

STUDI KASUS: KENDALA PESERTA DIDIK DALAM MEMAHAMI KONSEP INTEGRAL TENTU DAN TAK TENTU

Ilyas Reski Aziz^{1)*}, Nanda Sri Rizki Harahap²⁾, Rahma Nida Siregar³⁾

^{1,2,3}Tadris Matematika, Universitas Islam Negeri Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan, Jl. T. Rizal Nurdin Km, 4,5 Sihitang, Kota Padangsidempuan, 22733, Indonesia

✉ Ilyasrezki3@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRAK
Article History: Received: 30/10/2025 Revised: 17/12/2025 Accepted: 31/12/2025	Integral merupakan materi kalkulus yang memiliki tingkat abstraksi tinggi dan sering menimbulkan kesulitan bagi peserta didik di tingkat SMA. Kesulitan tersebut tidak hanya bersifat prosedural, tetapi juga berkaitan dengan pemahaman konsep dan penggunaan representasi matematis. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan secara mendalam kendala yang dialami peserta didik dalam memahami konsep integral tentu dan tak tentu, meliputi kesulitan konseptual, prosedural, dan representatif. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus. Subjek penelitian terdiri atas lima peserta didik kelas XI yang dipilih secara purposive sampling di salah satu SMA di Kabupaten Mandailing Natal. Instrumen penelitian meliputi pedoman wawancara semi terstruktur, lembar observasi nonpartisipatif, dan tes pemahaman integral. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan tes, kemudian dianalisis menggunakan analisis kualitatif deskriptif melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan, dengan validitas data dijamin melalui triangulasi sumber. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesulitan konseptual menjadi kendala utama yang memicu kesalahan prosedural dan keterbatasan representasi visual. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pembelajaran integral perlu menekankan pemahaman konsep dan representasi visual, serta disarankan agar guru mengembangkan strategi pembelajaran yang lebih kontekstual dan bermakna.

Kata kunci: Studi Kasus; Kesulitan Belajar; Integral; Pembelajaran Matematika.

ABSTRACT

Integral is a calculus topic with a high level of abstraction that often poses significant learning difficulties for senior high school students. These difficulties are not limited to procedural errors but also involve conceptual understanding and the use of mathematical representations. This study aims to identify and describe in depth the difficulties experienced by students in understanding definite and indefinite integrals, including conceptual, procedural, and representational difficulties. This research employed a qualitative approach using a case study design. The participants consisted of five Grade XI students selected through purposive sampling from a senior high school in Mandailing Natal Regency, Indonesia. Data were collected through non-participant classroom observations, semi-structured interviews, and an integral comprehension test. The collected data were analyzed using descriptive qualitative analysis through data reduction, data display, and conclusion drawing, with data validity ensured through source triangulation. The findings reveal that conceptual difficulties, particularly in distinguishing between definite and indefinite integrals, understanding the meaning of integration constants, and relating integrals to derivatives, constitute the primary source of students' learning obstacles, which subsequently lead to procedural errors and limited visual representation skills. This study concludes that integral instruction should emphasize conceptual understanding and visual representation, and it recommends the adoption of more contextual and meaningful learning strategies to improve students' comprehension of integrals.

Keywords: Case Study; Learning Difficulties; Integral; Mathematics Learning.

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



Cara Menulis Sitasi: Aziz, I, R., Harahap, S, R., & Siregar, R, N. (2025). Studi Kasus: Kendala Peserta Didik Dalam Memahami Konsep Integral Tentu Dan Tak Tentu. *SIGMA: Jurnal Pendidikan Matematika*, 17 (2), 793-811. <https://doi.org/10.26618/8sxahc11>

Pendahuluan

Matematika merupakan ilmu dasar yang berperan penting dalam pendidikan di SMA. Salah satu materi esensial pada jenjang ini adalah integral, baik integral tentu maupun tak tentu, yang memiliki peran fundamental dalam berbagai disiplin ilmu seperti fisika, ekonomi, dan teknik (Hidayah dkk., 2021). Penguasaan integral di SMA menjadi penentu kesiapan siswa untuk mempelajari matematika yang lebih kompleks di perguruan tinggi (Ramawati dkk., 2024). Selain itu, matematika turut mengembangkan kemampuan berpikir logis, analitis, dan pemecahan masalah. Di antara berbagai materi matematika pada jenjang SMA, integral merupakan topik matematika dengan tingkat abstraksi tinggi yang berperan sebagai dasar pembelajaran lanjutan di perguruan tinggi, namun kerap menjadi materi yang menantang karena menuntut pemahaman mendalam terhadap keterkaitan konsep limit, turunan, dan fungsi (Atkurrahman, 2025; Oehrtman dkk., 2019).

Temuan tersebut sejalan dengan hasil berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa siswa sering mengalami hambatan dalam mempelajari kalkulus, terutama pada konsep integral (Silalahi & Pratiwi, 2019). Penelitian lain juga menegaskan bahwa kesulitan memahami integral masih menjadi masalah umum dalam pembelajaran matematika (Septiani & Harisman, 2025). Hambatan tersebut dipengaruhi oleh tingginya tingkat abstraksi konsep integral, kurangnya penguasaan materi prasyarat seperti fungsi dan aljabar, serta minimnya strategi pembelajaran yang berorientasi pada pemahaman konseptual (Hamid, 2025).

Kondisi serupa ditemukan di sekolah lokasi penelitian, di mana guru matematika melaporkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan signifikan dalam memahami materi integral. Banyak siswa belum mampu mengidentifikasi bentuk fungsi yang harus diintegrasikan, sering melakukan kesalahan prosedural, dan mengalami kendala dalam menentukan batas integral tentu. Tes diagnostik awal juga menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum dapat menghubungkan integral dengan konsep turunan. Temuan ini menegaskan bahwa pemahaman konsep integral masih menjadi tantangan serius dalam pembelajaran.

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pembelajaran integral telah banyak dikaji dari berbagai perspektif. Namun demikian, masih terbatas penelitian yang secara komprehensif mengkaji bentuk kesulitan konseptual peserta didik dalam memahami integral pada konteks pembelajaran di SMA, sehingga diperlukan kajian lebih lanjut untuk mengisi celah penelitian tersebut. Sejalan dengan hal tersebut, sejumlah penelitian melaporkan bahwa kesulitan peserta didik dalam memahami integral merupakan fenomena yang umum terjadi. Penelitian oleh Flora dkk., (2025) mengungkapkan bahwa dalam konteks pendidikan di tingkat SMA, hambatan pemahaman terhadap materi integral sering muncul dalam bentuk kesalahan dalam memilih batas pada integral tentu dan kesulitan dalam menentukan teknik substitusi yang tepat. Banyak siswa cenderung menghafal rumus tanpa memahami makna matematis di baliknya, dan hal ini semakin memperburuk pemahaman mereka terhadap konsep dasar integral (Siregar dkk., 2024). Sedangkan menurut temuan Monariska (2019) menunjukkan bahwa pemahaman konseptual siswa, terutama terkait hubungan antara fungsi dan turunan, masih perlu diperkuat. Sementara itu, studi yang dilakukan oleh Fahrurrozi, dkk., (2022)

menemukan bahwa 48,28% belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal dengan nilai ambang 65. Selain itu, 31,03% siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep dasar integral, 37,93% mengalami kendala dalam penerapan prinsip, dan 48,28% menghadapi kesulitan dalam menyelesaikan soal cerita.

Kesenjangan pemahaman terhadap integral tidak hanya dialami oleh siswa di tingkat sekolah menengah, tetapi juga berlanjut hingga jenjang perguruan tinggi. Monariska dkk. (2019) mengungkapkan bahwa mahasiswa yang telah memiliki pemahaman integral yang lemah sejak SMA cenderung mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi berbagai bentuk integral, baik tentu maupun tak tentu, serta dalam memilih metode penyelesaian yang tepat. Temuan ini diperkuat oleh penelitian Meika dkk. (2023), yang menunjukkan bahwa mahasiswa masih menghadapi kesulitan signifikan saat memahami dan menyelesaikan soal integral. Kesalahan terbesar terjadi pada aspek konsep (56,25%), prosedural (54,17%), dan komputasi (45,83%). Berbagai kendala tersebut umumnya dipicu oleh lemahnya pemahaman konsep dasar integral, kurangnya penguasaan materi prasyarat, kesulitan dalam menafsirkan simbol matematika, kecenderungan menghafal rumus tanpa memahami makna, serta rendahnya ketelitian dalam perhitungan (Tatar & Zengin, 2016). Temuan ini menunjukkan bahwa masalah pemahaman integral tentu dan tak tentu bersifat berkelanjutan dan perlu mendapat perhatian khusus dalam proses pembelajaran.

Sejalan dengan kebutuhan tersebut, Ahmad dkk. (2023) menunjukkan bahwa penerapan model Problem Based Learning (PBL) memberikan pengaruh positif terhadap kompetensi representasi matematis peserta didik. Siswa pada kelas eksperimen yang mendapatkan pembelajaran berbasis masalah menunjukkan kemampuan representasi matematis yang lebih baik dibandingkan siswa pada kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran langsung. Temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan pembelajaran yang lebih aktif dan berpusat pada siswa berpotensi membantu mengatasi berbagai kesulitan konseptual dan prosedural yang sering muncul dalam materi integral.

Meskipun sejumlah penelitian telah membahas kesulitan belajar integral, sebagian besar masih bersifat umum dan belum mengungkap secara mendalam jenis, pola, dan penyebab spesifik yang terjadi pada konteks sekolah tertentu. Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatan studi kasus yang terfokus pada satu sekolah, sehingga menghasilkan gambaran yang lebih rinci mengenai hambatan konseptual, prosedural, dan representasional yang dialami siswa. Dengan menggunakan analisis menyeluruh melalui tes diagnostik, wawancara, dan observasi kelas, penelitian ini berupaya memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai faktor internal dan eksternal yang memengaruhi kesulitan peserta didik dalam mempelajari integral tentu dan tak tentu.

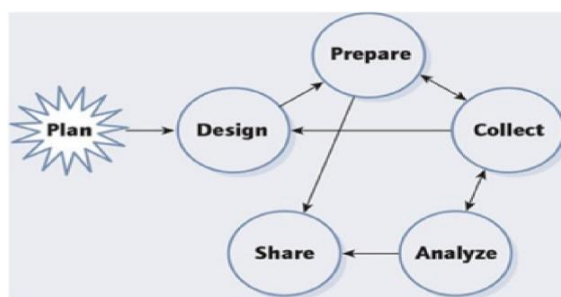
Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan mendeskripsikan kendala yang dialami peserta didik dalam memahami konsep integral tentu dan tak tentu yang meliputi kesulitan konseptual, prosedural, dan representatif. Penelitian ini memiliki urgensi tinggi karena pemahaman integral merupakan fondasi bagi materi matematika lanjutan dan berbagai bidang ilmu. Temuan penelitian diharapkan menjadi dasar bagi guru dan sekolah dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep integral. Dengan mengidentifikasi kesulitan siswa secara lebih spesifik, intervensi pembelajaran dapat disusun dengan lebih tepat sehingga proses belajar menjadi lebih bermakna dan mampu mengurangi kesenjangan hasil belajar.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus untuk mengidentifikasi dan menganalisis kendala yang dihadapi peserta didik dalam memahami konsep integral, khususnya integral tentu dan tak tentu di tingkat SMA. Menurut Sugiyono (2019), Penelitian kualitatif bersifat dinamis dan berkembang sesuai kondisi lapangan, sehingga memungkinkan peneliti menggali pemahaman yang lebih mendalam terhadap masalah yang dikaji. Metode studi kasus merupakan pendekatan penelitian yang mengkaji secara mendalam suatu fenomena dalam konteks kehidupan nyata, dengan fokus pada analisis individu, kelompok, atau situasi tertentu. (Yin, R. K., & Mudzakir, 2022). Penelitian ini dilaksanakan di salah satu Sekolah Menengah Atas di Kabupaten Mandailing Natal. Pemilihan sampel dilakukan secara purposive dengan mempertimbangkan tingkat partisipasi dan variasi kemampuan siswa dalam memahami integral. Kelas XI dipilih karena pada jenjang inilah materi kalkulus mulai dipelajari secara formal, sehingga memberikan konteks yang paling relevan untuk mengidentifikasi secara mendalam kesulitan konseptual, prosedural, serta representasi yang dialami siswa. Sebanyak lima peserta didik dijadikan subjek penelitian dalam studi kasus ini untuk menggali data secara mendalam.

Penelitian ini dilaksanakan selama dua minggu, yakni pada 20 Oktober hingga 7 November 2025. Penetapan rentang waktu tersebut disesuaikan dengan jadwal pembelajaran yang memuat materi integral di salah satu SMA di Kabupaten Mandailing Natal, sehingga peneliti dapat melakukan observasi dan wawancara secara langsung selama proses pembelajaran berlangsung. Mengingat penelitian ini merupakan studi kasus dengan durasi terbatas, fokus penelitian diarahkan pada pemetaan dan analisis mendalam terhadap kesulitan konseptual, prosedural, dan representatif peserta didik dalam memahami konsep integral tentu dan tak tentu, bukan pada perubahan hasil belajar.

Data penelitian dikumpulkan melalui tiga teknik utama, yaitu observasi, wawancara semi terstruktur, dan tes pemahaman. Observasi dilakukan langsung di kelas untuk mengidentifikasi dinamika pembelajaran, interaksi antara guru dan siswa, serta strategi belajar siswa dalam memahami konsep integral. Teknik observasi diterapkan dengan melakukan pengamatan langsung terhadap proses yang terjadi di lapangan untuk mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan fokus penelitian (Soesana dkk., 2023). Wawancara semi terstruktur dilakukan setelah pembelajaran untuk menggali pengalaman dan kesulitan siswa dalam memahami integral. Pedoman wawancara disiapkan agar aspek penting seperti prasyarat, pemahaman konsep, dan kesalahan umum tercakup secara sistematis (Riswanto dkk., 2023). Tes pemahaman singkat diberikan di akhir pembelajaran untuk menilai penguasaan konsep integral dan mengidentifikasi kesulitan yang dialami peserta didik.



Gambar 1. Prosedur Studi Kasus

Berdasarkan Gambar 1, prosedur penelitian diawali dengan tahap *Plan*, yang mencakup penyusunan pedoman observasi, wawancara, dan tes pemahaman, serta pengurusan izin sekolah dan persetujuan siswa. Tahap berikutnya adalah *Design*, yang berfokus pada perancangan instrumen dan prosedur pengumpulan data (Sinaga, 2025). Selanjutnya, penelitian memasuki tahap *Prepare*, yakni menyiapkan pelaksanaan observasi, wawancara semi terstruktur, dan tes pemahaman siswa tentang materi integral tentu dan tak tentu.

Pada tahap *Collect*, data dikumpulkan melalui kegiatan observasi proses pembelajaran di kelas, wawancara dengan siswa, serta pelaksanaan tes pemahaman. Seluruh data dicatat dan diorganisasi berdasarkan kategori kendala, seperti kesulitan konseptual, prosedural, dan representasi. Selanjutnya, pada tahap *Analyze*, data dianalisis secara kualitatif menggunakan analisis tematik (Sinaga, 2025). Pada tahap ini, peneliti mengidentifikasi pola dan tema utama terkait kendala siswa dalam memahami integral. Hasil analisis kemudian diinterpretasikan untuk memperoleh gambaran komprehensif tentang masalah pembelajaran integral di SMA. Terakhir, pada tahap *Share*, temuan penelitian disampaikan kepada sekolah dan peserta didik.

Validitas data dijamin melalui triangulasi dari tiga sumber: observasi, wawancara, dan tes pemahaman. Sidiq & Choiri (2019) menjelaskan bahwa triangulasi adalah metode untuk memverifikasi keabsahan data dengan membandingkan temuan dari berbagai sumber, teknik, dan waktu. Selain triangulasi, validitas instrumen diperkuat melalui validasi ahli (*expert judgment*), di mana pedoman observasi, wawancara, dan tes direview oleh dosen ahli pendidikan matematika untuk memastikan kesesuaian isi, kejelasan indikator, dan ketepatan konstruksi item. Reliabilitas instrumen dijaga melalui uji konsistensi antarpemilai pada lembar observasi dan wawancara, serta uji keterbacaan dan kejelasan soal melalui uji coba terbatas pada sekelompok kecil siswa.

Data penelitian ini dianalisis secara kualitatif deskriptif untuk memperoleh pemahaman mendalam tentang kendala siswa dalam memahami integral tentu dan tak tentu di tingkat SMA. Analisis dilakukan melalui tiga tahapan. Tahap pertama adalah reduksi data, yaitu memilah, mengelompokkan, dan menyederhanakan data mentah dengan mengidentifikasi serta mengklasifikasikan kesalahan dan kesulitan yang dialami siswa. Tahap kedua adalah penyajian data, yaitu menyusun hasil reduksi secara sistematis dalam tabel, diagram, atau deskripsi naratif untuk memudahkan peneliti melihat pola dan hubungan antarkategori (Asroriyah, H & Mahmudah, 2025). Tahap ketiga adalah penarikan kesimpulan, yaitu menginterpretasikan pola kesulitan yang ditemukan untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang integral tentu dan tak tentu.

Melalui ketiga tahap tersebut, analisis ini diharapkan memberikan gambaran komprehensif tentang faktor penyebab kesulitan belajar dan menjadi dasar pengembangan strategi pembelajaran matematika yang lebih efektif di SMA. Penelitian ini juga diharapkan memberi pemahaman menyeluruh mengenai kesulitan siswa di SMA guna menjadi acuan bagi guru dan pengambil kebijakan dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

A. Hasil Penelitian

Untuk mengidentifikasi kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal integral tentu dan tak tentu, penelitian ini menggunakan seperangkat indikator yang diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu kesulitan konseptual, prosedural, dan representasi (Aziz,

Harahap, N.S.R., dkk., 2025). Indikator tersebut digunakan sebagai dasar dalam menganalisis hasil pekerjaan siswa pada soal integral yang diberikan.

Tabel 1. Indikator Kesulitan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Integral

No	Kategori Kesulitan	Indikator
1	Konseptual	<ul style="list-style-type: none"> Memahami definisi integral tentu. Memahami makna integral tak tentu.
2	Prosedural	<ul style="list-style-type: none"> Memahami hubungan antara integral dan luas daerah. Menerapkan langkah-langkah penyelesaian integral tak tentu secara tepat. Menerapkan langkah-langkah penyelesaian integral tentu secara tepat.
3	Representasi	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan aturan dasar integral dengan benar. Menggunakan notasi dan simbol integral secara tepat. Menyajikan hasil integral sesuai dengan jenisnya (fungsi atau nilai numerik). Mengaitkan representasi simbolik integral dengan interpretasi grafis atau geometris.

Tabel 1 menyajikan indikator kesulitan siswa dalam menyelesaikan masalah integral yang diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama, yaitu konseptual, prosedural, dan representasi. Kesulitan konseptual berkaitan dengan pemahaman siswa terhadap definisi dan makna integral tentu serta tak tentu, termasuk keterkaitannya dengan konsep luas daerah. Kesulitan prosedural mencerminkan kemampuan siswa dalam menerapkan langkah-langkah penyelesaian integral secara sistematis dan tepat, meliputi penggunaan aturan dasar integral dan penerapan batas pada integral tentu. Adapun kesulitan representasi berkaitan dengan ketepatan siswa dalam menggunakan notasi integral serta kemampuannya menyajikan dan mengaitkan representasi simbolik integral dengan interpretasi grafis atau geometris.

Berdasarkan indikator kesulitan yang disajikan pada Tabel 1, selanjutnya disusun seperangkat soal integral yang digunakan sebagai instrumen untuk mengidentifikasi bentuk kesulitan siswa dalam menyelesaikan masalah integral tentu dan tak tentu. Soal tersebut dirancang untuk merepresentasikan ketiga kategori kesulitan, yaitu konseptual, prosedural, dan representasi, sehingga memungkinkan analisis yang komprehensif terhadap hasil pekerjaan siswa. Rincian soal yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Soal Integral

No	Soal
1	Tentukan hasil dari integral berikut: $\int 4x^3 - 6x + 5 \, dx$
2	Hitunglah nilai integral tentu berikut: $\int_1^3 2x + 1 \, dx$
3	Diketahui fungsi: $f(x) = x^2 - 4x$ <ol style="list-style-type: none"> Tentukan integral tak tentu dari $f(x)$. Tentukan nilai integral tentu dari $f(x)$ pada interval $[0,4]$.

Tabel 2 menyajikan seperangkat soal integral yang digunakan sebagai instrumen tes pemahaman siswa. Soal pertama dirancang untuk mengukur kemampuan siswa dalam menyelesaikan integral tak tentu serta ketepatan dalam menerapkan aturan dasar integral dan

penggunaan konstanta integrasi. Soal kedua bertujuan mengidentifikasi pemahaman siswa terhadap integral tentu, khususnya dalam menentukan dan menerapkan batas integral secara benar. Sementara itu, soal ketiga mengombinasikan integral tak tentu dan integral tentu untuk menguji konsistensi pemahaman konsep, ketepatan prosedural, serta kemampuan siswa dalam menyajikan hasil integral sesuai dengan jenis dan konteksnya. Melalui ketiga soal tersebut, kemampuan siswa pada aspek konseptual, prosedural, dan representatif dapat dianalisis secara komprehensif.

Berdasarkan soal yang disajikan pada Tabel 2, selanjutnya dilakukan tes pemahaman untuk mengidentifikasi tingkat penguasaan siswa terhadap konsep integral. Tes ini bertujuan mengukur kemampuan siswa dari aspek konseptual, prosedural, dan representatif melalui penyelesaian soal integral tentu dan tak tentu yang telah dirancang. Hasil tes pemahaman siswa tersebut kemudian dianalisis dan disajikan dalam Tabel 3.

Tes pemahaman bertujuan untuk mengukur penguasaan siswa terhadap konsep integral, baik dari segi konseptual, prosedural, maupun aplikatif. Berdasarkan hasil tes yang dilakukan kepada 5 siswa, nilai rata-rata kelas adalah 60,6, yang menunjukkan tingkat pemahaman yang masih rendah hingga sedang.

Tabel 3. Hasil Tes Pemahaman Integral Peserta Didik

No	Nama Siswa	Skor	Kategori	Keterangan Kesulitan
1	Siswa A	68	Cukup	Kesulitan membedakan integral tentu dan tak tentu; salah dalam menulis batas integral
2	Siswa B	55	Kurang	Salah substitusi variabel dan tanda negatif; memahami rumus tanpa makna geometris
3	Siswa C	72	Cukup	Menguasai prosedur dasar, namun lupa mengganti batas setelah substitusi
4	Siswa D	48	Sangat Kurang	Tidak memahami hubungan turunan–integral; salah total pada interpretasi grafik
5	Siswa E	60	Kurang	Hafal rumus tapi tidak memahami makna konstanta C dan batas integral

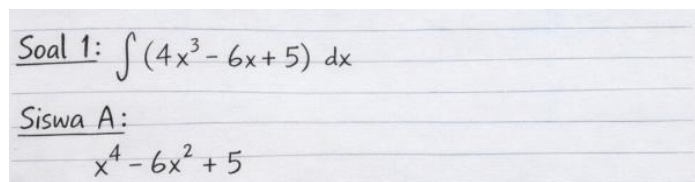
Keterangan Skor :

80 – 100 : Baik
 60 – 79 : Cukup
 40 – 59 : Kurang
 0 – 39 : Sangat Kurang

Berdasarkan Tabel 3, hasil tes pemahaman menunjukkan variasi kemampuan peserta didik. Sebanyak 40% berada pada kategori ‘Cukup’ (siswa A dan C), namun keduanya masih mengalami kesulitan pada aspek berbeda, seperti perbedaan integral tentu–tak tentu dan penggantian batas. Sebanyak 40% lainnya (siswa B dan E) masuk kategori ‘Kurang,’ dengan masalah pada substitusi, tanda negatif, dan pemahaman makna integral. Siswa D memperoleh skor 48 dan termasuk kategori ‘Sangat Kurang,’ dengan kesulitan lebih mendalam terkait hubungan turunan–integral dan interpretasi grafik. Secara keseluruhan, 80% peserta berada

pada kategori ‘Cukup’ hingga ‘Sangat Kurang,’ menunjukkan perlunya pendekatan pembelajaran yang lebih menekankan pemahaman konsep integral.

Temuan kuantitatif pada Tabel 3 tersebut diperkuat melalui analisis kualitatif terhadap lembar jawaban peserta didik. Salah satu contoh representatif ditunjukkan pada Gambar 2, yang menampilkan jawaban Siswa A dari kategori ‘Cukup’. Meskipun berada pada kategori tersebut, Siswa A masih menunjukkan kesalahan konseptual dalam proses integrasi, sehingga mengindikasikan bahwa capaian kategori ‘Cukup’ belum sepenuhnya mencerminkan pemahaman konsep integral yang utuh.



Soal 1: $\int (4x^3 - 6x + 5) dx$

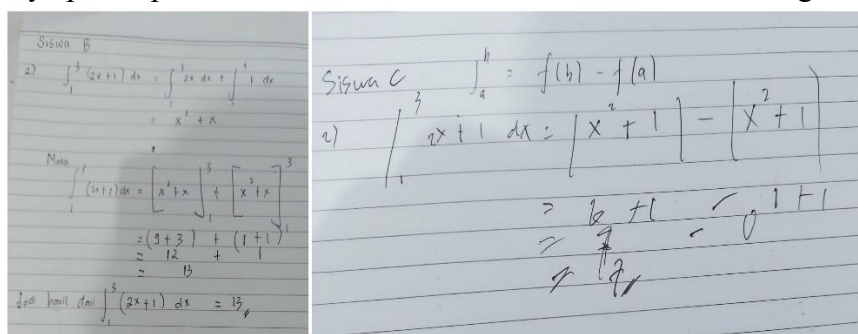
Siswa A:

$$x^4 - 6x^2 + 5$$

Gambar 2. Jawaban Siswa A Pada Soal 1

Gambar 2 memperlihatkan kesalahan konseptual Siswa A, yang ditunjukkan oleh ketidaktepatan dalam menerapkan aturan pangkat pada proses integrasi serta pengabaian konstanta integrasi (C). Hal ini menunjukkan bahwa siswa masih mengandalkan hafalan prosedural tanpa pemahaman konsep integral yang mendalam.

Selain kesalahan konseptual sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2, analisis jawaban siswa juga mengungkap adanya kesalahan prosedural pada tahap evaluasi integral tentu. Gambar 3 menyajikan jawaban Siswa B pada soal 2 dan Siswa C mengalami kesalahan procedural dan representasi, yang menunjukkan bahwa meskipun siswa telah menentukan bentuk antiturunan, siswa masih melakukan kekeliruan dalam menerapkan teorema dasar kalkulus, khususnya pada operasi tanda antara batas atas dan batas bawah integral.



Siswa B

2) $\int_1^3 (2x+1) dx = \int_1^3 2x dx + \int_1^3 1 dx$

$$= x^2 + x$$

Maka

$$\int_1^3 (2x+1) dx = \left[x^2 + x \right]_1^3 = \left[x^2 + x \right]_1^3$$

$$= \left(\frac{3+3}{2} \right) + \left(\frac{1+1}{2} \right)$$

$$= \frac{12}{2} + \frac{2}{2}$$

$$= 13$$

Jadi hasil dari $\int_1^3 (2x+1) dx = 13$

Siswa C

$\int_a^b f(x) dx = f(b) - f(a)$

c) $\int_1^2 (x^2+1) dx = \left[x^2+1 \right]_1^2 - \left[x^2+1 \right]_1$

$$= \frac{2^2+1}{2} - \frac{1^2+1}{2}$$

$$= \frac{4+1}{2} - \frac{1+1}{2}$$

$$= \frac{5}{2} - \frac{2}{2}$$

$$= \frac{3}{2}$$

Gambar 3. Kesalahan Operasi Tanda pada Evaluasi Integral Tentu

Gambar 3 menunjukkan jenis kesalahan yang berbeda, yaitu kesalahan prosedural pada tahap evaluasi integral tentu. Pada kedua gambar tersebut, siswa telah menentukan fungsi antiturunan dengan benar, namun melakukan kekeliruan pada saat menerapkan teorema dasar kalkulus, khususnya dalam proses substitusi batas atas dan batas bawah. Kesalahan utama terletak pada operasi tanda, di mana hasil substitusi batas bawah seharusnya dikurangkan dari hasil substitusi batas atas, tetapi justru dijumlahkan. Kekeliruan ini mengindikasikan bahwa siswa belum memahami secara konseptual makna operasi $f(b)-f(a)$ pada integral tentu, melainkan sekadar menjalankan langkah prosedural tanpa memperhatikan aturan dasar evaluasi integral.

Gambar 4 memperlihatkan jawaban Siswa D yang menunjukkan adanya kesulitan konseptual dan representasional dalam menyelesaikan soal integral. Kesulitan konseptual tampak dari ketidaktepatan siswa dalam menentukan integral tak tentu dari fungsi yang diberikan, di mana siswa keliru menurunkan bentuk aljabar dan tidak menerapkan aturan integral secara benar. Selain itu, kesulitan representasi juga terlihat pada ketidakmampuan siswa menghubungkan fungsi awal dengan bentuk antiturunan yang semestinya, sehingga terjadi kesalahan dalam menuliskan hasil perhitungan integral tentu. Kondisi ini mengindikasikan bahwa siswa belum memahami keterkaitan antara representasi simbolik fungsi, proses integrasi, dan makna hasil integral secara menyeluruh.

- Siswa D

Diketahui fungsi: $f(x) = x^2 - 4x$

a. Tentukan integral tak tentu dari $f(x)$.

$(2x - 4x)dx = 4x - 4$

b. $[3(1 \times 3 - 2 \times 2)]04 = 364 - 32$

Gambar 4. Kesulitan Konseptual dan Representatif Siswa D

Sedangkan pada Gambar 5 memperlihatkan jawaban Siswa E yang menunjukkan adanya kesulitan konseptual dalam memahami konsep integral tentu. Kesulitan tersebut tampak dari ketidaktepatan siswa dalam membedakan antara fungsi awal, turunan, dan fungsi antiturunan. Siswa menuliskan $f(x) = 2x - 4$ yang merupakan turunan dari fungsi yang diberikan, bukan hasil integralnya, kemudian menggunakan nilai fungsi tersebut secara langsung untuk menentukan nilai integral tentu. Hal ini menunjukkan bahwa siswa belum memahami secara konseptual makna integral sebagai proses kebalikan dari diferensiasi serta peran fungsi antiturunan dalam penerapan teorema dasar kalkulus.

Nama : Siswa E

- Diketahui fungsi: $f(x) = x^2 - 4x$

a. Tentukan integral tak tentu dari $f(x)$.

b. Tentukan nilai integral tentu dari $f(x)$ pada interval $[0, 4]$.

JAWAB

a. $f(x) = 2x - 4$

b. $f(0) = 2(0) - 4 = -4$
 $f(4) = 2(4) - 4 = 4$

Jadi integral tentu adalah

$f(x) = f(b) - f(a)$
 $= 4 - (-4)$
 $= 0$

Gambar 5. Kesalahan Konseptual Siswa E

Temuan pada Gambar 5 memberikan gambaran awal mengenai kesulitan konseptual siswa dalam memahami integral. Untuk memperdalam temuan tersebut dan menelusuri sumber kesulitan yang mendasarinya, analisis kemudian dilanjutkan melalui wawancara dengan peserta didik, yang dirangkum dalam Tabel 4.

Temuan pada hasil tes pemahaman tersebut kemudian diperdalam melalui data kualitatif yang diperoleh dari wawancara dengan peserta didik. Wawancara dilakukan untuk menelusuri lebih jauh bentuk dan sumber kesulitan yang mendasari capaian skor tes siswa. Tabel 4

menyajikan ringkasan hasil wawancara peserta didik yang mengungkapkan secara langsung kesulitan konseptual, prosedural, dan representatif dalam memahami integral tentu dan tak tentu, yang selaras dengan variasi kemampuan dan kesalahan yang teridentifikasi pada hasil tes pemahaman.

Tabel 4. Ringkasan Hasil Wawancara Peserta Didik

Kode Peserta	Kesulitan yang Dialami	Kategori Kesulitan	Strategi Belajar	Kutipan Wawancara
Siswa A	Kesulitan membedakan integral tentu dan tak tentu serta penerapannya dalam soal kontekstual	Konseptual	Menghafal rumus integral	“Saya tahu rumus integralnya, tapi sering bingung kapan harus pakai integral tentu dan kapan yang tidak tentu, apalagi kalau soalnya cerita.”
Siswa B	Kesalahan manipulasi simbol dan tanda; tidak memahami makna grafik integral	Prosedural, dan Representatif	Menghafal rumus tanpa memahami makna geometris	“Kalau soalnya ada grafik, saya tidak tahu hubungannya dengan integral. Biasanya saya langsung pakai rumus saja.”
Siswa C	Lupa mengganti batas setelah substitusi	Prosedural	Menuliskan langkah-langkah penyelesaian	“Saya sudah tahu caranya, tapi sering lupa mengganti batasnya setelah substitusi, jadi jawabannya salah.”
Siswa D	Kesulitan memvisualisasikan hubungan antara turunan dan integral	Konseptual, dan Representatif	Mengalami kesulitan menggambar grafik	“Saya belum paham hubungan turunan dan integral. Kalau disuruh gambar grafik, saya sering tidak yakin.”
Siswa E	Tidak memahami makna konstanta integrasi (C) dan batas integral	Konseptual	Menonton video dan latihan soal	“Saya hafal rumusnya, tapi masih bingung kenapa harus ada C dan apa maksud batas pada integral tentu.”

Tabel 4 menunjukkan bahwa kesulitan peserta didik dalam memahami integral tentu dan tak tentu mencakup tiga kategori utama, yaitu kesulitan konseptual, prosedural, dan representatif. Kesulitan konseptual tampak pada ketidakmampuan siswa membedakan integral tentu dan tak tentu, memahami hubungan antara turunan dan integral, serta memaknai konstanta integrasi dan batas integral. Kesulitan prosedural tercermin dari kesalahan manipulasi simbol, penggunaan tanda, dan penggantian batas setelah substitusi, sedangkan kesulitan representatif terlihat dari keterbatasan siswa dalam menginterpretasikan grafik dan memvisualisasikan integral sebagai luas daerah di bawah kurva. Strategi belajar yang digunakan siswa umumnya masih berorientasi pada hafalan rumus dan latihan soal tanpa pemahaman konseptual yang mendalam. Temuan hasil wawancara ini selanjutnya dikonfirmasi melalui observasi langsung terhadap proses pembelajaran di kelas untuk memperoleh

gambaran objektif mengenai bagaimana kesulitan tersebut muncul dalam praktik pembelajaran sehari-hari.

Observasi dilakukan tanpa keterlibatan langsung peneliti dalam kegiatan kelas, di mana peneliti mengamati dinamika kelas dan respons siswa terhadap proses pembelajaran integral di kelas XI SMA. Tujuan dari observasi ini adalah untuk memperoleh data objektif mengenai interaksi siswa, respons terhadap materi, dan perilaku belajar mereka. Hasil observasi menunjukkan bahwa proses pembelajaran masih lebih fokus pada aspek prosedural, dengan sedikit kesempatan untuk eksplorasi konsep yang lebih dalam. Berikut adalah temuan utama dari observasi yang dilakukan selama dua pertemuan di kelas tersebut.

Tabel 5. Hasil Observasi di Kelas

Aspek yang Diamati	Hasil Observasi
Antusiasme Awal Pembelajaran	Sebagian besar siswa terlihat antusias di awal, namun menurun saat pembahasan integral tentu dimulai
Pemahaman Konsep	Banyak siswa masih bingung tentang perbedaan antara integral tentu dan tak tentu
Kemampuan Visualisasi	Siswa kesulitan saat guru mengaitkan integral dengan luas daerah di bawah kurva, lebih memahami bentuk simbolik daripada makna geometrik
Kemandirian Belajar	Sebagian besar siswa menunggu penjelasan guru tanpa mencoba mencari pola sendiri
Kerjasama Kelompok	Dalam kerja kelompok, hanya dua hingga tiga siswa yang aktif berpartisipasi

Dari hasil observasi, dapat dilihat bahwa pembelajaran masih berfokus pada prosedural, dengan sedikit kesempatan untuk eksplorasi konsep yang lebih dalam. Siswa cenderung lebih mengandalkan hafalan rumus daripada memahami aplikasi konsep integral dalam konteks yang lebih luas.

Konsistensi temuan antara hasil wawancara, observasi, dan tes pemahaman menunjukkan adanya pola kesulitan yang sama pada peserta didik. Untuk memverifikasi dan memperkuat temuan tersebut, penelitian ini menerapkan triangulasi data dengan mengombinasikan ketiga teknik pengumpulan data. Dalam penelitian ini, triangulasi data dilakukan dengan menggabungkan tiga teknik pengumpulan data, yaitu wawancara, observasi, dan tes pemahaman (Jelita dkk., 2025). Triangulasi bertujuan untuk memastikan keabsahan dan validitas temuan yang diperoleh, serta memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang kendala yang dihadapi siswa dalam memahami konsep integral.

Tabel 6. Triangulasi Data Berdasarkan Sumber

Sumber Data	Temuan Utama	Keterangan
Wawancara	Kesulitan dalam membedakan integral tentu dan tak tentu, kesalahan prosedural, keterbatasan representasi visual, dan strategi belajar pasif.	Siswa mengungkapkan kebingungannya dalam memahami hubungan konsep integral dan geometri, serta masalah dengan hafalan rumus.
Observasi	Siswa lebih mengutamakan hafalan rumus daripada pemahaman konseptual. Kesulitan terjadi ketika guru	Pengajaran masih lebih fokus pada prosedur, dengan interaksi siswa yang rendah dan kurangnya diskusi tentang konsep.

	menjelaskan hubungan integral dengan grafik.	
Tes Pemahaman	Tingkat pemahaman siswa masih rendah, terutama dalam hal kesulitan konseptual dan prosedural, seperti kesalahan dalam penggantian batas dan simbol.	Hasil tes menunjukkan mayoritas siswa menghafal rumus tanpa benar-benar memahami konsep integral. Kesalahan terjadi pada prosedur penghitungan dan interpretasi grafik.

Dari tabel 6 ini, dapat dilihat bahwa temuan dari ketiga sumber data saling mendukung dan konsisten. Wawancara menunjukkan bahwa siswa kesulitan dalam memahami konsep dasar integral, yang dibuktikan dengan kesulitan yang ditemukan dalam observasi dan tes pemahaman. Observasi memperlihatkan bahwa interaksi siswa dengan materi lebih bersifat pasif, dan tes pemahaman mengonfirmasi bahwa pemahaman siswa terhadap integral masih kurang.

B. Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemahaman peserta didik terhadap konsep integral tentu dan tak tentu masih menghadapi berbagai kendala yang saling berkaitan, khususnya pada aspek konseptual, prosedural, dan representatif. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa kesulitan belajar integral tidak bersifat tunggal, melainkan merupakan akumulasi dari lemahnya penguasaan konsep dasar, ketidaktepatan penerapan prosedur, serta keterbatasan kemampuan visualisasi matematis.

Respon terhadap hasil tes, wawancara, dan analisis jawaban siswa menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik belum memahami integral sebagai konsep matematis yang bermakna, khususnya sebagai proses kebalikan dari turunan dan sebagai representasi luas daerah di bawah kurva (Hidayah dkk., 2021). Kesulitan membedakan integral tentu dan tak tentu serta ketidakpahaman terhadap peran konstanta integrasi dan batas integral menunjukkan bahwa pemahaman siswa masih berada pada level prosedural dangkal.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Monariska (2019) dan Ramawati dkk. (2024) yang menyatakan bahwa miskonsepsi integral sering muncul akibat lemahnya keterkaitan konsep turunan, fungsi, dan integral. Dari perspektif teori konstruktivisme Piaget, kondisi ini menunjukkan bahwa siswa belum berhasil mengasimilasi dan mengakomodasi konsep integral ke dalam struktur kognitif yang telah dimilikinya (J.Piaget, 1972). Pengetahuan baru diterima secara terpisah tanpa integrasi konseptual, sehingga pemahaman menjadi rapuh dan mudah menimbulkan kesalahan (Aziz, I. R., Zaura, B., & Umam, 2025).

Selain itu, kecenderungan siswa menghafal rumus tanpa memahami makna matematis mendukung teori pembelajaran bermakna Ausubel, yang menegaskan bahwa pembelajaran akan bersifat mekanistik apabila informasi baru tidak dihubungkan secara substantif dengan pengetahuan awal yang relevan (Riswanto dkk., 2023). Dengan demikian, lemahnya pemahaman konseptual pada penelitian ini dapat dipahami sebagai konsekuensi dari pembelajaran yang belum menekankan keterkaitan konsep secara eksplisit.

Lemahnya pemahaman konseptual tersebut selanjutnya berimplikasi langsung pada cara siswa menerapkan prosedur penyelesaian integral dalam praktik pemecahan masalah Hasil analisis menunjukkan bahwa meskipun beberapa siswa mampu menentukan bentuk

antiturunan, mereka masih melakukan kesalahan pada tahap evaluasi integral tentu, terutama dalam penggantian batas dan operasi tanda. Hal ini mengindikasikan bahwa prosedur penyelesaian integral belum dipahami sebagai proses logis yang bermakna, melainkan sebagai rangkaian langkah algoritmik yang dihafalkan.

Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian Flora dkk. (2025) dan Fahrurrozi dkk. (2022) yang menemukan bahwa kesalahan prosedural siswa sering berakar pada lemahnya pemahaman konsep dasar, bukan semata-mata pada ketidaktelitian. Dari sudut pandang teori *procedural-conceptual knowledge* (Hiebert & Lefevre), ketimpangan antara pengetahuan prosedural dan konseptual menyebabkan siswa mampu melakukan langkah tertentu, tetapi gagal memahami alasan di balik langkah tersebut (Hamid, 2025). Akibatnya, ketika konteks soal sedikit berubah, kesalahan prosedural pun muncul. Penelitian ini menunjukkan bahwa peserta didik belum membangun pemahaman integral sebagai proses akumulasi, melainkan masih memandangnya sebagai prosedur simbolik. Lemahnya kemampuan mengaitkan integral dengan luas daerah, perubahan nilai fungsi, dan hubungan antara fungsi serta antiturunannya menegaskan terjadinya konstruksi makna yang terfragmentasi. Temuan ini sejalan dengan Oehrtman dkk. (2019) yang menekankan bahwa kegagalan memahami integral sebagai akumulasi menjadi sumber utama kesulitan konseptual dalam pembelajaran integral.

Ketimpangan antara pemahaman prosedural dan konseptual tersebut tidak hanya berdampak pada kesalahan algoritmik, tetapi juga meluas pada kemampuan siswa dalam mengoordinasikan berbagai bentuk representasi matematis. Temuan penelitian juga mengungkap bahwa siswa mengalami kesulitan dalam mengaitkan representasi simbolik integral dengan interpretasi grafis atau geometris. Ketidakmampuan memaknai integral sebagai luas daerah di bawah kurva menunjukkan rendahnya kemampuan representasi visual matematis (Rahmi dkk., 2020). Hal ini diperkuat oleh hasil wawancara dan observasi yang menunjukkan bahwa siswa kurang percaya diri saat diminta menginterpretasikan grafik atau menggambarkan hubungan fungsi, turunan, dan integral.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Tatar dan Zengin (2016) serta Septian dkk. (2020) yang menegaskan bahwa visualisasi merupakan komponen kunci dalam memahami integral secara konseptual. Ketidakhadiran representasi visual yang memadai dalam proses pembelajaran menyebabkan siswa membangun pemahaman yang terfragmentasi dan simbolik semata (Atkurrahman, 2025). Dari perspektif teori representasi ganda (*multiple representations theory*), kegagalan siswa mengoordinasikan representasi simbolik dan visual menghambat terbentuknya pemahaman matematis yang utuh.

Keterbatasan kemampuan representasi visual tersebut tidak terlepas dari strategi belajar dan pendekatan pembelajaran yang dialami siswa selama proses pembelajaran berlangsung. Hasil wawancara dan observasi menunjukkan bahwa strategi belajar siswa masih didominasi oleh hafalan rumus dan latihan prosedural, dengan keterlibatan aktif yang relatif rendah (Asroriyah, H & Mahmudah, 2025). Kondisi ini mengindikasikan bahwa pendekatan pembelajaran yang diterapkan belum sepenuhnya mendorong eksplorasi konsep dan refleksi berpikir matematis. Temuan ini mendukung hasil penelitian Ahmad dkk. (2023) dan Maulani dkk. (2025) yang menyatakan bahwa pembelajaran berpusat pada siswa, seperti Problem Based Learning, lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual dan kemampuan representasi matematis dibandingkan pembelajaran langsung yang berorientasi prosedural.

Temuan mengenai keterkaitan antara kesulitan representasi, strategi belajar, dan pendekatan pembelajaran tersebut menjadi landasan penting bagi penentuan kontribusi dan kebaruan penelitian ini dalam kajian pembelajaran integral di tingkat SMA. Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatan studi kasus yang mengintegrasikan analisis tes pemahaman, wawancara mendalam, dan observasi kelas untuk memetakan kesulitan siswa secara holistik dalam konteks pembelajaran integral di SMA. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang umumnya bersifat kuantitatif atau hanya berfokus pada jenis kesalahan, penelitian ini menelusuri hubungan antara kesulitan konseptual, prosedural, representatif, dan strategi belajar siswa secara simultan (Aziz, Sri, dkk., 2025). Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengidentifikasi apa kesulitan siswa, tetapi juga mengapa kesulitan tersebut terjadi dalam praktik pembelajaran nyata.

Meskipun memberikan gambaran mendalam, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Jumlah subjek yang terbatas dan konteks penelitian yang hanya mencakup satu sekolah membatasi generalisasi temuan. Selain itu, durasi penelitian yang relatif singkat belum memungkinkan pengamatan terhadap perubahan pemahaman siswa dalam jangka panjang. Instrumen tes dan wawancara yang bersifat eksploratif juga berpotensi belum sepenuhnya menangkap seluruh dimensi kesulitan belajar integral.

Simpulan

Penelitian ini mengungkap bahwa peserta didik kelas XI SMA mengalami kendala yang signifikan dalam memahami konsep integral tentu dan tak tentu, yang mencakup kesulitan konseptual, prosedural, dan representatif. Temuan utama menunjukkan bahwa kesulitan konseptual, seperti ketidakmampuan membedakan integral tentu dan tak tentu, memahami makna konstanta integrasi, serta hubungan antara turunan dan integral, menjadi faktor dominan yang memicu munculnya kesalahan prosedural dan keterbatasan representasi visual. Hasil wawancara, observasi, dan tes pemahaman secara konsisten menunjukkan bahwa sebagian besar siswa cenderung mengandalkan hafalan rumus tanpa pemahaman konseptual yang mendalam, sehingga kesulitan ketika dihadapkan pada soal kontekstual, grafik, dan penerapan integral tentu. Temuan menarik dari penelitian ini adalah rendahnya kemampuan siswa dalam mengaitkan integral dengan makna geometris sebagai luas daerah di bawah kurva, meskipun siswa telah mempelajari prosedur perhitungan integral. Implikasi dari penelitian ini menegaskan perlunya pergeseran strategi pembelajaran integral yang tidak hanya berfokus pada prosedur, tetapi juga menekankan penguatan pemahaman konsep, penggunaan representasi visual, serta keterkaitan antara integral dan turunan melalui pendekatan pembelajaran yang lebih kontekstual dan bermakna.

Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan subjek yang lebih luas, menggunakan desain longitudinal, serta menguji efektivitas intervensi pembelajaran berbasis visualisasi dan teknologi untuk meningkatkan pemahaman integral secara konseptual dan representatif.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak sekolah, guru, dan siswa yang telah mendukung serta berpartisipasi dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Ahmad ... Mohamed. (2023). The Profile of Students' Mathematical Representation Competence, Self-Confidence, and Habits of Mind Through a Problem-Based Learning Model. *Infinity (Journal of Mathematics Education)*, 12(2), 323–338. <https://doi.org/https://doi.org/10.22460/infinity.v12i2.p323-338>
- Asroriyah, H. S., & Mahmudah, W. (2025). Analisis Proses Berpikir Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Ditinjau dari Tipe Kepribadian Ekstrovert dan Introvert. *Sigma: Jurnal Pendidikan Matematika*, 17(1), 192–203. <https://doi.org/https://doi.org/10.26618/sigma.v17i1.17848>
- Atkurrahman, M. (2025). Analisis Konseptual dan Aplikatif Konteks Integral dalam Kehidupan Sehari-hari: Tinjauan Pustaka Kontekstual-Tematik. *Jurnal Pendidikan Matematika (AL KHAWARIZMI)*, 5(2), 56–62. <https://doi.org/https://doi.org/10.46368/kjpm.v5i2.4088>
- Aziz, I. R., Zaura, B., & Umam, K. (2025). Pengaruh Model Discovery Learning terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Tabung di SMP Negeri 1 Panyabungan. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 8(2), 149–158. <https://doi.org/https://doi.org/10.22460/jpmi.v8i2.24027>
- Aziz, I. R. ... Amir, A. (2025). Systematic Literature Review Pewarnaan Graf Dalam Pendidikan Matematika: Desain Dan Analisis Data. *JPMM (Jurnal Pendidikan Matematika Malikussale)*, 5(4), 471–484. <https://doi.org/https://doi.org/10.29103/jpmm.v5i4.24957>
- Aziz, I. R. ... Siregar, R. . (2025). Analysis of Students' Difficulties in Understanding Integral Concepts. *JIML (Journal of Innovative Mathematics Learning)*, 8(4), 850–862. <https://doi.org/https://orcid.org/0000-0002-8285-7096>
- Fahrurrozi, F. ... Rastini, R. (2022). Analisis Kesulitan Belajar Matematika Materi Integral Siswa SMAN 2 Aikmel. *LAMBDA : Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA Dan Aplikasinya*, 2(2), 27–35. <https://doi.org/10.58218/lambda.v2i2.193>
- Flora, I. ... Ananda, N. S. (2025). Analisis Kemampuan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Integral dengan Menggunakan Berbagai Metode Penyelesaian. *Jurnal Penelitian Ilmiah Multidisiplin*, 9(6), 369–374.
- Hamid, A. (2025). Analisis Faktor Penyebab miskonsepsi Mahasiswa pada Materi Aljabar: Perspektif Kognitif dan Pedagogis. *VENN: Journal of Sustainable Innovation on Education, Mathematics and Natural Sciences*, 4(2), 71–80. <https://doi.org/https://doi.org/10.53696/venn.v4i2.264>
- Hidayah, N. ... Takdir, T. (2021). Diagnostik Kesulitan Belajar Mahasiswa Pada Mata Kuliah Kalkulus Program Studi Tadris Matematika IAIM Sinjai. *JTMT: Jurnal Tadris Matematika*, 2(2), 31–39. <https://doi.org/10.47435/jtmt.v2i2.728>
- J. Piaget. (1972). Intellectual Evolution from Adolescence to Adulthood. *Human Development*, 15(1), 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1159/000271225>
- Jelita ... Meslita, R. (2025). Eksplorasi Etnomatematika pada Tarian Piring Gelas dalam Acara Pernikahan Masyarakat Desa Sungai Baung Kabupaten Musi Rawas Utara. *Sigma: Jurnal Pendidikan Matematika*, 17(1), 165–176. <https://doi.org/https://doi.org/10.26618/sigma.v17i1.17697>
- Maulani ... Armis. (2025). Penerapan Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Siswa SMA Karina. *SIGMA: JURNAL PENDIDIKAN MATEMATIKA*, 17(2), 453–465. <https://doi.org/https://journal.unismuh.ac.id/index.php/sigma>
- Meika ... Pebriyani. (2023). Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Pembelajaran Kalkulus Integral. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(2), 2663–2675.

- <https://doi.org/https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i2.5651>
- Monariska, E. (2019). Analisis kesulitan belajar mahasiswa pada materi integral. *Jurnal Analisa*, 5(1), 9–19. <https://doi.org/10.15575/ja.v5i1.4181>
- Oehrtman, M. ... Hancock, B. (2019). Experts' Construction of Mathematical Meaning for Derivatives and Integrals of Complex-Valued Functions. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 5(3), 394–423. <https://doi.org/10.1007/s40753-019-00092-7>
- Rahmi, A. ... Arifsyah, A. (2020). Analisis Kemampuan Bernalar Siswa SMA Dalam Memaknai Permasalahan Integral Berbasis Konteks. *Fibonacci: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(2), 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.24114/jfi.v1i2.21910>
- Ramawati ... Desniarti. (2024). Analisis Pemahaman Matematis Konsep Integral Siswa/Siswi Kelas XII MIPA 7 SMAN 13 Medan. *Elips: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 12–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.47650/elips.v5i2.1088>
- Renaya Dwi Septiani, & Harisman, Y. (2025). Studi Pemahaman Kalkulus: Uji Kemampuan Mahasiswa Pendidikan Matematika dalam Perhitungan Integral dan Diferensial. *Jurnal Riset Pembelajaran Matematika Sekolah*, 9(1), 28–42. <https://doi.org/10.21009/jrpms.091.04>
- Riswanto ... Ifadah, E. (2023). Metodologi Penelitian Ilmiah: Panduan Praktis Untuk Penelitian Berkualitas. In *Brigham Young University* (Vol. 1, Issue 69). https://www.researchgate.net/publication/376575112_METODOLOGI_PENELITIAN_ILMIAH_Panduan_Praktis_Untuk_Penelitian_Berkualitas
- Septian, A. ... Prabawanto, S. (2020). Geogebra in integral areas to improve mathematical representation ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1613(1), 0–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1613/1/012035>
- Sidiq, U., & Choiri, M. (2019). Metode Penelitian Kualitatif di Bidang Pendidikan. In *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Silalahi, P., & Pratiwi, I. R. (2019). Analysis of student difficulties in calculus and intervention strategies for problematic students. *Proceeding of The 2nd International Conference on Applied Science and Technology (ICAST)*, October, 19–23. <https://ojs.pnb.ac.id/index.php/Proceedings/article/view/1753>
- Sinaga, D. (2025). *Buku Ajar Metode Penelitian (Penelitian Studi Kasus)*. UKI PRESS.
- Siregar, N. C., Haswati, D., & Nasiah, S. (2024). *KALKULUS: Konsep dan Soal*. PENERBIT KBM INDONESIA.
- Soesana, A. ... Pasaribu, A. N. (2023). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. [https://repository.unugiri.ac.id:8443/id/eprint/4881/1/Anisa Buku Metodologi Penelitian Kuantitatif.pdf](https://repository.unugiri.ac.id:8443/id/eprint/4881/1/Anisa%20Buku%20Metodologi%20Penelitian%20Kuantitatif.pdf)
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D* (Sutopo (ed.)). Alfabeta.
- Tatar, E., & Zengin, Y. (2016). Conceptual Understanding of Definite Integral with GeoGebra. *Computers in the Schools*, 33(2), 120–132. <https://doi.org/10.1080/07380569.2016.1177480>
- Yin, R. K., & Mudzakir, M. D. (2022). *STUDI KASUS Desain Dan Metode*. Penerbit Adab.