT Iqra' Kota Bengkulu. *Journal of Community Service (JCOS)*, 03(4): pp. 190-203, doi: <https://doi.org/10.56855/jcos.v3i4.1711>

1. Pendahuluan

1.1 Analisis Situasi

Pemerintah melalui Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah (Kemendikdasmen) telah menetapkan kurikulum nasional yang berlaku mulai tahun ajaran 2025/2026. Dalam implementasinya, dua kurikulum tetap digunakan, yaitu Kurikulum 2013 (K-13) dan Kurikulum Merdeka, dengan tambahan pendekatan deep learning sebagai strategi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran (Guruberdaya, 2024). Strategi ini diharapkan mampu menjembatani kesenjangan antara tuntutan pendidikan abad ke-21 dengan realitas pembelajaran di sekolah, di mana sebagian siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep abstrak, khususnya pada mata pelajaran matematika.

Menurut Cambridge Dictionary (2025), deep learning adalah metode pembelajaran yang memungkinkan seseorang memahami konsep secara menyeluruh dan tidak mudah melupakan materi yang dipelajari. Dengan demikian, deep learning mendorong siswa untuk berpikir kritis, kreatif, serta mampu memecahkan masalah secara mandiri (Guruberdaya, 2024). Konsep ini menekankan pemahaman mendalam terhadap materi pelajaran yang berlandaskan pada kemampuan berpikir kritis (critical thinking), sehingga siswa tidak hanya menghafal informasi, tetapi juga mampu menganalisis, mengevaluasi, dan menerapkannya dalam konteks nyata (Unesa, 2023).

Sejalan dengan hal tersebut, John Dewey, seorang filsuf Amerika pada abad ke-20, memperkenalkan istilah reflective thinking yang kemudian berkembang menjadi konsep critical thinking. Ia menekankan pentingnya pemikiran aktif dan kritis dalam mempertimbangkan keyakinan maupun pengetahuan yang ada (Dewey, 1997). Critical thinking sendiri mencakup beberapa komponen kunci, yaitu: (1) analisis, (2) evaluasi, (3) interpretasi, (4) sintesis, dan (5) refleksi (Unesa, 2023). Kelima komponen ini memiliki relevansi kuat dalam pembelajaran matematika, karena membantu siswa untuk tidak hanya memahami prosedur penyelesaian soal, tetapi juga menguasai konsep mendasar yang melatarbelakangi prosedur tersebut (Ennis, 2018).

Namun, realitas di lapangan menunjukkan bahwa banyak siswa masih mengalami kesulitan ketika dihadapkan pada materi garis singgung persekutuan luar dalam geometri lingkaran. Materi ini menuntut pemahaman spasial, analitis, dan logis yang cukup kompleks. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami informasi soal, penerapan rumus, dan operasi hitung yang berkaitan dengan garis singgung persekutuan luar. Kelemahan ini terutama disebabkan oleh pemahaman konseptual yang lemah, sehingga pembelajaran seringkali bersifat mekanis dan kurang bermakna (Muhamrom et al., 2022).

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan inovasi berupa E-LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik berbasis elektronik) yang dirancang untuk mendukung pembelajaran berbasis Higher Order

Thinking Skills (HOTS). E-LKPD memungkinkan siswa terlibat aktif dalam mengeksplorasi konsep, menganalisis permasalahan, serta mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Selain itu, guru dapat terbantu dalam menyampaikan materi melalui pendekatan yang sistematis, interaktif, dan sesuai dengan perkembangan teknologi pendidikan (Apriliana & Suryaningsih, 2024).

Dengan demikian, uji coba E-LKPD Garis Singgung Persekutuan Luar pada siswa dan guru SMA IT Iqra' Kota Bengkulu menjadi penting untuk dilakukan. Kegiatan ini bertujuan untuk: (1) mengetahui efektivitas E-LKPD dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa; (2) menguji sejauh mana E-LKPD mampu menumbuhkan keterampilan berpikir kritis; dan (3) memberikan alternatif media pembelajaran yang mendukung implementasi kurikulum nasional berbasis deep learning. Uji coba ini sekaligus menjadi langkah awal dalam menjembatani kesenjangan antara kondisi ideal yang diharapkan pemerintah melalui kurikulum baru dengan kenyataan di sekolah.

1.2 Solusi dan Target

Berdasarkan analisis situasi sebelumnya, ketika tim diminta oleh Kepala Sekolah SMA IT Iqra' Kota Bengkulu sebagai pemateri dalam kegiatan Pengembangan Perangkat Ajar pada Kurikulum Merdeka, maka segera ditindaklanjuti dengan menyiapkan perangkat ajar yang inovatif dan relevan. Tim telah memiliki LKPD Garis Singgung Persekutuan Luar berbasis Model APOS berbantuan GeoGebra yang sebelumnya telah melalui uji validitas, kepraktisan, dan efektivitas yang dapat dilihat pada link https://bit.ly/LKPD_GSPL_rev_elis. Keberadaan laboratorium komputer SMA IT Iqra' dengan fasilitas yang memadai serta dukungan pihak sekolah yang terbukti melahirkan alumni berprestasi, termasuk yang diterima di perguruan tinggi luar negeri, semakin memperkuat alasan pemilihan sekolah ini sebagai mitra kegiatan pengabdian.

Solusi yang ditawarkan dalam kegiatan ini meliputi tiga langkah utama. Pertama, memberikan pengenalan kepada guru dan siswa mengenai Model APOS (*Action, Process, Object, Schema*) sebagai landasan teoretis perangkat ajar yang digunakan. Model ini menekankan pentingnya konstruksi mental dari aksi hingga menjadi skema pemikiran yang utuh, sehingga konsep matematika dapat dipahami lebih mendalam (Arnon et al., 2014). Kedua, mengimplementasikan E-LKPD Garis Singgung Persekutuan Luar berbasis APOS dengan bantuan GeoGebra secara interaktif dalam pembelajaran. E-LKPD ini dirancang dengan sintaks pembelajaran yang terdiri atas fase orientasi, praktikum, diskusi kelompok kecil, diskusi kelas, latihan, dan evaluasi (Hanifah, 2019). Ketiga, memberikan contoh Modul Ajar berbasis APOS dengan bantuan GeoGebra pada materi vektor kepada guru, dengan harapan mereka mampu mempelajari dan mengembangkannya secara mandiri untuk materi-materi lainnya.

Landasan teoretis yang mendasari solusi ini adalah teori APOS yang menekankan bahwa aksi merupakan manipulasi fisik atau mental berdasarkan algoritma eksplisit. Melalui refleksi, aksi akan berkembang menjadi proses internal, yang kemudian dienkapsulasi menjadi objek kognitif, dan akhirnya terintegrasi dalam skema pemikiran. Proses inilah yang membantu siswa memahami konsep abstrak matematika, seperti garis singgung lingkaran, secara lebih bermakna (Dubinsky & McDonald, 2001). Penggunaan GeoGebra sebagai media pembelajaran virtual (mathlet) yang interaktif dan efektif dapat membantu guru meningkatkan keterampilan dalam merancang pembelajaran inovatif serta mengembangkan materi visual, bahan ajar, dan instrumen penilaian yang relevan (Surbakti et al., 2023).

Target kegiatan ini adalah siswa kelas XI SMA IT Iqra' Kota Bengkulu sebagai peserta uji coba E-LKPD serta guru matematika sebagai penerima pelatihan pengembangan perangkat ajar. Melalui kegiatan ini diharapkan siswa mampu memahami konsep garis singgung persekutuan luar dengan lebih baik, mengembangkan keterampilan berpikir kritis, serta terbiasa menggunakan teknologi pembelajaran. Di sisi lain, guru ditargetkan agar terbiasa menggunakan E-LKPD dan GeoGebra dalam mengajar serta mampu mengembangkan modul ajar berbasis APOS secara mandiri. Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini tidak hanya berorientasi pada pemahaman konsep matematika semata, tetapi juga bertujuan mendukung implementasi kurikulum Merdeka berbasis deep learning yang menekankan pada pemahaman mendalam dan keterampilan berpikir kritis.

2. Metode Pengabdian

Pelatihan program aplikasi GeoGebra dan sosialisasi model pembelajaran matematika berbasis teori APOS dilaksanakan melalui beberapa tahapan. Kegiatan diawali dengan pengenalan aplikasi GeoGebra yang dipraktikkan secara langsung di laboratorium komputer SMA IT IQRA' Kota Bengkulu. Selanjutnya, peserta pelatihan diberikan E-LKPD melalui grup WhatsApp sebagai contoh penerapan model APOS berbantuan GeoGebra. E-LKPD ini memuat beberapa komponen, yaitu Lembar Kerja Praktikum selama 50 menit, Lembar Kerja Manual selama 50 menit, Lembar Diskusi Kelas selama 30 menit, serta Lembar Latihan selama 20 menit. Dalam sesi praktik, salah seorang siswa diminta mempresentasikan cara membuka aplikasi GeoGebra, menggambar dua lingkaran beserta garis singgungnya, serta menjelaskan kembali perhitungan jarak garis singgung antar lingkaran. Setelah itu, guru peserta pelatihan diminta untuk menerapkan modul ajar tentang vektor kepada siswa, kemudian mengisi angket terkait keunggulan modul ajar berdiferensiasi.

Adapun pelaksanaan praktikum GeoGebra dilakukan dengan menyiapkan komputer yang telah terpasang aplikasi GeoGebra. Pemateri kemudian membagikan modul ajar atau LKPD berisi petunjuk penggunaan GeoGebra, sekaligus memberikan penjelasan mengenai sintaks model APOS. Peserta diberi kesempatan mencoba menggunakan aplikasi tersebut sesuai petunjuk, kemudian diminta menyelesaikan tugas dalam Lembar Kerja yang telah disediakan. Pada akhir kegiatan, pemateri membagikan angket secara online atau interaktif guna memperoleh umpan balik mengenai efektivitas pelatihan.

2.1 Tempat dan Waktu

Pengabdian kepada Masyarakat ini dilaksanakan di SMA IT IQRA' Kota Bengkulu pada tanggal 23 Mei 2025 bertempat di laboratorium komputer. Pemilihan sekolah ini didasarkan pada ketersediaan sarana laboratorium yang memadai serta kebutuhan guru dan siswa untuk memperoleh pengalaman langsung dalam penggunaan aplikasi GeoGebra dan penerapan model pembelajaran APOS.

2.2 Khalayak Sasaran

Khalayak sasaran dalam kegiatan pengabdian ini adalah guru matematika dan siswa kelas XI SMA IT IQRA' Kota Bengkulu. Guru matematika menjadi peserta utama dalam pelatihan karena diharapkan mampu meningkatkan kompetensi dalam menggunakan aplikasi GeoGebra serta mengintegrasikan sintaks model APOS ke dalam pembelajaran. Sementara itu, siswa kelas XI

dipilih sebagai subjek praktik karena pada jenjang ini mereka telah mempelajari materi yang relevan dengan penerapan model APOS berbantuan GeoGebra, sehingga keterlibatan mereka dapat memberikan gambaran nyata mengenai efektivitas media dan model pembelajaran yang diperkenalkan. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya meningkatkan kapasitas guru, tetapi juga memberi pengalaman belajar yang lebih bermakna bagi siswa.

2.3 Indikator Keberhasilan

Indikator keberhasilan dari kegiatan pengabdian ini ditinjau dari beberapa aspek. Pertama, siswa mampu mengisi E-LKPD dengan benar sesuai petunjuk yang diberikan, sehingga menunjukkan adanya pemahaman terhadap langkah-langkah pemecahan masalah berbasis model APOS. Kedua, salah seorang siswa terpilih dapat mempresentasikan ulang cara membuka aplikasi GeoGebra, menggambar objek geometri seperti dua lingkaran dan garis singgungnya, serta menyelesaikan perhitungan yang berkaitan dengan jarak garis singgung. Hal ini menjadi bukti ketercapaian keterampilan teknis sekaligus pemahaman konsep matematis. Ketiga, keberhasilan juga diukur dari hasil angket respon yang diberikan kepada peserta pelatihan, baik guru maupun siswa. Angket ini diharapkan memberikan nilai positif yang mencerminkan bahwa penggunaan GeoGebra dan penerapan model APOS dapat meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan pemahaman dalam pembelajaran matematika.

2.4 Metode Evaluasi

Metode evaluasi dalam kegiatan pengabdian ini dilakukan melalui observasi langsung, analisis hasil E-LKPD, dan pengisian angket respon interaktif. Selama kegiatan di laboratorium komputer, siswa diberikan E-LKPD berbasis model APOS dengan bantuan GeoGebra, kemudian diamati tingkat keaktifan, keterlibatan, serta kemampuan mereka dalam menyelesaikan lembar kerja. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa siswa aktif dalam mengikuti setiap tahapan dan mampu menerapkan instruksi yang terdapat pada E-LKPD.

Dengan tahapan-tahapan yang diberikan pada E-LKPD, Saya mampu menyelesaikan soal latihan yang diberikan dengan baik

1	2	3	4	5
STS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SS				

Pembelajaran dengan menggunakan E-LKPD secara berkelompok membuat saya lebih aktif didalam pembelajaran

1	2	3	4	5
STS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SS				

Saya tidak mengalami kesulitan dalam pembelajaran secara berkelompok

1	2	3	4	5
STS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SS				

Saya tidak merasa kesulitan dalam menyelesaikan masalah dengan menggunakan model APOS

1	2	3	4	5
STS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SS				

Angket Respon
hanifahmat@unib.ac.id Ganti akun
Tidak ditampilkan
* Menunjukkan pertanyaan yang wajib diisi

Mulailah dengan membaca bantuanlah...

Pilihlah sesuai dengan apa yang kamu rasakan

Dengan menggunakan E-LKPD, Saya jadi mengetahui proses pemecahan masalah dengan menggunakan langkah Model APOS pada materi Garis singgung Persekitaran Luar.

1	2	3	4	5
STS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SS				

Dengan tahapan-tahapan yang diberikan pada E-LKPD, Saya mampu memahami masalah yang diberikan pada soal.

1	2	3	4	5
STS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SS				

Dengan tahapan-tahapan yang diberikan pada E-LKPD, Saya mampu memahami masalah yang diberikan pada soal

1	2	3	4	5
STS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SS				

Kirim **Kosongkan formulir**

Gambar 1. Angket Interaktif Mengenai Efektivitas Pelatihan

Data yang diperoleh melalui angket respon dianalisis menggunakan teknik perhitungan rata-rata skor pada setiap aspek yang diukur. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Keterangan:

\bar{X} : rata-rata perolehan skor

n : jumlah butir pertanyaan

x_i : skor pada butir pertanyaan ke-i

Dengan rumus ini, setiap skor pada butir angket dijumlahkan, kemudian dibagi dengan jumlah total butir, sehingga diperoleh rata-rata skor tiap aspek.

Hasil perhitungan rata-rata tersebut tidak hanya ditampilkan dalam bentuk angka, tetapi juga dikategorikan ke dalam kriteria penilaian kualitatif berdasarkan acuan dari (Widyoko, 2009). Kriteria tersebut dirancang untuk memberikan interpretasi makna dari skor yang diperoleh, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Angket Respon

Interval Skor	Kategori
$\bar{X} > M_i + 1,8Sbi$	Sangat Baik
$M_i + 0,6Sbi < \bar{X} \leq M_i + 1,8Sbi$	Baik
$M_i - 0,6Sbi < \bar{X} \leq M_i + 0,6Sbi$	Cukup
$M_i - 1,8Sbi < \bar{X} \leq M_i - 0,6Sbi$	Kurang
$\bar{X} \leq M_i - 1,8Sbi$	Sangat Kurang

Keterangan:

M_i = Rata-rata ideal = $1/2$ (skor maksimal ideal + skor minimal ideal)

Sbi = Simpangan baku ideal = $1/6$ (skor maksimal ideal – skor minimal ideal)

Skor maksimal ideal = skor tertinggi yang mungkin dicapai

Skor minimal ideal = skor terendah yang mungkin dicapai

Dengan menggunakan pendekatan ini, hasil pengolahan data angket tidak hanya bersifat kuantitatif, tetapi juga dapat ditafsirkan secara kualitatif. Hal ini memudahkan peneliti dalam memberikan gambaran menyeluruh mengenai kecenderungan respon peserta didik terhadap aspek yang dievaluasi.

Selain itu, kategorisasi hasil juga bermanfaat untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan pada aspek tertentu. Misalnya, apabila rata-rata skor berada pada kategori "Sangat Baik", maka dapat disimpulkan bahwa respon peserta terhadap aspek tersebut sudah optimal. Sebaliknya, apabila skor berada pada kategori "Kurang" atau "Sangat Kurang", maka aspek tersebut memerlukan perhatian lebih dalam perbaikan pembelajaran atau instrumen evaluasi.

Sebagai pelengkap, pada akhir kegiatan siswa diminta mengisi angket respon interaktif yang berisi beberapa pernyataan terkait kemudahan penggunaan GeoGebra, pemahaman materi melalui model APOS, serta pengalaman belajar secara kolaboratif. Angket ini bertujuan untuk memperoleh umpan balik mengenai efektivitas kegiatan, baik dari sisi peningkatan pemahaman konsep matematika maupun dari segi motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran.

3. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat dilaksanakan pada tanggal 23 Mei 2025 di Laboratorium Komputer SMA IT IQRA' Kota Bengkulu dengan melibatkan guru matematika sebagai peserta

utama dan siswa kelas XI sebagai subjek praktik. Kegiatan ini difasilitasi oleh tim pelaksana yang menyajikan materi, demonstrasi, serta praktik penggunaan aplikasi GeoGebra dalam pembelajaran matematika berbasis model APOS (Action, Process, Object, Schema).

3.1 Penyajian Materi

Pada sesi penyajian materi, Hanifah memulai dengan memperkenalkan konsep Piramida Dale Edgar yang menekankan pentingnya pengalaman konkret dalam meningkatkan daya ingat dan retensi belajar siswa. Konsep ini menjadi pijakan untuk memahami bahwa semakin aktif siswa terlibat dalam pembelajaran, semakin besar kemungkinan mereka menyerap pengetahuan yang bermakna. Hal tersebut sejalan dengan gagasan student-centered learning, di mana pembelajaran menempatkan siswa sebagai subjek aktif, bukan sekadar objek penerima pengetahuan. Penelitian menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berpusat pada siswa dapat meningkatkan pemahaman konseptual, keterampilan pemecahan masalah, serta motivasi belajar karena siswa secara aktif membangun pengetahuannya (Goodwin, 2024).



Gambar 2. Penyajian Materi Pelatihan oleh Hanifah

Selanjutnya, Hanifah menguraikan Model APOS (Action, Process, Object, Schema) berbantuan komputer. Model ini berasal dari teori konstruktivis Dubinsky, yang menekankan bahwa pemahaman matematis berkembang melalui tahapan aksi, proses, objek, dan skema yang saling terhubung. Dalam konteks pembelajaran modern, model APOS dapat diintegrasikan dengan teknologi digital seperti GeoGebra untuk membantu siswa mengonstruksi pengetahuan matematis secara bertahap. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa modul berbasis APOS yang dipadukan dengan GeoGebra sangat valid dan efektif untuk meningkatkan pemahaman siswa dalam topik fungsi kuadrat (Omarisa et al., 2025). Dengan demikian, penyampaian Hanifah tidak hanya memberikan landasan teoretis, tetapi juga membuka wawasan guru mengenai implementasi model tersebut dalam praktik pembelajaran nyata.

Sesi berikutnya dilanjutkan oleh Eli Mardiana yang memperkenalkan E-LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik) sebagai sarana belajar interaktif. E-LKPD ini dibagikan kepada guru dan siswa sebagai panduan praktik untuk mengeksplorasi konsep matematika berbantuan komputer. Keunggulan E-LKPD adalah mampu mengarahkan siswa secara sistematis dalam proses belajar sekaligus mendorong mereka untuk belajar mandiri. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian

bahwa LKPD berbasis GeoGebra valid dan praktis digunakan dalam pembelajaran, serta dapat meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa (Hanafiah et al., 2024).



Gambar 3. Penyajian Materi Pelatihan oleh Eli

Setelah pengenalan, Eli memandu peserta membuka aplikasi GeoGebra dan melaksanakan praktikum sesuai tahapan yang tertera pada E-LKPD. GeoGebra sebagai perangkat lunak dinamis memungkinkan siswa untuk memvisualisasikan konsep abstrak menjadi lebih konkret dan interaktif. Penelitian mutakhir menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan minat belajar, hasil belajar, serta keterampilan berpikir kritis siswa (Widyastiti et al., 2024). Selama kegiatan, siswa tampak sangat serius mengikuti arahan pemateri. Mereka mengoperasikan komputer dengan tekun, mengerjakan E-LKPD berbantuan GeoGebra, dan aktif mengeksplorasi materi secara mandiri maupun berdiskusi dengan teman sebaya.

Kombinasi antara teori yang disampaikan Hanifah dan praktik yang dipandu oleh Eli Mardiana menunjukkan sinergi yang baik antara aspek konseptual dan aplikatif. Dari sisi guru, kegiatan ini memberikan wawasan tentang bagaimana model pembelajaran modern dapat diintegrasikan dengan teknologi pendidikan. Dari sisi siswa, pengalaman menggunakan E-LKPD berbantuan GeoGebra menciptakan suasana belajar yang lebih aktif, interaktif, dan bermakna. Dengan demikian, penyajian materi dalam pelatihan ini memperlihatkan bahwa integrasi model APOS, E-LKPD, dan GeoGebra mampu mendukung pembelajaran matematika yang lebih efektif serta relevan dengan tuntutan abad ke-21.

3.2 Praktik Penggunaan GeoGebra

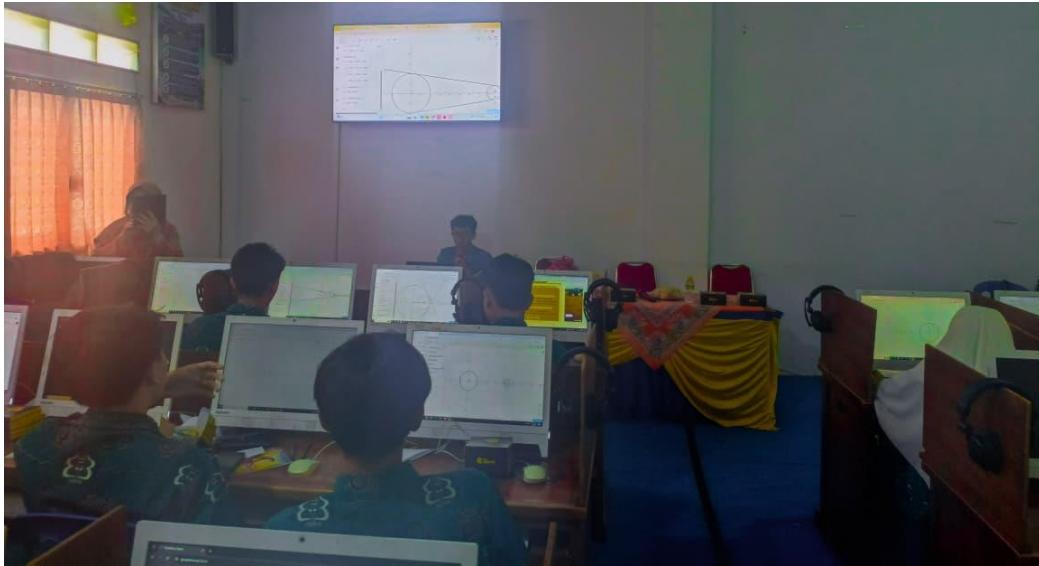
Pada sesi praktik, Pemateri Eli Mardiana berperan penting dalam memfasilitasi peserta untuk memahami penggunaan teknologi pendidikan melalui E-LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik) yang dirancang khusus berbantuan aplikasi GeoGebra. E-LKPD ini berfungsi tidak hanya sebagai lembar kerja, melainkan juga sebagai media pembelajaran interaktif yang memandu siswa dan guru untuk menjalani pengalaman belajar yang lebih sistematis dan terstruktur. Pada tahap awal, pemateri memberikan instruksi rinci mengenai cara membuka program GeoGebra pada komputer, kemudian secara bertahap menuntun peserta untuk

melaksanakan praktikum sesuai langkah-langkah yang tertera dalam E-LKPD. Dengan pendekatan ini, kegiatan praktik tidak hanya berlangsung mekanis, tetapi juga menghadirkan suasana pembelajaran berbasis teknologi yang menekankan partisipasi aktif dan keterlibatan penuh dari semua peserta.



Gambar 4. Praktik Penggunaan GeoGebra oleh Siswa SMA IT IQRA' Kota Bengkulu

Antusiasme siswa terlihat jelas sepanjang jalannya kegiatan. Mereka mengikuti arahan pemateri dengan serius, baik dalam pengerojan secara individu maupun ketika bekerja dalam kelompok. Bahkan, kelompok siswi yang terlibat tampak menunjukkan dedikasi tinggi dalam menyelesaikan instruksi pada E-LKPD, mulai dari pengoperasian fitur GeoGebra, melaksanakan langkah-langkah eksplorasi matematis, hingga mendiskusikan hasil temuan mereka dengan sesama anggota kelompok. Para guru yang hadir pun tidak hanya bertindak sebagai pengamat pasif, melainkan juga memperlihatkan keseriusan dalam menyimak arahan dan mencatat prosedur yang dijelaskan, sehingga suasana pembelajaran terasa kondusif, kolaboratif, dan saling mendukung antara guru dan siswa.



Gambar 5. Praktik Demonstratif Penggunaan GeoGebra oleh Peserta

Sebagai bentuk evaluasi pemahaman, beberapa siswa dipilih untuk mempresentasikan kembali hasil kerja mereka di depan kelas. Salah satu siswa secara runtut menjelaskan cara melukis lingkaran, menggambar garis singgung pada dua lingkaran, serta menghitung panjang

garis singgung lingkaran dengan memanfaatkan fitur GeoGebra. Aktivitas ini menunjukkan bahwa siswa tidak hanya mampu mengikuti langkah prosedural, tetapi juga memiliki kemampuan untuk mengkomunikasikan kembali konsep dan proses yang dipelajari. Hal ini mengindikasikan adanya peningkatan keterampilan berpikir konseptual, kemampuan representasi visual, serta keterampilan komunikasi matematis, yang merupakan aspek penting dalam pembelajaran matematika modern.

Temuan lapangan ini sejalan dengan berbagai hasil penelitian mutakhir. Suratno dan Waliyanti (2023) membuktikan bahwa integrasi GeoGebra dalam model Problem-Based Learning mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa, karena visualisasi interaktif yang ditawarkan GeoGebra membuat siswa lebih mudah memahami hubungan antar konsep dan menyelesaikan soal yang kompleks. Sementara itu, penelitian Putri et al. (2021) menegaskan bahwa penerapan siklus pembelajaran 5E berbantuan GeoGebra efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa secara signifikan, bahkan setelah dikontrol oleh pengetahuan awal. Penelitian-penelitian ini mendukung temuan kegiatan pelatihan, yakni bahwa penggunaan GeoGebra melalui E-LKPD tidak hanya meningkatkan penguasaan teknis aplikasi, tetapi juga berperan sebagai jembatan antara teori dan praktik yang memperkuat pemahaman siswa terhadap konsep matematika.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa praktik penggunaan GeoGebra dalam kegiatan pengabdian ini mampu memberikan dampak yang komprehensif. Dari sisi siswa, kegiatan ini meningkatkan keaktifan, pemahaman konseptual, keterampilan prosedural, serta kemampuan komunikasi matematis. Dari sisi guru, keterlibatan dalam pelatihan memperluas wawasan pedagogis dan membuka peluang untuk mengintegrasikan teknologi digital ke dalam pembelajaran sehari-hari. Kombinasi antara panduan terstruktur melalui E-LKPD, penggunaan GeoGebra sebagai media interaktif, serta pendekatan pembelajaran berpusat pada siswa, pada akhirnya mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna, efektif, dan sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21.

3.3 Evaluasi dan Refleksi

Pada akhir kegiatan, seluruh peserta pelatihan di SMA IT IQRA' Kota Bengkulu diminta untuk mengisi angket respon sebagai bentuk evaluasi program. Jumlah responden yang mengisi angket adalah 15 siswa, yang terdiri dari siswa kelas XI program IPA dan program IPS. Pengisian angket ini dimaksudkan untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai sejauh mana kegiatan pelatihan memberikan manfaat, baik dalam hal peningkatan pemahaman konsep, keterampilan teknis penggunaan GeoGebra, maupun perubahan sikap belajar peserta setelah mengikuti kegiatan.

Instrumen angket yang digunakan terdiri atas sembilan indikator (I1–I9), di mana masing-masing indikator dirancang untuk merepresentasikan aspek-aspek penting dalam proses pelatihan. Indikator tersebut meliputi: (1) kejelasan penyajian materi oleh pemateri, (2) relevansi materi dengan kebutuhan pembelajaran matematika di kelas, (3) kemudahan siswa dalam memahami konsep melalui bantuan aplikasi GeoGebra, (4) kebermanfaatan penggunaan E-LKPD dalam memandu proses praktik, (5) interaktivitas kegiatan pelatihan, (6) motivasi belajar siswa setelah mengikuti pelatihan, (7) keaktifan peserta dalam kegiatan, (8) komitmen siswa untuk

memanfaatkan GeoGebra dalam pembelajaran selanjutnya, serta (9) tingkat kepuasan keseluruhan peserta terhadap kegiatan pelatihan yang telah dilaksanakan. Melalui sembilan indikator tersebut, tim pelaksana berupaya mengukur tidak hanya aspek kognitif yang diperoleh siswa, tetapi juga aspek afektif dan psikomotor yang muncul selama pelatihan berlangsung. Dengan demikian, hasil angket ini tidak hanya mencerminkan efektivitas kegiatan dalam penyampaian materi, tetapi juga sejauh mana pelatihan mampu menumbuhkan keterampilan praktis dan sikap positif terhadap pembelajaran matematika berbantuan teknologi. Adapun hasil rekapitulasi pengisian angket respon peserta ditunjukkan pada Tabel 1 berikut, yang memperlihatkan rata-rata skor tiap indikator serta kategori penilaian yang diperoleh.

Tabel 1. Rekapitulasi Skor Rata-Rata Respon Peserta

Indikator	Jumlah Skor	Rata-Rata (Skor/15)	Kategori
I1	69	4.6	Sangat Baik
I2	65	4.33	Sangat Baik
I3	65	4.33	Sangat Baik
I4	68	4.53	Sangat Baik
I5	65	4.33	Sangat Baik
I6	65	4.33	Sangat Baik
I7	66	4.4	Sangat Baik
I8	60	4	Baik
I9	64	4.27	Sangat Baik
Total	587	4.08	Sangat Baik

Perhitungan rata-rata keseluruhan menggunakan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{587}{9 \times 15} = \frac{587}{135} = 4,08$$

Hasil rata-rata sebesar 4,08 menunjukkan bahwa respon peserta berada pada kategori sangat baik. Dengan kata lain, sebagian besar siswa dan guru merasa puas dengan pelatihan penggunaan GeoGebra dan E-LKPD berbasis model APOS.

Jika ditinjau lebih detail, indikator ke-8 (I8) memperoleh skor rata-rata paling rendah, yakni 4,00, meskipun masih dalam kategori baik. Indikator ini berkaitan dengan komitmen peserta untuk memanfaatkan GeoGebra secara konsisten setelah pelatihan. Artinya, sebagian peserta masih memerlukan pendampingan agar terbiasa mengintegrasikan GeoGebra dalam pembelajaran. Sebaliknya, indikator pertama (I1) yang berkaitan dengan kejelasan penyampaian materi, serta indikator keempat (I4) tentang pemahaman konsep melalui praktik GeoGebra, memperoleh skor rata-rata tertinggi (4,60 dan 4,53). Hal ini mengindikasikan bahwa penyampaian materi dan kegiatan praktik sangat diapresiasi oleh peserta karena mampu meningkatkan pemahaman konseptual sekaligus keterampilan teknis mereka.

Hasil evaluasi pelatihan memberikan sejumlah refleksi penting bagi pengembangan pembelajaran di SMA IT IQRA' Kota Bengkulu. Pertama, siswa merasa lebih mudah memahami konsep matematika melalui visualisasi yang disediakan oleh GeoGebra. Hal ini memperlihatkan

bahwa teknologi pembelajaran mampu menjembatani kesenjangan antara konsep abstrak dan representasi konkret, sehingga siswa dapat membangun pemahaman yang lebih mendalam. Temuan ini sejalan dengan penelitian Hidayat et al. (2024) yang menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra berpengaruh signifikan terhadap peningkatan pemahaman konseptual dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika di tingkat sekolah menengah.



Gambar 6. Siswa SMA IT IQRA' Kota Bengkulu Sedang Mengisi Angket Respon

Kedua, antusiasme peserta terlihat sangat tinggi ketika mengikuti praktik penggunaan E-LKPD berbasis APOS. Observasi lapangan menunjukkan bahwa siswa tidak hanya mengikuti instruksi dengan serius, tetapi juga mampu menjelaskan kembali langkah-langkah konstruksi matematika, seperti melukis lingkaran, menggambar garis singgung dua lingkaran, dan menghitung panjang garis singgung dengan bantuan GeoGebra. Hasil ini konsisten dengan penelitian Rosyidi et al. (2024) yang menegaskan bahwa integrasi GeoGebra Classroom dalam asesmen matematika dapat mengungkap sekaligus meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa melalui aktivitas interaktif dan terstruktur.

Ketiga, kendala teknis masih menjadi hambatan utama dalam penerapan kegiatan ini. Beberapa siswa mengalami kesulitan karena keterbatasan perangkat komputer dan kurangnya pengalaman dalam mengoperasikan software. Hal serupa juga dirasakan oleh sebagian guru yang baru pertama kali mengenal GeoGebra. Temuan ini konsisten dengan penelitian Mokotjo dan Mokhele (2021) yang menyatakan bahwa minimnya sarana seperti proyektor, kerusakan perangkat, dan kurangnya dukungan profesional menghambat integrasi GeoGebra di kelas. Selain itu, Saidu et al. (2024) menemukan bahwa keterbatasan waktu, peralatan, dan koneksi internet juga menjadi tantangan signifikan. Sementara itu, riset Theodorio et al. (2024) menekankan pentingnya pelatihan berkelanjutan dan dukungan sistemik untuk mengatasi kesenjangan keterampilan digital dalam pendidikan pasca-pandemi.

Terakhir, potensi pengembangan pelatihan ini masih terbuka lebar. Guru memiliki kesempatan untuk mengembangkan E-LKPD berbasis APOS berbantuan GeoGebra sesuai dengan kebutuhan materi lain dalam kurikulum SMA. Dengan pendampingan lanjutan, siswa dapat semakin percaya diri dan mandiri dalam menggunakan GeoGebra untuk menyelesaikan permasalahan matematika yang lebih kompleks, sekaligus menumbuhkan kemandirian belajar.

Berdasarkan hasil angket, wawancara, dan pengamatan, dapat disimpulkan bahwa pelatihan LKPD berbasis model APOS berbantuan GeoGebra di SMA IT IQRA' Kota Bengkulu telah

mencapai tujuan yang diharapkan dengan kategori sangat baik. Peserta menilai kegiatan ini bermanfaat karena menambah wawasan, meningkatkan motivasi belajar, serta memperkuat keterampilan teknis dan konseptual dalam pembelajaran matematika. Meskipun demikian, refleksi menunjukkan bahwa keberlanjutan program ini masih membutuhkan tindak lanjut berupa: (1) pendampingan berkelanjutan agar guru dan siswa semakin terbiasa menggunakan GeoGebra, (2) peningkatan sarana komputer yang memadai agar setiap siswa dapat berlatih secara optimal, serta (3) pelatihan lanjutan bagi guru untuk memperdalam pemahaman mereka tentang integrasi GeoGebra dalam berbagai materi. Dengan langkah-langkah ini, penerapan GeoGebra diharapkan dapat berjalan lebih optimal dan memberikan dampak yang signifikan dalam peningkatan kualitas pembelajaran matematika di sekolah.

4. Kesimpulan

Kegiatan pengabdian di SMA IT IQRA' Kota Bengkulu pada 23 Mei 2025 berhasil memperkenalkan model pembelajaran APOS berbantuan GeoGebra melalui E-LKPD interaktif. Hasil angket dari 15 siswa menunjukkan skor rata-rata 4,08 (kategori sangat baik), menandakan bahwa pelatihan bermanfaat dalam meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan prosedural, dan motivasi belajar. Visualisasi GeoGebra dinilai paling membantu, meskipun masih terdapat kendala teknis seperti keterbatasan perangkat dan kurangnya pengalaman menggunakan software. Secara keseluruhan, kegiatan ini berhasil mencapai tujuan dan direkomendasikan untuk ditindaklanjuti dengan pendampingan, peningkatan sarana komputer, serta pelatihan lanjutan agar penerapan GeoGebra lebih optimal dalam pembelajaran sehari-hari. Ke depan, penelitian lebih lanjut dapat difokuskan pada uji efektivitas jangka panjang GeoGebra dalam meningkatkan hasil belajar, serta pengembangan E-LKPD pada materi lain untuk memperluas penerapan teknologi ini dalam kurikulum SMA.

Referensi

- Apriliana, D., & Suryaningsih, Y. (2024). Pengembangan E-LKPD Berbasis Hots Pada Materi Persamaan Dan Pertidaksamaan Linear Satu Variabel. In *Jurnal Mahasiswa Pendidikan Matematika* (Vol. 4, Issue 3). <http://jtam.ulm.ac.id/index.php/jurmadipta>
- Arnon, I., Cottrill, J., Dubinsky, E., Oktac, A., Fuentes, S. R., Trigueros, M., & Weller, K. (2014). *APOS Theory: A Framework for Research and Curriculum Development in Mathematics Education*. Springer.
- Cambridge Dictionary. (2025). *Deep Learning*. Cambridge University Press. <https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english/deep-learning>
- Dewey, J. (1997). *How We Think*. Mineola, NY: Dover Publications.
- Dubinsky, E., & McDonald, M. A. (2001). APOS: A Constructivist Theory of Learning in Undergraduate Mathematics Education Research. In *The Teaching and Learning of Mathematics at University Level* (pp. 273–280). Springer.
- Ennis, R. H. (2018). Critical Thinking Across the Curriculum: A Vision. *Topoi*, 37(1), 165–184. <https://doi.org/10.1007/s11245-016-9401-4>
- Goodwin, J. R. (2024). What's the Difference? A Comparison of Student-Centered Teaching Methods. *Education Sciences*, 14(7), 736. <https://doi.org/10.3390/educsci14070736>
- Guruberdaya. (2024). *Kurikulum untuk tahun ajaran 2025/2026*. Guruberdaya. <https://guruberdaya.org/kurikulum-untuk-tahun-ajaran-2025-2026/>

- Hanafiah, D. K., Puadi, E. F. W., & Heriyana, T. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbantuan Aplikasi Geogebra untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Pada Materi Matriks. *Didactical Mathematics*, 6(2), 260–270. <https://doi.org/10.31949/dm.v6i2.10923>
- Hanifah. (2019). *Buku Model APOS Pembelajaran Berbantuan Komputer*. Bengkulu: CV Zegie Utama.
- Hidayat, R., Noor, W. N. W. M., Nasir, N., & Ayub, A. F. M. (2024). The role of GeoGebra software in conceptual understanding and engagement among secondary school student. *Infinity Journal*, 13(2), 317–332. <https://doi.org/10.22460/infinity.v13i2.p317-332>
- Mokotjo, L. G., & Mokhele, M. L. (2021). Challenges of Integrating GeoGebra in the Teaching of Mathematics in South African High Schools. *Universal Journal of Educational Research*, 9(5), 963–973. <https://doi.org/10.13189/ujer.2021.090509>
- Muharrom, A., Kadarisma, G., Al Mukhtariyah Mande, M., Pesantren Mande, J., Bandung Barat, K., Barat, J., Siliwangi, I., & Terusan Jenderal Sudirman, J. (2022). Analisis Kesulitan Siswa Madrasah Tsanawiyah Dalam Menyelesaikan Soal Lingkaran. *Maret*, 5(2). <https://doi.org/10.22460/jpmi.v5i2.463-470>
- Omarisa, V., Muchlis, E. E., Susanta, A., & Hanifah. (2025). Development of a mathematics teaching module based on the APOS model integrated with GeoGebra. *Indonesian Journal of Educational Development (IJED)*, 6(2), 660–675. <https://doi.org/10.59672/ijed.v6i2.5217>
- Putri, N. N. W. D., Astawa, I. W. P., & Ardana, I. M. (2021). Improving Students' Conceptual Understanding Through Geogebra-Assisted "5E" Learning Cycle: Is It Effective? *Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 54(1), 170. <https://doi.org/10.23887/jpp.v54i1.25219>
- Rosyidi, A. H., Sari, Y. M., Fardah, D. K., & Masriyah, M. (2024). Designing mathematics problem-solving assessment with GeoGebra Classroom: proving the instrument validity. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 18(3), 1030–1038. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v18i3.21191>
- Saidu, S., Rabiu, A. T., & Hamzat, B. K. (2024). Examining the challenges of integrating GeoGebra software in the teaching and learning of coordinate geometry in colleges of education in the North West Zone of Nigeria. *FNAS Journal of Mathematics and Science Education*, 6(1), 65–74. www.fnasjournals.com
- Suratno, J., & Waliyanti, I. K. (2023). Integration of GeoGebra in Problem-Based Learning to Improve Students' Problem-Solving Skills. *International Journal of Research in Mathematics Education*, 1(1), 63–75. <https://doi.org/10.24090/ijrme.v1i1.8514>
- Surbakti, N. M., Dewi, S., Septiana, D., Farhana, N. A., & Perdana, A. (2023). Pemanfaatan Aplikasi Geogebra dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Menengah Kejuruan. *Dst*, 3(2), 204–210. <https://doi.org/10.47709/dst.v3i2.3008>
- Theodorio, A. O., Waghid, Z., & Wambua, A. (2024). Technology integration in teacher education: challenges and adaptations in the post-pandemic era. *Discover Education*, 3(1), 242. <https://doi.org/10.1007/s44217-024-00341-1>
- Unesa. (2023). *Mengenal Konsep Pembelajaran Deep Learning*. Universitas Negeri Surabaya. <https://s2pendidikanbahasainggris.fbs.unesa.ac.id/post/mengenal-konsep-pembelajaran-deep-learning>
- Widyastiti, M., Yanti, Y., Sumarsa, A., & Durrotul Faizah, L. (2024). Utilization of Geogebra Application as Learning Media in Learning The Three-Dimensional to Increase Students' Interest in Learning. *Hipotenusa: Journal of Mathematical Society*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.18326/hipotenusa.v6i1.815>
- Widyoko, E. P. (2009). *Evaluasi Program Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.