



Pelatihan Pengembangan Modul Ajar Matematika Model APOS Berbantuan Geogebra kepada Guru MGMP Matematika SLTA Kota Bengkulu

Hanifah^{1*}, Agus Susanta², Hari Sumardi³, Effie Efrida Muchlis⁴, Alma Hera⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

*Corresponding author: hanifahmat@unib.ac.id

Info Artikel

Diterima 11-11-2025

Direvisi 09-12-2025

Revisi diterima 09-01-2026

Abstrak

Model Pembelajaran Aksi Proses Objek Skema (Model APOS) dirancang untuk pembelajaran berpusat pada mahasiswa/siswa dan berbantuan komputer, yang dilengkapi dengan Modul Ajar Berdiferensiasi. Diterapkannya kurikulum merdeka yang menuntut agar pelaksanaan pembelajaran dilengkapi dengan peralatan teknologi informasi, menjadi terbuka kesempatan bagi guru untuk menggunakan Model APOS berbantuan Geogebra dalam pembelajaran matematika di sekolahnya. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan kepada Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Kota Bengkulu tentang pengembangan modul ajar berdiferensiasi materi matematika. MGMP ini adalah wadah bagi guru-guru dengan mata pelajaran yang sama untuk berkumpul, berdiskusi, dan bertukar pengalaman demi meningkatkan profesional dan kualitas pembelajaran. Metode pelaksanaan berupa Metode Demonstrasi dimana Modul Ajar fungsi kuadrat berbasis Model APOS berbantuan software Geogebra dibagikan kepada peserta, peserta mengikuti arahan fasilitator untuk menerapkannya. Fasilitator menyampaikan materi meliputi pengenalan tools geogebra, visualisasi garis, dan fungsi kuadrat. Peserta mengikuti arahan yang ada pada Modul Ajar yang diberikan. Fasilitator meminta peserta untuk bergantian mendemonstrasikan hasil kerjanya menjawab Modul Ajar di depan kelas. Masing peserta juga diminta untuk membuat soal tentang fungsi kuadrat lainnya untuk semua kemungkinan posisi gambar yaitu terbuka ke atas atau ke bawah, memotong sumbu x atau menyinggung sumbu x dan lainnya. Selanjutnya fasilitator mengedarkan angket respon. Hasilnya para peserta memberikan respon sangat positif terhadap pelaksanaan Modul Ajar yang diberikan dengan nilai rata-rata 89,167.

Kata Kunci: Geogebra; Model pembelajaran APOS; Modul ajar.

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

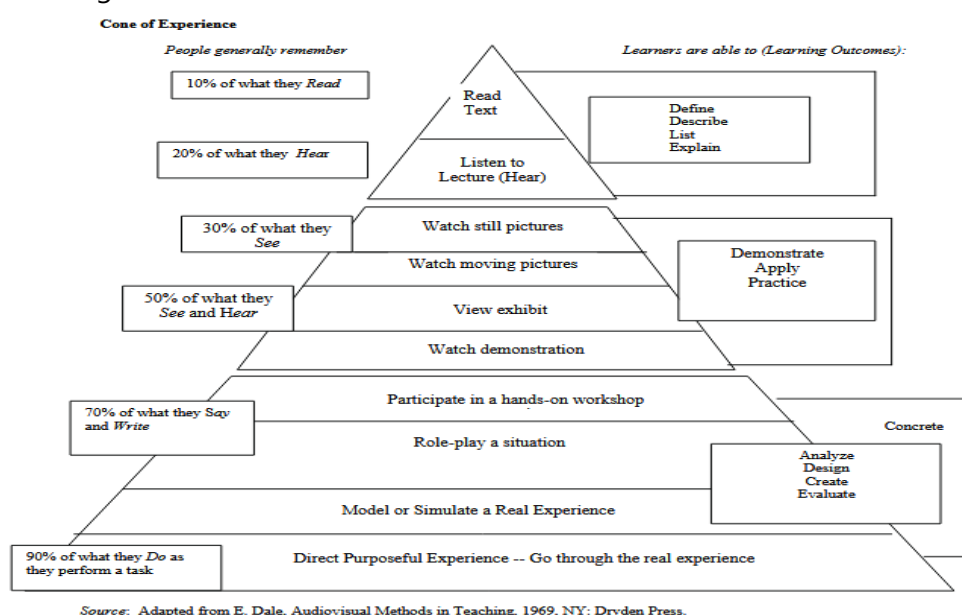


How to cite: Hanifah, *et al.* (2026). Pelatihan Pengembangan Modul Ajar Matematika Model APOS Berbantuan Geogebra kepada Guru MGMP Matematika SLTA Kota Bengkulu. *INCOME: Indonesian Journal of Community Service and Engagement*, 5(1), 1-14. doi: <https://doi.org/10.56855/income.v5i1.1822>

1. Pendahuluan

1.1 Analisis Situasi

Berdasarkan kerucut pengalaman belajar gambar 1, bila pembelajaran dirancang guru sedemikian rupa siswa aktif mengkonstruksi sendiri materi suatu misalnya X dengan cara melakukan percobaan atau praktikum dengan menggunakan alat peraga atau lainnya kemudian siswa menjelaskan di depan kelas materi yang telah dikuasainya, materi X tersebut akan lama diingat oleh siswa.



Gambar 1. Kerucut Pengalaman Belajar

(Sumber: <https://s3.us-east-2.amazonaws.com>)

Salah satu cara untuk mengembangkan kemampuan siswa baik dari pemahaman konsep, rasa percaya diri dalam mengemukakan ide, dan kemampuan bekerjasama dalam kelompok adalah dengan menerapkan pembelajaran berdiferensiasi. Menurut (Morgan, 2014), pembelajaran berdiferensiasi adalah cara untuk mengenali dan mengajarkan bakat dan gaya belajar peserta didik yang beragam. Pembelajaran berdiferensiasi telah dikenal sebagai strategi pembelajaran yang mengakomodir kesiapan, minat belajar, dan profil belajar peserta didik yang bervariasi. Guru memfasilitasi peserta didik sesuai dengan kebutuhannya karena setiap peserta didik adalah pribadi yang unik dengan karakteristik yang berbeda-beda sehingga tidak dapat dipelakukan sama.

Tomlinson (2013) menjelaskan keragaman peserta didik dipandang dari 3 aspek yang berbeda, yaitu :

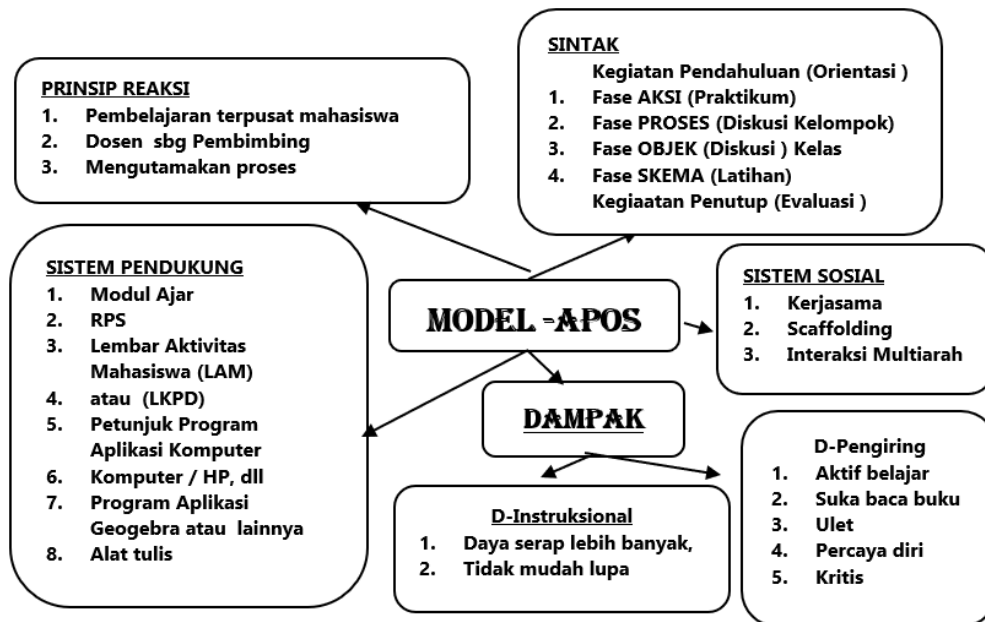
- a. Kesiapan adalah sejauh mana kemampuan pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran.
- b. Minat menjadi peran penting dalam memotivasi peserta didik untuk belajar, karena peserta didik akan mempelajari dengan tekun hal-hal yang menarik minat belajar mereka masing-masing.
- c. Profil (gaya) belajar peserta didik mengacu pada pendekatan atau bagaimana cara yang paling disenangi peserta didik agar mereka dapat memahami pelajaran dengan baik. Ada peserta didik yang belajar lewat pendengaran (auditory), ada yang harus melihat gambar-gambar (visual) dan ada juga yang belajar dengan baik jika menggerakkan sebagian atau seluruh tubuhnya (kinestetik).

Pembelajaran berdifferensiasi dalam (Hanifah, 2024) merupakan pembelajaran yang memfasilitasi semua perbedaan yang dimiliki siswa secara terbuka dengan kebutuhan-kebutuhan yang akan dicapai oleh siswa (Motta & Galina, 2023). Pembelajaran berdifferensiasi mengedepankan konsep bahwa setiap individu memiliki minat, potensi dan bakat yang berbeda (Tondorf & Prediger, 2022). Pembelajaran berdifferensiasi mengakomodasi kebutuhan setiap individu untuk memperoleh pengalaman belajar dan penguasaan terhadap konsep yang dipelajari (Amalia & Unaenah, 2018; Habibi & Suparman, 2020; Safitri et al., 2020).

Ada tiga aspek penting sebagai kebutuhan belajar siswa dalam pembelajaran berdifferensiasi, diantaranya: (1) kesiapan belajar; yaitu siswa siap dengan materi baru untuk menghadapi proses pembelajaran selanjutnya; (2) minat belajar yaitu siswa memiliki motivasi secara pribadi dalam mendorong keinginan untuk belajar; dan (3) profil belajar siswa terkait dengan faktor bahasa, kesehatan, budaya, keadaan lingkungan dan keluarga, dan kekhususan lainnya. Karakteristik pembelajaran berdifferensiasi secara umum berfokus pada konsep dan prinsip pokok bahan ajar artinya memfokuskan peserta didik untuk memahami materi dan guru memberikan beragam pilihan dalam belajar (Kurniawan & Wijayanti, 2022).

1.2 Solusi dan Target

Salah satu solusi yang dapat diterapkan dalam pembelajaran adalah menggunakan Model APOS. APOS merupakan singkatan dari Action, Process, Object, dan Schema. Model APOS merupakan pendekatan pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan teori konstruktivisme. APOS menekankan pada bagaimana siswa membangun pemahaman matematisnya sendiri melalui tahapan mental tertentu yang tergambar dalam Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Model APOS

(Sumber: Hanifah, & Utari, T. 2022)

Berikut ini adalah penjelasan tentang Sintak dari Model APOS yang terdiri dari kegiatan Pendahuluan, fase Aksi, fase Proses, fase Objek, fase Skema, dan kegiatan Penutup (Hanifah, H & Utari, T. 2022; Hanifah, 2019).

- Kegiatan Pendahuluan (Orientasi). Kegiatan mengarahkan peserta didik untuk siap menerima pembelajaran dengan pokok bahasan terbaru. Peserta didik dibentuk menjadi berapa kelompok kecil yang berdiferensiasi berdasarkan kemampuan memahami materi (cepat, sedang, lambat). Dilanjutkan dengan peserta didik mendapatkan LKPD dengan Model APOS. Berikut contoh penggalan isi LKPD pada kegiatan pendahuluan.

Sketsa Grafik Fungsi Kuadrat

Secara umum langkah-langkah membuat sketsa grafik fungsi kuadrat $y = f(x) = ax^2 + bx + c$ adalah sebagai berikut :

Identifikasi Bentuk Persamaan Fungsi Kuadrat

Menentukan bentuk dari persamaan fungsi kuadrat, pastikan kembali persamaan dalam bentuk $y = f(x) = ax^2 + bx + c$. Contoh : $y = f(x) = 2x^2 - 4x + 1$

Menentukan titik potong sumbu X (Jika ada)

Titik potong dengan sumbu x akan diperoleh jika $y = f(x) = 0$ atau $y = f(x) = ax^2 + bx + c$ artinya kita harus mencari akar-akar dari persamaan $ax^2 + bx + c = 0$. Titik potong dengan sumbu x tergantung pada nilai diskriminannya, dengan rumus $D = b^2 - 4ac$ grafik memotong sumbu x di dua titik.

Jika $D = 0$ atau nilai diskriminan dari persamaan kuadrat sama dengan nol, maka akar-akar persamaan kuadrat tersebut adalah $x_1, x_2 \in \mathbb{R}$ dan $x_1 = x_2$ artinya *grafik menyinggung sumbu x di satu titik*

Jika $D < 0$ atau nilai diskriminan dari persamaan kuadrat kurang dari nol, maka akar – akar persamaan kuadrat tersebut merupakan bilangan imajiner artinya *tidak ada nilai x yang memenuhi dan grafik tidak memotong sumbu x*

Gambar 3. Penggalan Isi Kegiatan Pendahuluan Pada LKPD Fungsi Kuadrat

- b. Fase Aksi (Praktikum). Fase peserta didik melaksanakan perintah suatu program aplikasi komputer misalnya GeoGebra untuk Geometri sekolah, dimana perintah tersebut tersedia pada Lembar Kerja pada fase Praktikum. Tujuan fase praktikum adalah untuk mengenalkan peserta didik pada suatu situasi atau informasi yang baru (konsep-konsep yang baru). Fase Praktikum dipilih karena sudah dijelaskan sebelumnya bahwa karakteristik pembelajaran matematika berdasarkan teori APOS adalah pengetahuan dikonstruksi menggunakan mental APOS (Aksi, Proses, Objek dan Skema). Contoh Isi LKPD fase Aksi.

Gambarlah grafik fungsi kuadrat $y = x^2 - 3x - 4$.

Langkah-langkah:

- Gunakan tautan berikut untuk membuka file GeoGebra fungsi kuadrat: <https://www.geogebra.org/classic>

Gambar 4. Penggalan Isi Fase Aksi Pada LKPD Fungsi Kuadrat

- c. Fase Proses (Diskusi Kelompok Kecil). Fase peserta didik dalam kelompok kecil membicarakan atau menjawab pertanyaan – pertanyaan yang telah disediakan pada Lembar Kerja untuk fase Diskusi Kelompok Kecil. Pertanyaan tersebut akan menggiring peserta didik untuk menemukan konsep yang sedang mereka pelajari. Contoh isi LKPD

Langkah-langkah menggambar grafik fungsi kuadrat Secara Manual

- Mengidentifikasi bentuk persamaan fungsi kuadrat Diketahui bahwa $y = 2x^2 - 3x - 2$
- Menentukan arah grafik terbuka Diketahui bahwa $y = 2x^2 - 3x - 2$ Maka, $a = \dots$ $b = \dots$ $c = \dots$ sehingga diperoleh grafik terbuka ke
- Menentukan titik potong sumbu X • Menghitung nilai diskriminan dengan menggunakan rumus : $\Delta = b^2 - 4ac$ $\Delta = (\dots)^2 - 4(\dots)(\dots)$ $\Delta = \dots - \dots$ $\Delta = \dots$ Maka diperoleh nilai diskriminan nya adalah Artinya • Titik potong sumbu x, syarat nya $y = 0$ $0 = 2x^2 - 3x - 2$ $2x^2 - 3x - 2 = (\dots x \dots)(\dots x \dots) = 0$ Δ $\Delta = \dots$ atau $x = \dots$ Δ sehingga di peroleh titik potong sumbu x adalah.....
- Menentukan titik potong dengan sumbu Y Titik potong sumbu y, syarat nya $x = 0$ $\Delta = 2x^2 - 3x - 2$ $\Delta = 2(\dots)^2 - 3(\dots) - 2$ $\Delta = \dots - \dots - \dots$ $\Delta = \dots$ Δ sehingga di peroleh titik potong sumbu y adalah.....

Gambar 5. Penggalan Isi Fase Proses Pada LKPD Fungsi Kuadrat

- d. Fase Objek (Diskusi Kelas). Kegiatan dimana kelompok peserta didik yang terpilih mempresentasikan hasil kerja kelompoknya pada LKPD. Tujuan Diskusi Kelas agar peserta didik yang mampu menyelesaikan soal-soal yang ada pada fase diskusi kelompok kecil, dapat menjelaskannya di depan kelas sehingga teman-teman di kelas mempunyai pemahaman yang sama. Andai peserta didik salah langkah, maka pendidik bisa meluruskan dengan cara memberikan *scaffolding*.

Presentasikanlah hasil diskusi kelompokmu didepan kelas.
Tuliskan perbedaan hasil dari kelompok lain setelah persentasi!

Gambar 6. Penggalan Isi Fase Objek Pada LKPD Fungsi Kuadrat

- e. Fase Skema (Latihan.) Tujuan dari fase Latihan adalah untuk memantapkan pemahaman peserta didik akan suatu pokok bahasan yang telah dibahas pada fase sebelumnya. Terbatasnya waktu di kelas, maka soal-soal yang ada pada Latihan bisa dijadikan pekerjaan rumah (PR). Dalam menyelesaikan PR, peserta didik diminta mempelajari buku Geometri,

sehingga keterbatasan waktu dan info ketika di kelas dapat dilengkapi siswa dari mempelajari buku Geometri di rumah.

Soal 1 – Menggambar Grafik Secara Manual

Diketahui fungsi: $y = x^2 - 5x + 6$

Lakukan langkah-langkah berikut:

1. Lengkapi tabel nilai untuk fungsi tersebut:
 - a. Gunakan nilai x dari -2 hingga 4
 - b. Hitung nilai y atau $f(x)$ untuk setiap nilai x
2. Gambarlah grafik fungsi kuadrat secara manual pada bidang koordinat di buku latihan Anda berdasarkan data dari tabel.

Gambar 7. Penggalan Isi Fase Skema Pada LKPD Fungsi Kuadrat

- f. Kegiatan Penutup (Evaluasi.) Fase evaluasi adalah fase pendidik mengumpulkan informasi yang dapat dipakai untuk pengambilan keputusan, apakah materi bisa diteruskan atau dilakukan pemberian bantuan untuk perbaikan, atau untuk keputusan lainnya.

1. Apa yang saya pahami dari aktivitas ini?
2. Apa kesulitan yang saya temui?
3. Bagaimana saya bisa mengatasi kesulitan ini pada pembelajaran berikutnya?

Gambar 8. Penggalan Isi Kegiatan Penutup Pada LKPD Fungsi Kuadrat

Penerapan Modul Ajar berdiferensiasi pada materi matematika adalah terletak pada bantuan yang diberikan pada LKPD fase Proses (Diskusi Kelompok Kecil). LKPD kelompok pintar, bantuannya sedikit. LKPD kelompok lemah bantuannya banyak.

Berdasarkan hasil diskusi tanggal 28 November 2025 dengan masasiswa S2 Pendidikan Matematika FKIP UNIB pada matakuliah Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika yang telah mengembangkan Modul Ajar berdiferensiasi. Pengalaman mahasiswa ketika menerapkan LKPD berdiferensiasi di sekolah yaitu " Mulanya siswa bingung mengapa mereka di kelompokkan sesama yang lemah. Tapi setelah mereka mengerjakan LKPD, dimana LKPD untuk siswa yang lemah diberi bantuan lebih banyak dari kelompok siswa yang pintar, mereka sangat senang karena mereka bisa menjawab atau mengisi LKPD. Mereka yang lemah juga merasa sangat senang karena siswa mendapat perhatian dan dukungan yang mereka butuhkan untuk mencapai potensi dari guru. Hal ini membuktikan bahwa Model Pembelajaran Berdiferensiasi sangat cocok untuk dikembangkan atau diterapkan.

Angkatan sebelumnya juga diminta menerapkan LKPD Berdiferensiasi, semuanya sangat setuju bahwa keunggulan Modul Ajar Berdiferensiasi (Hanifah, 2024) yaitu :

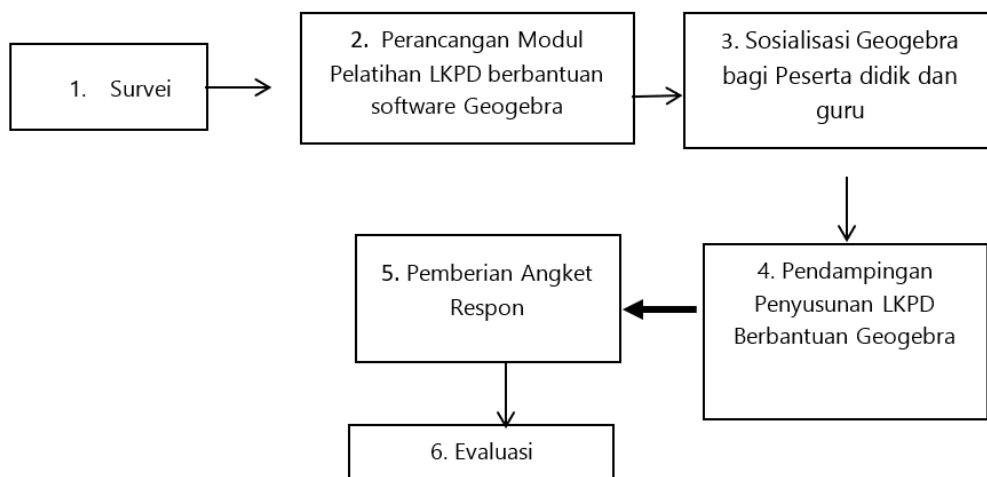
1. Memenuhi kebutuhan individu siswa
2. Meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa
3. Mengurangi kesenjangan pembelajaran
4. Meningkatkan hasil belajar
5. Meningkatkan rasa percaya diri
6. Mendorong kolaborasi yang efektif
7. Mengurangi kecenderungan untuk mendominasi atau menyisihkan
8. Memperkuat keterampilan komunikasi dan kerja sama

Berdasarkan analisis situasi pada latar belakang masalah di atas perlu dilakukan pengembangan Modul Ajar Berdiferensiasi Berbasis Model APOS, berbantuan Geogebra. Oleh karena itu perlu dilaksanakan sosialisasi atau pelatihan kepada guru dalam mengembangkan Modul Ajar Berdiferensiasi Berbantuan Geogebra untuk menunjang pembelajaran matematika. Secara khusus rumusan masalah dalam kegiatan pengabdian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana meningkatkan keterampilan guru MGMP matematika Kota Bengkulu dalam menggunakan software geogebra?
2. Bagaimana meningkatkan keterampilan guru MGMP matematika SMA Kota Bengkulu dalam menyusun Modul Ajar Berdiferensiasi berbasis Model APOS berbantuan Geogebra?
3. Bagaimana Respon Guru MGMP Matematika terhadap Modul Ajar Berdiferensiasi Materi Fungsi Kuadrat yang didemonstrasikan sebagai contoh?

2. Metode Pengabdian

Kegiatan pengabdian kepada kelompok MGMP Matematika SMA/MA Kota Bengkulu telah dilaksanakan di SMA Negeri 12 Kota Bengkulu. Pelaksanaan kegiatan menggunakan metode demonstrasi dan metode praktik. Metode demonstrasi digunakan untuk memvisualisasikan konsep-konsep geometri dalam software Geogebra, sedangkan metode praktik digunakan agar peserta dapat secara langsung menerapkan pengetahuan yang diperoleh selama sesi pelatihan. Selain itu, kegiatan pelatihan juga menggunakan metode presentasi untuk memperkenalkan, menerapkan, dan mempraktikkan penggunaan software Geogebra dalam pembelajaran matematika.



Gambar 9. Alur Pelaksanaan Pengabdian

2.1 Tempat dan Waktu

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di SMA Negeri 12 Kota Bengkulu dengan melibatkan guru-guru MGMP Matematika SMA Kota Bengkulu, dan 3 orang siswa SMA N 12. Pelaksanaan kegiatan adalah tanggal 22 September 2025 sesuai dengan kesepakatan pengelola organisasi MGMP. Kegiatan dilaksanakan secara tatap muka dengan

memanfaatkan perangkat teknologi seperti laptop, proyektor, dan software Geogebra sebagai media pembelajaran utama. Tahapan kegiatan mencakup sosialisasi, demonstrasi penggunaan aplikasi Geogebra, praktik langsung penerapan Modul Ajar Berdiferensiasi, serta evaluasi hasil pelatihan.

2.2 Khalayak Sasaran

Khalayak sasaran dalam kegiatan pengabdian ini adalah guru MGMP matematika SMA Kota Bengkulu. Pemilihan guru kelompok MGMP Matematika Kota Bengkulu dengan beberapa alasan sebagai berikut.

1. Kelompok Guru MGMP Matematika SMA Kota Bengkulu selalu rutin dan antusias dalam membahas isu baru dalam pertemuan rutin sehingga pemberian pelatihan sangat menunjang program MGMP
2. Keterbatasan pelatihan yang dikhususkan dalam pengembangan Modul Ajar salah satunya yang menggunakan software atau aplikasi.
3. Masih minimnya ditemukan Modul Ajar Berdiferensiasi yang menggunakan software atau aplikasi penunjang khususnya.

2.3 Indikator Keberhasilan

Keberhasilan kegiatan pengabdian diukur berdasarkan peningkatan kemampuan guru dalam menerapkan Modul Ajar Berdiferensiasi yang berbasis Model APOS serta berbantuan Geogebra. Indikator keberhasilan kegiatan ini meliputi: (1) Guru mampu menggunakan software Geogebra secara mandiri dalam pembelajaran matematika. (2) Guru memahami dan menerapkan sintaks Model APOS dalam kegiatan pelatihan. (3) Peserta menunjukkan peningkatan pengetahuan dan keterampilan melalui praktik langsung. (4) Hasil evaluasi menunjukkan respon positif dengan kategori Baik hingga Sangat Baik. Selain itu, keberhasilan kegiatan juga dilihat dari keterlibatan aktif peserta selama proses pelatihan. (5) Peserta siswa yang ikut terlibat menunjukkan kemampuannya dalam menyelesaikan modul ajar yang dibahas, serta mampu mempresentasikan hasil kerjanya. Mampu juga mendemonstrasikan soal baru.

2.4 Metode Evaluasi

Dalam mengevaluasi keberhasilan kegiatan ini digunakan angket respon untuk mengetahui respon guru sebagai sasaran pelatihan dalam menyusun bahan ajar matematika berbasis model APOS berbantuan Geogebra. Angket diberikan setelah kegiatan pelatihan. Angket Respon dianalisis dengan menghitung rata-rata perolehan skor masing-masing aspek dengan rumus:

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

Keterangan:

$\bar{X}$: rata-rata perolehan skor

n : banyak butir pertanyaan

x_i : skor pada butir pernyataan ke- i

Rata-rata skor tiap aspek yang diperoleh dideskripsikan menjadi data kualitatif dengan kriteria penilaian Widyoko (2009 : 238).

Tabel 1. Kriteria Penilaian Angket Responden

Rentang skor	Kriteria
$\bar{x} > m_i + 1,8 Sbi$	Sangat Baik
$m_i + 0,6 Sbi < \bar{x} \leq M_i + 1,8 Sbi$	Baik
$m_i - 0,6 Sbi < \bar{x} \leq M_i + 0,6 Sbi$	Cukup
$m_i - 1,8 Sbi < \bar{x} \leq M_i - 0,6 Sbi$	Kurang Baik
$\bar{x} \leq M_i - 1,8 Sbi$	Sangat Kurang Baik

Keterangan:

m_i = rerata ideal = $1/2$ (Skor maksimal ideal + skor minimal ideal)

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

Skor maksimal ideal = skor tertinggi

Skor minimal ideal = skor terendah

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di SMA Negeri 12 Kota Bengkulu dengan peserta sebanyak 30 orang yang terdiri dari guru MGMP Matematika SMA/MA Kota Bengkulu serta melibatkan 3 orang siswa SMAN 12 Kota Bengkulu. Pelatihan dilaksanakan dengan metode presentasi, demonstrasi, dan praktik langsung menggunakan perangkat lunak Geogebra. Tahapan kegiatan mencakup (1) Persiapan, meliputi instalasi software Geogebra 5, penyusunan modul pelatihan. (2) Pelaksanaan, meliputi penyampaian teori Model APOS, pengenalan tools Geogebra, penerapan Modul Ajar Berdiferensiasi materi Fungsi Kuadrat. (3) Peserta yang terpilih diminta untuk mempresentasikan hasil kerjanya menyelesaikan Modul Ajar. Peserta yang tampil untuk menjelaskan hasil kerja mereka juga diminta untuk mengganti soal yang berbeda dengan hasil yang berbeda. Evaluasi, berupa pemberian atau penyebaran angket respon peserta. Dokumentasi kegiatan dapat diakses melalui tautan video <https://youtu.be/Q0kk5EP32oo?feature=shared> sedangkan rangkaian aktivitas pelatihan terekam pada Gambar 10

**Gambar 10.** Guru dan Siswa Mempresentasi Hasil Pengerjaan Tugas

Setelah Mahasiswa pendamping memandu peserta dalam menggunakan aplikasi Geogebra untuk menyelesaikan modul ajar yang telah dibagikan, dan setelah peserta mengisi LKPD, beberapa peserta secara bergantian diminta mempresentasikan hasil kerjanya. Masing peserta pada saat presentasi juga diminta untuk membuat soal baru dan menyelesaikannya saat itu juga berbantuan geogebra. Masing peserta terlihat antusias dan mampu mengikuti

arahan pemandu. Jadi saat itu, semua kemungkinan bentuk fungsi kuadrat dapat ditayangkan oleh peserta.

Di akhir kegiatan, dilakukan sesi foto bersama antara fasilitator, guru MGMP, serta peserta lainnya. Foto tersebut menggambarkan antusiasme dan keberhasilan kegiatan pelatihan, sekaligus menjadi dokumentasi formal bahwa seluruh rangkaian kegiatan telah terlaksana dengan baik.



Gambar 11. Sesi Foto Bersama

Sebelum sesi berfoto bersama, kepada peserta diedarkan angket respon tentang pelaksanaan kegiatan PPM yang baru berlangsung. Setelah data di olah diperoleh hasil nilai rata-rata respon peserta yaitu 89,167 dan termasuk sangat tinggi. Berikut ini adalah contoh pernyataan tentang respon peserta pelatihan.

"Pada fase Aksi melalui praktikum berbantuan geogebra, saya memperoleh gambaran utuh tentang materi yang sedang dipelajari berdasarkan pengamatan hasil eksekusi geogebra", Nilai rata-rata jawaban respon peserta adalah 93,056 % menyatakan sangat setuju.

Untuk pernyataan "Pada fase Aksi atau praktikum materi fungsi kuadrat berbantuan geogebra, membuat saya merasa terbantu untuk menentukan di koordinat berapa letak puncak fungsi kuadrat". Nilai rata-rata jawaban respon peserta adalah 93,056 % menyatakan sangat setuju. Secara keseluruhan Nilai rata-rata respon guru pada Modul Ajar Fungsi Kuadrat Berbasis Model APOS berbantuan Geogebra adalah 89,167 dan masuk kategori sangat baik.

3.2 Pembahasan

Kegiatan pelatihan pengembangan modul ajar berdiferensiasi berbasis Model APOS berbantuan Geogebra memberikan dampak positif terhadap peningkatan kompetensi guru MGMP Matematika SMA/MA Kota Bengkulu. Berdasarkan hasil angket, respon peserta berada pada kategori sangat baik dengan nilai rata-rata 89,17%, yang menunjukkan bahwa pelatihan efektif meningkatkan kemampuan guru dalam merancang dan menerapkan Modul Ajar berbantuan geogebra. Listiana, et al. (2021) menemukan hal yang serupa yaitu respon guru dan siswa terhadap pelatihan yang dilaksanakan sangat baik. Peserta pelatihan mampu memahami dan mempraktekkan sintaks Model APOS mulai dari fase aksi, proses, objek, hingga skema, serta mengintegrasikannya dengan aplikasi Geogebra untuk memvisualisasikan konsep matematika yang abstrak. Hasil ini sejalan dengan hasil pengabdian (Tina et al., 2023). GeoGebra mendapat respons yang sangat positif dari siswa. Mereka merasa terbantu oleh fitur visualisasi interaktif yang ditawarkan GeoGebra, yang tidak hanya mempermudah pemahaman terhadap konsep-konsep abstrak tetapi juga memberikan dorongan terhadap motivasi belajar mereka secara keseluruhan (Nurhalisa, et al., 2025)

Geogebra adalah program dinamis yang memiliki fasilitas untuk mengkonstruksi, memvisualisasikan atau mendemonstrasikan konsep-konsep matematika. Geogebra cocok

sebagai alat bantu bahan ajar yang dapat digunakan dalam solusi e-learning sebagai platform interaktif dinamis untuk perhitungan dan gambar. Geogebra memiliki kapasitas untuk membuat konsep lebih jelas, nyata, dan lebih mudah dipahami dan lebih hemat waktu untuk mengajar matematika. Penerapan geogebra dalam pembelajaran matematika dapat digunakan pada materi aljabar, geometri, kalkulus, statistik, dan dapat juga pada disiplin ilmu yang lainnya. Pada materi statistika dapat diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan statistika seperti pengolahan data, penyajian data, hitung peluang diskret dan kontinu, serta beberapa persoalan uji hipotesis (Susilowati & Julkarnain, 2022). Hal ini sejalan dengan pendapat Tamam dan Dasari (2021) yaitu Geogebra merupakan alat yang hebat untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, terutama untuk mengeksplorasi, memvisualisasikan, dan mengkonstruksi konsep matematika.

Kemampuan guru dalam menggunakan Geogebra meningkat signifikan, terutama dalam memvisualisasikan konsep fungsi kuadrat. Hal ini sejalan dengan temuan Hanifah (2019), dan Hanifah & Utari, (2022) bahwa penerapan Model APOS berbantuan komputer dapat meningkatkan pemahaman konseptual dan keterlibatan peserta didik. Selain itu, penerapan prinsip pembelajaran berdiferensiasi terbukti efektif mengakomodasi keragaman gaya belajar guru dan siswa, sebagaimana ditegaskan oleh Morgan (2014) dan Tomlinson (2013) bahwa diferensiasi mendorong motivasi belajar dan mengurangi kesenjangan antar peserta didik.

Kegiatan ini juga memperkuat kolaborasi dan komunikasi antar guru melalui fase diskusi kelompok dan presentasi hasil kerja. Interaksi tersebut menumbuhkan sikap reflektif dan kemampuan berpikir kritis dalam merancang pembelajaran yang inovatif. Sejalan dengan pendapat Tondorf dan Prediger (2022), penggunaan alat visual seperti Geogebra membantu guru membangun pemahaman konseptual yang lebih mendalam. Dengan demikian, pelatihan ini tidak hanya meningkatkan keterampilan teknologis guru, tetapi juga memperkuat profesionalisme mereka dalam mengimplementasikan pembelajaran matematika yang berdiferensiasi dan selaras dengan semangat Kurikulum Merdeka.

4. Kesimpulan

Kegiatan Pelatihan Pengembangan Modul Ajar Berdiferensiasi Berbasis Model APOS Berbantuan Geogebra bagi guru MGMP Matematika SMA Kota Bengkulu telah terlaksana dengan baik. Pelatihan ini meningkatkan kemampuan guru dalam menggunakan Geogebra, menerapkan Model APOS, dan menyusun modul ajar berdiferensiasi. Hasil evaluasi menunjukkan rata-rata respon peserta 89,17% (kategori Sangat Baik), menandakan kegiatan ini efektif dan bermanfaat dalam meningkatkan kompetensi guru. Kegiatan ini diharapkan berlanjut untuk memperluas penerapan pembelajaran berbasis teknologi di sekolah-sekolah lain.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis menegaskan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam pelaksanaan kegiatan maupun dalam proses penyusunan artikel ini.

Referensi

- Angraini, L. M., & Kania, N. (2023). Pelatihan Soal-Soal Berpikir Komputasi Pada Mahasiswa Baru Pendidikan Matematika. *INCOME: Indonesian Journal of Community Service and Engagement*, 2(3), 232–236. <https://doi.org/10.56855/income.v2i3.716>
- Dhanesti, S., Wulandari, A. A., & Pardiastuti, Y. (2024). Implementasi Pembelajaran Berdiferensiasi untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Matematis Siswa pada Materi Trigonometri. *Absis: Mathematics Education Journal*, 6(1), pp. 33–42. DOI: <https://doi.org/10.32585/absis.v6i1.5199>
- Gusteti, M. U., & Neviyarni. 2022. Pembelajaran Berdiferensiasi Pada Pembelajaran Matematika Di Kurikulum Merdeka. Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika. DOI: <https://doi.org/10.26811/didaktika.v8i1.1286>
- Hanifah, H., & Utari, T. (2022). Pelatihan Pengembangan Bahan Ajar Diferensial Model APOS Berbantuan Geogebra . *INCOME: Indonesian Journal of Community Service and Engagement*, 1(2), 154–162. <https://doi.org/10.56855/income.v1i2.90>
- Hanifah dkk. 2022. Penuntun Pengembangan Bahan Ajar Materi Diferensial Berbasis Model APOS Berbantuan Geogebra. Deepublish. <https://drive.google.com/file/d/1kRohVA6FcG7ytv5pQKNaJYqVCoNRMPS1/view?usp=sharing>
- Hanifah dkk. 2023. Penuntun Pengembangan Perangkat Pembelajaran Materi Geometri Transformasi. Akademia Pustaka Jl: Jawa Timur. <https://drive.google.com/file/d/1Z2hBRfRTIVh0MYgtrYN22aaEF1KC-E2J/view?usp=sharing>
- Hanifah, 2024. Keunggulan Modul Ajar Matematika Berdiferensiasi oleh Mahasiswa Kelas Pembelajaran Mikro. Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika. <https://etdci.org/journal/kognitif/article/view/2169/1303>
- Hanifah, H., & Utari, T. (2022). Pelatihan Pengembangan Bahan Ajar Diferensial Model Apos Berbantuan Geogebra . *INCOME: Indonesian Journal of Community Service and Engagement*, 1(2), 154–162. <https://doi.org/10.56855/income.v1i2.90>
- Hanifah. (2019). *BUKU MODEL APOS Pembelajaran Berbantuan Komputer*. CV.ZIGIE UTAMA. <https://drive.google.com/file/d/1cPMwNS71YTsa-3peyYw3sSA51E2-TZNg/view?usp=sharing>
- Jamil, N. A., Setiani, A., & Balkist, P. S. (2024). Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Berdiferensiasi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), pp. 367–380. DOI: <https://doi.org/10.51401/jinteks.v4i4.2044>
- Kuncoro, K. S., dkk. (2023). *Model-Model Pembelajaran Prinsip, Konsep, dan Aplikasi (Book Chapter)*. Jawa Barat: CV. Edupedia Publisher
https://www.researchgate.net/publication/391801183_Model-Model_Pembelajaran_Prinsip_Konsep_dan_Aplikasi

- Morgan, H. (2014). Maximizing student success with differentiated learning. *The Clearing House: A Journal of Educational*. <https://doi.org/10.1080/00098655.2013.832130>
- Nurbaiti, S Ahmad. (2023). Penggunaan Software Geogebra Classic Pada Mata Pelajaran Matematika (Program Linear). *Education and Learning Journal*. <https://jurnal.fai.umi.ac.id/index.php/eljour/article/view/204>
- Nurhalisa, S, Sirwanti, P., N. (2025). Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS). DOI: <https://doi.org/10.33369/jp2ms.9.1.138-144>
- 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>
- Padmakrisya, M. R., Rahayu, W., & Meiliasari. 2024. Systematic Literatur Review Pembelajaran Berdiferensiasi Pada Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran (JPP)*, 6(2). <https://journalpedia.com/1/index.php/jpp>.
- Pramuditya, S. A., Hamidah, I., Zulkardi, Z., & Putri, R. I. I. (2025). Pelatihan Game Edukasi RPG sebagai Media Penilaian dan Pembelajaran Literasi Matematika bagi Guru SMP/MTs di Cirebon. *INCOME: Indonesian Journal of Community Service and Engagement*, 4(4), 404–413. <https://doi.org/10.56855/income.v4i4.1814>
- Purwowododo, A., & Zaini, Muhamad. (2023). Teori dan Praktik Model Pembelajaran Berdiferensiasi Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar. Yogyakarta: Penebar Media Pustaka.
<http://repo.uinsatu.ac.id/33813/1/TEORI%20DAN%20PRAKTIKMODEL%20PEMBELAJARAN%20BERDIFERENSIASI.pdf>
- Putra, Z. R. A., dkk. (2023). Pengembangan Modul Ajar Matematika Berdiferensiasi Berbasis *Understanding by Design* (UbD). *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 4(1). <https://journal.umg.ac.id/index.php/postulat/article/view/5695>
- Rompis, F. F. 2023. Peningkatan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Aritmetika Sosial Melalui Pembelajaran Berdiferensiasi. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 7(1). doi: 10.26811/didaktika.v7i1.1054
- Rudiastuti. (2022). Pemanfaatan GeoGebra dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Menengah Pertama. *Action Research Journal*. <https://journal.kualitama.com/index.php/arj/article/view/306>
- Sarnoto, A. Z. (2024). Model Pembelajaran Berdiferensiasi Dalam Kurikulum Merdeka Ahmad Zain Sarnoto. *Journal on Education*, 6(3), pp. 15928–15939. <https://jonedu.org/index.php/joe/article/view/5470>
- Susilowati, R, & Julkarnain, M. (2022). Pengembangan Applet Geogebra Pada Materi Distribusi Peluang Khusus. *JINTEKS (Jurnal Informatika Teknologi dan Sains)*, <https://www.jurnal.uts.ac.id/index.php/JINTEKS/article/view/2044>
- Syarifuffin & Nurmi. (2022). Pembelajaran Berdiferensiasi dalam Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas IX Semester Genap SMP Negeri 1 Wera Tahun Pelajaran

- 2021/2022. JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika, 2(2), 93-102. Doi: <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v2i2.184>
- Tamam, D & Dasari, D. 2021. The use of Geogebra software in teaching mathematics Journal of Physics: Conference series. doi:10.1088/1742-6596/1882/1/012042
- Tina Sri Sumartini dkk. 2023. Pelatihan Pemanfaatan Aplikasi Geogebra untuk Pembelajaran Matematika Interaktif dan Inovatif bagi Guru-Guru SMP di Garut. Indonesian Journal of Community Empowerment (IJCE). Volume 4 Nomor 4 2023. DOI: <https://doi.org/10.35899/ijce.v4i04.1012>
- Tomlinson, Carol A, and Tonya R Moon. Assessment and Student Success in a Differentiated Classroom. ASCD, 2013. <https://files.ascd.org/staticfiles/ascd/pdf/siteASCD/publications/assessment-and-differentiated-whitepaper.pdf>
- Tondorf, A., & Prediger (2022). Connecting characterizations of equivalence of expressions: Design research in grade 5 by bridging graphical and symbolic representations. Educational Studies in Mathematics, 111, 399–422. <https://doi.org/10.1007/s10649-02210158-0>