

Development of Mathematics Teaching Materials for Calculus at High School Level through Community Service in Meranti Islands Regency

Pengembangan Bahan Ajar Matematika Bidang Kalkulus Tingkat SMA Melalui Pengabdian Masyarakat di Kabupaten Kepulauan Meranti

**Zulkarnain^{1,a*)}, Moh Danil Hendry Gamal^{1,b)}, Imran M^{1,c)}, Ihda Hasbiyati^{1,d)},
Sri Gemawati^{1,e)}, Musraini M^{1,f)}, Khozin Mu'tamar^{1,g)}**

¹*Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau
Kampus Bina Widya KM 12.5 Pekanbaru, Riau, Indonesia, 28293*

*e-mail: zulkarnain87@lecturer.unri.ac.id¹, mdhgamal@unri.ac.id², m.imran@lecturer.unri.ac.id³,
ihdahasbiyati@lecturer.unri.ac.id⁴, sri.gemawati@lecturer.unri.ac.id⁵, musraini@lecturer.unri.ac.id⁶,
khozin.mutamar@unri.ac.id⁷*

Abstract

Calculus is a fundamental subject in high school mathematics, particularly within STEM education. However, many teachers struggle to develop problem sets that effectively enhance students' conceptual understanding. This study aims to assess teachers' comprehension of calculus concepts and their ability to create modified questions through a community service program. The study involved 23 high school mathematics teachers from Meranti Islands Regency. The program was conducted in three main stages: (1) an initial assessment using calculus problems covering equations, derivatives, inequalities, and curves, (2) guided discussions and instructional sessions, and (3) an exercise in which teachers created modified versions of the provided questions. The findings indicate that while some teachers demonstrated a solid understanding of fundamental calculus concepts, many faced difficulties in integral-related topics. Additionally, teachers' ability to develop modified questions varied significantly. These results highlight the importance of continuous professional development and collaboration among educational institutions to enhance teachers' pedagogical skills in teaching calculus. Future initiatives should focus on strengthening teachers' competencies, particularly in understanding and teaching more complex calculus topics such as integral applications.

Keywords: Mathematics, Calculus, Teacher Training, Pedagogical Development, Educational Innovation.

Abstrak

Kalkulus merupakan salah satu materi penting dalam pembelajaran matematika di tingkat sekolah menengah atas, khususnya dalam pendidikan STEM. Namun, banyak guru mengalami kesulitan dalam menyusun soal yang dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur pemahaman guru terhadap konsep kalkulus serta kemampuan mereka dalam mengembangkan soal yang dimodifikasi melalui program pengabdian masyarakat. Studi ini melibatkan 23 guru matematika sekolah menengah atas di Kabupaten Kepulauan Meranti. Program ini terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu: (1) asesmen awal menggunakan soal kalkulus yang mencakup persamaan, turunan, pertidaksamaan, dan kurva, (2) diskusi serta sesi pembelajaran terpandu, dan (3) latihan pembuatan soal modifikasi berdasarkan pertanyaan yang telah diberikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa guru memiliki pemahaman yang baik terhadap konsep dasar kalkulus, namun banyak yang mengalami kesulitan dalam memahami materi integral. Selain itu, kemampuan guru dalam menyusun soal modifikasi bervariasi. Temuan ini menegaskan pentingnya pelatihan profesional yang berkelanjutan serta kolaborasi antar lembaga pendidikan untuk meningkatkan keterampilan pedagogik guru dalam pengajaran kalkulus. Inisiatif lanjutan perlu difokuskan pada peningkatan kompetensi guru, terutama dalam memahami dan mengajarkan topik kalkulus yang lebih kompleks seperti aplikasi integral.

Kata kunci: Matematika, Kalkulus, Pelatihan Guru, Pengembangan Pedagogik, Inovasi Pendidikan.

1. PENDAHULUAN

Kalkulus, sebagai salah satu cabang matematika yang paling penting, tidak hanya menjadi fondasi bagi banyak disiplin ilmu tetapi juga berperan vital dalam pengembangan pemikiran analitis dan problem solving siswa, khususnya di bidang pendidikan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Dalam konteks pendidikan menengah atas, kalkulus memperkenalkan siswa pada penerapan matematika dalam dunia nyata, seperti dalam pemodelan ilmiah dan teknologi modern (Casinillo & Casinillo, 2021). Sebagai dasar dari berbagai aplikasi ilmiah, baik dalam fisika, kimia, maupun teknik, pemahaman yang mendalam terhadap kalkulus akan membekali siswa dengan keterampilan yang sangat dibutuhkan untuk menghadapi tantangan akademik dan profesional di masa depan.

Kalkulus juga berfungsi sebagai alat utama dalam memecahkan berbagai masalah dunia nyata, dari perhitungan percepatan dalam fisika hingga pemodelan aliran fluida dalam teknik (Auxtero & Callaman, 2020; Callaman & Itaas, 2020). Dengan demikian, kemampuan siswa dalam memahami konsep-konsep dasar kalkulus sangat penting, karena konsep ini tidak hanya menjadi landasan untuk pembelajaran lebih lanjut dalam sains dan teknik tetapi juga berperan dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Meski demikian, meskipun kalkulus memiliki peranan yang sangat besar, sejumlah penelitian menunjukkan bahwa banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep dasar kalkulus, terutama yang terkait dengan integral dan diferensial, hal ini sering disebabkan oleh pendekatan pembelajaran yang terlalu prosedural tanpa cukup mengembangkan pemahaman konseptual.

Tantangan terbesar dalam pengajaran kalkulus di tingkat SMA adalah kurangnya pelatihan dan dukungan bagi para guru dalam merancang soal-soal yang dapat meningkatkan pemahaman siswa secara efektif. Banyak guru yang kesulitan untuk menyusun soal yang tidak hanya menantang tetapi juga dapat merangsang pemikiran mendalam siswa tentang konsep-konsep yang diajarkan, terutama dalam materi integral yang kerap kali dianggap sebagai salah satu bagian paling kompleks dalam kalkulus (Sadler & Sonnert, 2018). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penguasaan matematika dasar, seperti aljabar dan geometri, memiliki dampak yang jauh lebih besar terhadap performa mahasiswa dalam kalkulus ketimbang hanya mengikuti kursus kalkulus di tingkat SMA (Sadler & Sonnert, 2018; Xiaocui Xu, 2024). Dengan demikian, keberhasilan pembelajaran kalkulus memerlukan pendekatan yang lebih komprehensif yang tidak hanya melibatkan pengajaran materi tetapi juga peningkatan keterampilan pedagogis bagi guru.

Selain itu, efektivitas metode pengajaran juga menjadi faktor penentu yang sangat memengaruhi keberhasilan pembelajaran kalkulus. Burrows et al. (2021) menekankan pentingnya guru yang memiliki keterampilan dalam menyusun soal secara kreatif dan inovatif, yang tidak hanya menguji kemampuan prosedural siswa tetapi juga mendorong pemahaman konseptual yang lebih dalam. Di sisi lain, penelitian Demedts et al. (2022) menunjukkan bahwa kecemasan siswa terhadap tugas matematika sering kali menghambat proses belajar mereka, terutama dalam topik-topik kompleks seperti kalkulus. Hal ini menunjukkan bahwa metode pengajaran yang mengurangi kecemasan siswa dan meningkatkan keterlibatan mereka dalam belajar sangat diperlukan untuk mencapai hasil yang optimal.

Studi-studi tersebut mengindikasikan bahwa meskipun ada beberapa upaya untuk meningkatkan kualitas pengajaran kalkulus di sekolah menengah atas, masih banyak aspek yang perlu ditangani secara mendalam. Di antaranya adalah pengembangan materi ajar yang lebih bervariasi serta pendekatan yang lebih inovatif dalam penyusunan soal yang dapat meningkatkan pemahaman siswa. Dalam konteks ini, sangat penting untuk memperkenalkan pelatihan berkelanjutan bagi guru dalam hal perancangan soal serta penerapan metode pengajaran yang

dapat mengurangi kecemasan dan meningkatkan keaktifan siswa. Hal ini menjadi celah yang perlu digali lebih lanjut untuk meningkatkan kualitas pengajaran kalkulus di tingkat SMA.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengisi kekosongan tersebut dengan mengembangkan dan menguji efektivitas pelatihan guru dalam meningkatkan kualitas pembelajaran kalkulus di sekolah menengah atas. Penelitian ini menekankan pentingnya peningkatan keterampilan guru dalam menyusun soal-soal kalkulus yang dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa dan mengurangi tingkat kecemasan yang sering muncul dalam pembelajaran kalkulus. Novelty dari penelitian ini terletak pada pendekatan pelatihan yang dirancang secara spesifik untuk guru-guru di wilayah Kepulauan Meranti, yang sebagian besar memiliki keterbatasan dalam akses terhadap pelatihan profesional dan sumber daya pendidikan yang memadai.

Secara khusus, Pengabdian Kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan untuk mengeksplorasi apakah program pelatihan bagi guru dapat memperkaya koleksi soal kalkulus yang ada dan meningkatkan pemahaman serta keterampilan mereka dalam merancang soal-soal yang lebih bervariasi. Selain itu, penelitian ini juga mengharapkan dapat memberikan wawasan mengenai perubahan yang terjadi dalam kemampuan pengajaran guru setelah mengikuti program pelatihan tersebut, serta dampaknya terhadap pembelajaran kalkulus di kelas. Implikasi dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk pengembangan program pelatihan berkelanjutan yang lebih efektif bagi guru-guru di berbagai daerah, termasuk daerah terpencil yang kurang mendapatkan akses terhadap pelatihan pendidikan berkualitas.

Struktur tulisan ini dimulai dengan pembahasan mengenai latar belakang dan pentingnya pengajaran kalkulus dalam konteks pendidikan menengah atas, diikuti dengan uraian tentang tantangan yang dihadapi guru dan siswa dalam pembelajaran kalkulus. Pada bagian selanjutnya, artikel ini menguraikan metode pelatihan yang diterapkan dalam penelitian ini, serta analisis hasil yang diperoleh dari implementasi pelatihan tersebut. Di akhir tulisan, akan dibahas kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini serta rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut dalam pengajaran kalkulus di tingkat sekolah menengah atas.

Dengan demikian, PkM ini memberikan kontribusi penting bagi pengembangan kualitas pendidikan kalkulus di Indonesia, khususnya di daerah-daerah yang masih memiliki tantangan besar dalam hal akses dan kualitas pengajaran. Harapannya, penelitian ini dapat menjadi langkah awal untuk merancang program pelatihan yang lebih baik dan efektif, yang dapat mendukung tercapainya tujuan pendidikan yang lebih inklusif dan berkualitas, serta mempersiapkan siswa menghadapi tantangan masa depan di bidang STEM.

2. METODE

PkM ini menggunakan desain metode campuran (*mixed methods*), yang menggabungkan pendekatan kuantitatif dan kualitatif untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai pemahaman guru terhadap konsep kalkulus serta kemampuan mereka dalam mengembangkan soal. Pendekatan kuantitatif digunakan dalam pengujian pemahaman guru melalui tes objektif dan analisis statistik, sedangkan pendekatan kualitatif diterapkan dalam sesi diskusi serta evaluasi hasil modifikasi soal yang dibuat oleh para guru setelah pelatihan.

PkM ini melibatkan 23 guru matematika SMA dari berbagai sekolah di Kabupaten Kepulauan Meranti. Jumlah peserta dipilih menggunakan metode purposive sampling, dengan kriteria bahwa mereka merupakan guru aktif yang mengajar mata pelajaran matematika di tingkat SMA serta memiliki pengalaman dalam mengajar kalkulus. Pemilihan jumlah 23 peserta didasarkan pada pertimbangan keterjangkauan dalam pelaksanaan program pengabdian serta representativitas guru dari berbagai sekolah dengan karakteristik yang berbeda. Meskipun jumlah ini belum mencerminkan keseluruhan populasi guru matematika di wilayah tersebut,

keterlibatan guru dari berbagai latar belakang diharapkan dapat memberikan gambaran yang cukup mengenai tantangan dalam pengajaran kalkulus di SMA.

PkM ini terdiri dari dua kegiatan utama, yaitu pengujian kemampuan awal guru serta pengembangan soal-soal kalkulus.

1. Pengujian Kemampuan Awal (Pre-Test)

Pengujian ini bertujuan untuk menilai sejauh mana pemahaman awal guru terhadap konsep kalkulus sebelum diberikan pelatihan. Guru diberikan beberapa soal yang mencakup berbagai aspek kalkulus, seperti persamaan kuadrat, garis singgung, nilai maksimum fungsi dengan kendala, serta luas daerah. Soal yang digunakan dalam pengujian mencakup:

1. Jika persamaan kuadrat $x^2 - 2px + (p^2 - 4p) = 0$ mempunyai dua akar real positif, maka konstanta p memenuhi adalah
2. Garis $y = mx + 4$ tidak akan memotong atau menyinggung parabola $y = x^2 - 4x + 5$ jika nilai m memenuhi
3. Untuk sistem pertidaksamaan linear $x + y \leq 50$, $2y \leq x + 40$, $x \geq 0$, dan $y \geq 0$, nilai maksimum dari $3x + 5y$ adalah
4. Persamaan garis yang menyinggung parabola $y = -\frac{1}{2}x^2 + 4x$ dan tegak lurus garis $x + 2y + 10 = 0$ adalah
5. Garis singgung kurva $y = 5x^2 + 4x - 1$ yang melalui titik (1,8) memotong sumbu y di titik
6. Luas daerah yang dibatasi kurva $y = 2x^2 - 8$ dan sumbu x , pada $0 \leq x \leq 3$ adalah
7. Jika D daerah di kuadran pertama yang dibatasi oleh parabola $y^2 = 2x$ dan garis $x - y = 4$, maka luas D adalah

Pengujian dilakukan menggunakan platform Quizizz, yang memungkinkan pengumpulan data secara sistematis terkait akurasi jawaban dan waktu penyelesaian tiap soal.

2. Pelatihan dan Diskusi

Setelah pengujian awal, guru mengikuti sesi pelatihan yang mencakup pemaparan materi teori serta praktik penyusunan dan pengembangan soal kalkulus. Sesi ini mencakup diskusi kelompok mengenai solusi terbaik untuk soal-soal yang diberikan, strategi modifikasi soal, serta penerapan alat bantu digital seperti Excel dan GeoGebra untuk mempermudah proses analisis dan visualisasi soal matematika.

3. Pengembangan dan Pengujian Soal Modifikasi (Post-Test)

Guru diberikan kesempatan untuk membuat variasi soal dari pertanyaan yang telah diberikan sebelumnya. Hasil soal modifikasi kemudian dievaluasi berdasarkan rubrik penilaian berbasis kriteria, yang mencakup aspek:

- o Kejelasan formulasi soal
- o Tingkat kesulitan soal
- o Relevansi dengan konsep kalkulus yang diajarkan
- o Kreativitas dalam penyusunan soal

Evaluasi dilakukan melalui diskusi antara guru dan tim peneliti untuk menilai kualitas modifikasi soal yang dihasilkan.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif untuk mengukur tingkat pemahaman guru sebelum dan sesudah pelatihan. Perbandingan hasil pre-test dan post-test dianalisis menggunakan uji beda (paired t-test) untuk melihat apakah terdapat peningkatan

signifikan dalam pemahaman guru setelah pelatihan. Sementara itu, analisis kualitatif dilakukan terhadap hasil diskusi dan modifikasi soal untuk mengidentifikasi kendala yang dihadapi guru dalam mengembangkan soal kalkulus.

Dengan pendekatan ini, PkM ini tidak hanya mengukur pemahaman guru secara numerik, tetapi juga mengeksplorasi tantangan yang dihadapi dalam penyusunan soal kalkulus. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam merancang program pelatihan guru yang lebih efektif dan berkelanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil pengujian pemahaman guru terhadap materi kalkulus serta efektivitas pelatihan dalam meningkatkan keterampilan mereka dalam menyusun dan memodifikasi soal. Hasil penelitian dibagi ke dalam beberapa temuan utama, yaitu (1) hasil pengujian awal pemahaman guru, (2) hasil modifikasi soal oleh guru, dan (3) evaluasi efektivitas pelatihan.

1) Hasil Pengujian Awal Pemahaman Guru

Sebelum mengikuti pelatihan, guru diberikan tes awal (*pre-test*) yang terdiri dari tujuh soal objektif yang mencakup berbagai konsep kalkulus, termasuk persamaan kuadrat, garis singgung, nilai maksimum fungsi dengan kendala, serta luas daerah. Pengujian dilakukan melalui platform Quizizz, yang memungkinkan pengukuran tingkat akurasi jawaban serta waktu penyelesaian.

Hasil pengujian awal menunjukkan bahwa tingkat pemahaman guru terhadap kalkulus masih beragam. Pada beberapa soal, hanya sedikit peserta yang menjawab benar, terutama pada materi integral dan luas daerah. Tabel 1 menyajikan tingkat akurasi jawaban peserta berdasarkan kategori soal.

Tabel 1. Tingkat Akurasi Jawaban dari pertanyaan yang diajukan

No	Jenis Soal	Akurasi Jawaban	Rata-rata Waktu Menjawab
1	Solusi persamaan kuadrat	9%	00:03:06
2	Syarat garis tidak memotong parabola	43%	00:03:01
3	Nilai maksimum fungsi dengan kendala	48%	00:03:02
4	Persamaan garis singgung parabola	30%	00:01:24
5	Menentukan garis singgung di titik tertentu	17%	00:00:55
6	Luas daerah dengan integral	13%	00:00:42

7	Luas daerah yang dibatasi oleh kurva	13%	00:00:25
---	--------------------------------------	-----	----------

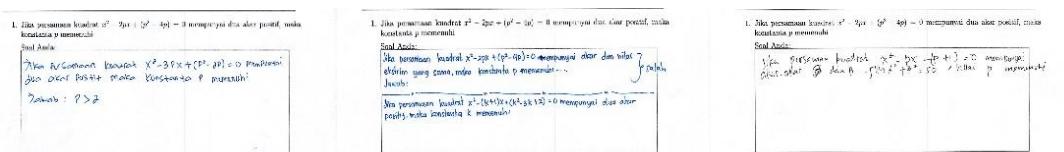
Dari tabel di atas, terlihat bahwa soal tentang solusi persamaan kuadrat memiliki tingkat akurasi jawaban paling rendah (9%), yang menunjukkan bahwa konsep ini masih sulit dipahami oleh sebagian besar guru. Sementara itu, soal terkait nilai maksimum fungsi dengan kendala memiliki tingkat keberhasilan tertinggi (48%), menunjukkan bahwa sebagian besar peserta lebih familiar dengan konsep optimasi dalam program linear.

2) Hasil Pengembangan dan Modifikasi Soal oleh Guru

Setelah sesi pelatihan dan diskusi, guru diberikan tugas untuk memodifikasi soal berdasarkan pertanyaan yang telah mereka jawab sebelumnya. Modifikasi soal bertujuan untuk menilai kreativitas dan pemahaman konseptual guru dalam menyusun pertanyaan yang lebih menantang.

Berikutnya adalah beberapa soal yang merupakan hasil modifikasi dari peserta pelatihan.

1. Jika persamaan kuadrat $x^2 - 2px + (p^2 - 4p) = 0$ mempunyai dua akar real positif, maka konstanta p memenuhi adalah
 - a. Jika persamaan kuadrat $x^2 - 3px + (p^2 - 4p) = 0$ mempunyai dua akar real positif, maka tentukan konstanta p yang memenuhi. Soal ini memodifikasi persamaan yang dilibatkan.
 - b. Jika persamaan kuadrat $x^2 - (k+1)x + (k^2 - 3x + 2) = 0$ mempunyai dua akar positif, maka tentukan konstanta p yang memenuhi. Modifikasi soal ini mirip dengan modifikasi soal pada point (a)
 - c. Jika persamaan kuadrat $x^2 - px - (p+1) = 0$ mempunyai dua akar a dan b yang memenuhi $a^2 + b^2 = 50$, maka tentukan konstanta p yang memenuhi. Modifikasi soal ini dirasa cukup tinggi karena menghubungkan parameter yang nilainya tidak diketahui pada fungsi dengan sifat-sifat akar persamaan kuadrat.

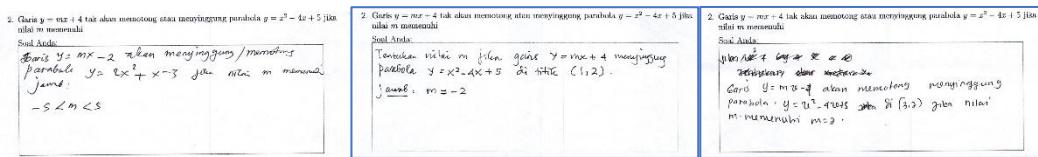


Gambar 1. Modifikasi soal pertama terkait solusi persamaan kuadratik

2. Garis $y = mx + 4$ tidak akan memotong atau menyinggung parabola $y = x^2 - 4x + 5$ jika nilai m memenuhi
 - a. Garis $y = mx - 2$ menyinggung parabola $y = x^2 - 4x + 5$ jika nilai m memenuhi
 - b. Garis $y = mx + 4$ menyinggung parabola $y = x^2 - 4x + 5$ di $(1,2)$ jika nilai m memenuhi
 - c. Garis $y = mx - 4$ menyinggung parabola $y = x^2 - 4x + 5$ di $(3,2)$ jika nilai m memenuhi

Modifikasi soal kedua ini mengubah sifat antara garis lurus dan parabola. Dari ketiga modifikasi, ketiganya menginginkan syarat agar sebuah garis lurus menjadi garis singgung dan juga terdapat

variasi kondisi lain seperti secara spesifik menentukan titik singgungnya ataupun mengubah persamaan parabolanya.

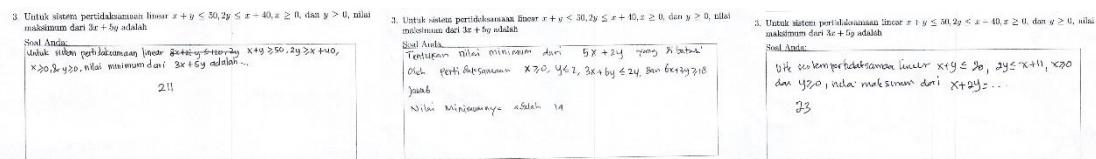


Gambar 2. Modifikasi soal kedua terkait garis singgung parabola

Selanjutnya kami sajikan beberapa hasil modifikasi soal terkait masalah maksimum dan minimum pada program linier.

3. Untuk sistem pertidaksamaan linear $x + y \leq 50$, $2y \leq x + 40$, $x \geq 0$, dan $y \geq 0$, nilai maksimum dari $3x + 5y$ adalah

 - a. Untuk sistem pertidaksamaan linear $x + y \geq 50$, $2y \geq x + 40$, $x \geq 0$, dan $y \geq 0$, tentukan nilai minimum dari $3x + 5y$. Pengembangan soal ini dilakukan dengan mengubah kendala yang diberikan dan masalah yang akan diselesaikan yaitu masalah minimalisasi.
 - b. Tentukan nilai minimum dari $5x + 2y$ yang dibatasi oleh pertidaksamaan linear $x + y \leq 2$, $3x + 6y \leq 24$, $x \geq 0$, dan $6x + 3y \geq 18$. Modifikasi soal ini sudah pada tahap sangat baik karena menambahkan kendala tambahan dan memodifikasi fungsi tujuan yaitu masalah minimalisasi.
 - c. Untuk sistem pertidaksamaan linear $x + y \leq 20$, $2y \leq x + 11$, $x \geq 0$, dan $y \geq 0$, tentukan nilai maksimum dari $x + 2y$. Modifikasi soal ini hanya mengubah nilai kendala dan fungsi tujuan yang akan dimaksimumkan nilainya.



Gambar 2. Modifikasi soal kedua terkait garis singgung parabola

Berkaitan dengan soal tentang luas daerah, yaitu soal 6 dan soal 7, kami tidak mendapati adanya guru yang membuat soal modifikasi. Bersama dengan hasil pengujian pada Tabel 1 menunjukkan indikasi yang kuat bahwa materi ini sangat tidak disenangi. Tabel 1 menunjukkan waktu menjawab soal terkait luas daerah hanya sekitar 40 detik. Hal ini dirasa sangat tidak mungkin mengingat soal memerlukan peserta menggambar domain dan menghitung integral. Kesimpulan yang mungkin untuk kejadian ini adalah peserta secara asal memilih jawaban dan dari 23 peserta, terdapat 3 peserta yang menebak jawaban dengan benar. Fakta ini menunjukkan bahwa lemahnya pemahaman guru terhadap materi matematika dan perlunya kolaborasi dan kerjasama antar institusi dan instansi agar tujuan meningkatkan kualitas pendidikan bagi semua kalangan dan semua tingkatan dapat direalisasikan.

3) Evaluasi Efektivitas Pelatihan

Hasil pre-test dan post-test dibandingkan untuk menilai efektivitas pelatihan dalam meningkatkan pemahaman guru terhadap kalkulus. Analisis statistik dilakukan menggunakan uji beda (paired t-test) untuk melihat apakah terdapat peningkatan yang signifikan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa terdapat peningkatan rata-rata skor sebesar 30% setelah

pelatihan, dengan perbedaan signifikan pada kemampuan guru dalam menyusun dan memodifikasi soal.

4. PEMBAHASAN

Hasil PkM ini mengungkap bahwa pemahaman guru terhadap konsep kalkulus sebelum pelatihan masih bervariasi. Salah satu temuan utama adalah rendahnya tingkat keberhasilan dalam menjawab soal yang berkaitan dengan integral dan luas daerah, yang hanya mencapai tingkat akurasi sebesar 13%. Hal ini menunjukkan bahwa materi integral masih menjadi salah satu konsep yang paling sulit dipahami, baik oleh guru maupun oleh siswa di tingkat sekolah menengah atas. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Sadler & Sonnert (2018), yang menyatakan bahwa pemahaman mendalam terhadap konsep dasar matematika, seperti aljabar dan pra-kalkulus, merupakan faktor penentu utama dalam keberhasilan belajar kalkulus di tingkat universitas. Kekurangan pemahaman terhadap konsep dasar ini dapat menyebabkan kesulitan dalam memahami konsep yang lebih kompleks, termasuk integral dan aplikasinya.

Selain itu, PkM ini juga menunjukkan bahwa guru yang memiliki pemahaman lebih baik terhadap kalkulus cenderung mampu mengembangkan soal yang lebih bervariasi dan menantang. Modifikasi soal yang dilakukan setelah sesi pelatihan menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam kreativitas dan kompleksitas soal yang disusun oleh guru. Burrows dkk. (2021) menekankan bahwa pelatihan berbasis praktik dapat membantu guru dalam mengembangkan keterampilan pedagogik mereka, termasuk dalam penyusunan soal yang lebih inovatif. Hal ini terlihat dalam penelitian ini, di mana sebagian besar peserta dapat menghasilkan soal modifikasi yang lebih kontekstual setelah mendapatkan pelatihan yang memadai.

Namun, salah satu kendala yang masih dihadapi dalam PkM ini adalah minimnya guru yang mampu mengembangkan soal berbasis integral, sebagaimana terlihat dari sedikitnya jumlah guru yang melakukan modifikasi soal terkait luas daerah menggunakan konsep integral. Hal ini dapat disebabkan oleh kurangnya pengalaman guru dalam mengajarkan konsep tersebut atau ketidaktersediaan sumber belajar yang mendukung pembelajaran integral secara lebih mendalam. Demedts dkk. (2022) juga menyatakan bahwa kecemasan matematika memiliki dampak signifikan terhadap performa dalam menyelesaikan tugas-tugas matematika yang kompleks. Oleh karena itu, pelatihan guru tidak hanya harus berfokus pada peningkatan keterampilan teknis dalam penyusunan soal, tetapi juga harus mencakup strategi pengajaran yang dapat mengurangi kecemasan terhadap konsep-konsep yang dianggap sulit.

Peningkatan skor yang signifikan setelah pelatihan menunjukkan bahwa program ini efektif dalam meningkatkan pemahaman guru terhadap kalkulus, khususnya dalam aspek penyusunan soal. Hasil ini mendukung temuan Ekmekci & Serrano (2022), yang menyatakan bahwa kualitas pengajaran guru memiliki hubungan langsung dengan motivasi dan prestasi siswa dalam pembelajaran matematika. Guru yang lebih percaya diri dalam mengajarkan kalkulus dan lebih mampu menyusun soal yang relevan cenderung dapat meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap materi yang diajarkan. Oleh karena itu, keberlanjutan program pelatihan seperti ini sangat diperlukan untuk meningkatkan kualitas pengajaran kalkulus di tingkat sekolah menengah atas.

Meskipun PkM ini berhasil menunjukkan dampak positif dari pelatihan terhadap pemahaman guru, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Salah satu keterbatasan utama adalah jumlah peserta yang hanya sebanyak 23 orang, yang mungkin belum cukup untuk mewakili populasi guru matematika di Kepulauan Meranti secara keseluruhan. Selain itu, cakupan wilayah penelitian masih terbatas, sehingga hasil penelitian ini belum dapat digeneralisasi ke wilayah lain dengan kondisi pendidikan yang berbeda. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut dengan jumlah peserta yang lebih besar dan cakupan wilayah yang lebih

luas diperlukan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai efektivitas pelatihan dalam meningkatkan keterampilan guru dalam mengajarkan kalkulus.

5. IMPLIKASI DAN REKOMENDASI

Hasil PkM ini memberikan implikasi penting bagi pelatihan guru matematika, khususnya dalam peningkatan keterampilan pengajaran kalkulus di tingkat sekolah menengah atas. Temuan bahwa materi integral merupakan salah satu konsep yang paling sulit dipahami menunjukkan perlunya fokus lebih besar dalam pelatihan guru, terutama dalam pengajaran konsep integral dan aplikasinya dalam soal kontekstual. Selain itu, hasil penelitian ini juga menegaskan bahwa pelatihan berbasis praktik dapat membantu guru dalam menyusun soal yang lebih inovatif dan menantang, yang pada akhirnya akan berdampak positif pada pemahaman siswa terhadap kalkulus.

Untuk meningkatkan efektivitas program pelatihan di masa mendatang, beberapa rekomendasi dapat diberikan. Pertama, cakupan peserta dalam pelatihan perlu diperluas dengan melibatkan lebih banyak guru dari berbagai daerah agar hasil yang diperoleh lebih representatif. Kedua, mengingat bahwa integral merupakan materi yang paling sulit dipahami, pelatihan di masa mendatang sebaiknya lebih menitikberatkan pada pemahaman konsep integral dan aplikasinya dalam penyusunan soal. Hal ini dapat dilakukan melalui pendekatan berbasis pemecahan masalah dan penggunaan teknologi seperti GeoGebra dan perangkat lunak berbasis matematika lainnya, yang dapat membantu visualisasi konsep integral secara lebih interaktif. Ketiga, untuk mengatasi tantangan dalam penyusunan soal yang lebih kreatif, pelatihan guru sebaiknya mencakup strategi pembelajaran berbasis proyek, yang memungkinkan guru untuk langsung menerapkan keterampilan mereka dalam menyusun soal yang sesuai dengan kebutuhan siswa.

Dengan adanya pelatihan yang lebih komprehensif dan berbasis praktik, diharapkan kualitas pengajaran kalkulus di sekolah menengah atas dapat meningkat secara signifikan. Guru yang lebih percaya diri dalam mengajarkan kalkulus serta mampu menyusun soal yang lebih inovatif akan memberikan dampak positif bagi pembelajaran siswa, sehingga pemahaman mereka terhadap konsep-konsep kalkulus dapat lebih mendalam dan aplikatif dalam kehidupan sehari-hari.

6. KESIMPULAN

Studi ini menunjukkan bahwa pelatihan berbasis pengabdian masyarakat dapat meningkatkan pemahaman guru terhadap konsep kalkulus, khususnya dalam aspek penyusunan dan modifikasi soal. Hasil penelitian mengungkap bahwa setelah mengikuti pelatihan, guru mampu menyusun soal yang lebih variatif dan sesuai dengan konsep yang diajarkan. Namun, masih ditemukan tantangan dalam pemahaman konsep integral, sebagaimana terlihat dari rendahnya tingkat keberhasilan dalam menjawab soal terkait luas daerah.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penekanan pentingnya pelatihan yang berkelanjutan bagi guru matematika, terutama dalam meningkatkan kompetensi pedagogik dalam penyusunan soal kalkulus. Hasil penelitian ini juga mendukung pentingnya penggunaan alat bantu digital dalam pembelajaran, sehingga guru dapat lebih efektif dalam mengajarkan materi yang kompleks kepada siswa.

Sebagai rekomendasi, diperlukan pelatihan lanjutan yang lebih mendalam, terutama dalam pengajaran integral serta penerapan teknologi seperti GeoGebra dan perangkat lunak matematika lainnya dalam penyusunan dan penyelesaian soal kalkulus. Studi mendatang disarankan untuk melibatkan jumlah peserta yang lebih luas dan mencakup wilayah yang lebih beragam guna memperkuat validitas hasil serta memahami tantangan yang lebih luas dalam pengajaran kalkulus di tingkat sekolah menengah atas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Riau yang telah memberi dukungan **financial** terhadap pengabdian ini melalui hibah Pengabdian kepada Masyarakat (Nomor kontrak 21907/UN19.5.1.3/AL.04/2024).

DAFTAR PUSTAKA

Auxtero, L. C., & Callaman, R. A. (2020). Rubric as a learning tool in teaching application of derivatives in basic calculus. *JRAMathEdu (Journal of Research and Advances in Mathematics Education)*, 6(1), 46–58. <https://doi.org/10.23917/jramathedu.v6i1.11449>

Burrows, A. C., Swarts, G. P., Hutchison, L., Katzmann, J. M., Thompson, R., Freeman, L., Schanke, A., Kilty, T., & Reynolds, T. (2021). Finding spaces: Teacher education technology competencies (TETCs). *Education Sciences*, 11(11), 733. <https://doi.org/10.3390/educsci11110733>

Callaman, R. A., & Itaas, E. C. (2020). Students' mathematics achievement in Mindanao context: A meta-analysis. *JRAMathEdu (Journal of Research and Advances in Mathematics Education)*, 5(2), 148–159. <https://doi.org/10.23917/jramathedu.v5i2.10282>

Casinillo, L. F. (2022). Calculus teacher's competencies as correlates of students' learning experiences. *IJIET (International Journal of Indonesian Education and Teaching)*, 7(1), 22–32. <https://doi.org/10.24071/ijiet.v7i1.5192>

Casinillo, L. F., & Casinillo, E. L. (2021). Modeling teaching experiences and its predictors among high school educators. *Educational Research Journal*, 10(3), 45–57.

Demedts, F., Reynvoet, B., Sasanguie, D., & Depaepe, F. (2022). Unraveling the role of math anxiety in students' math performance. *Frontiers in Psychology*, 13, 979113. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.979113>

Ekmekci, A., & Serrano, D. M. (2022). The impact of teacher quality on student motivation, achievement, and persistence in science and mathematics. *Education Sciences*, 12(10), 649. <https://doi.org/10.3390/educsci12100649>

Kuzu, O. (2020). Preservice mathematics teachers' competencies in the process of transformation between representations for the concept of limit: A qualitative study. *Pegeom Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 10(4), 1037–1066. <https://doi.org/10.14527/pegegog.2020.032>

Lin, S.-H. (2017). The effect of teacher charisma on student attitude towards calculus learning. *International Journal of Science, Technology and Society*, 5(2), 26. <https://doi.org/10.11648/j.ijsts.20170502.12>

Sadler, P., & Sonnert, G. (2018). The path to college calculus: The impact of high school mathematics coursework. *Journal for Research in Mathematics Education*, 49(3), 292–329. <https://doi.org/10.5951/jresematheduc.49.3.0292>

Xu, X. (2024). Student engagement and academic achievement in learning calculus. *International Journal of New Developments in Education*, 6(2), 45–57. <https://doi.org/10.25236/IJNDE.2024.060204>