



Analisis Respons ChatGPT-5 dalam Menyelesaikan Soal-soal Integral Tipe HOTS Melalui *Input Visual*

Muhammad Alif Shafar*

Universitas Singaperbangsa Karawang, *2310631050096@student.unsika.ac.id

David Pratama

Universitas Singaperbangsa Karawang, david.pratama@fkip.unsika.ac.id

ABSTRAK

Integral merupakan salah satu materi matematika yang dapat menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) karena melibatkan penalaran multi-langkah dan penerapan konsep yang kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respons ChatGPT (versi GPT-5) dalam menyelesaikan soal-soal integral tipe HOTS melalui *input visual*. Metode yang digunakan adalah analisis isi (*content analysis*) terhadap 51 soal integral pilihan ganda tipe HOTS. Setiap soal di-*input* ke ChatGPT menggunakan format gambar tanpa *prompt* tambahan, dan hasil respons diklasifikasikan berdasarkan tingkat ketepatan, kesesuaian, serta konsistensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ChatGPT mampu menjawab dengan tingkat ketepatan sebesar 82,4% dan tingkat kesamaan struktur penyelesaian dengan pembahasan resmi (*Exact Match*) sebesar 66,7%, yang mengindikasikan bahwa ChatGPT berpotensi dimanfaatkan sebagai alat bantu pendamping pembelajaran matematika untuk mendukung pemahaman prosedural dan refleksi langkah penyelesaian pada materi integral yang menuntut penalaran tingkat tinggi. Pola respons ChatGPT memperlihatkan struktur berpikir sistematis, kemampuan mendeteksi anomali pada *input*, serta konsistensi logika matematis yang baik. Namun, kelemahan masih ditemukan pada kesalahan pembacaan notasi pada *input visual*, kesalahan operasi hitung, dan variasi jawaban pada soal yang sama. Hasil ini menunjukkan bahwa ChatGPT memiliki potensi sebagai alat bantu belajar digital yang efektif, meskipun tetap memerlukan verifikasi manusia untuk menjamin akurasi konseptual dan prosedural.

Kata kunci: Analisis Isi, ChatGPT-5, HOTS, *Input Visual*, Integral

PENDAHULUAN

Integral merupakan salah satu materi penting dalam pembelajaran matematika yang mulai diperkenalkan di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA) yang menuntut pemahaman konseptual serta keterampilan prosedural. Materi ini tidak hanya menjadi kompetensi dasar dalam kurikulum, contohnya Kurikulum Merdeka (Kemendikbudristek, 2022), tetapi juga termasuk topik yang dikenal sulit karena memerlukan kemampuan penalaran multi-langkah dalam proses penyelesaiannya. Soal-soal integral khususnya yang berkarakteristik *Higher Order Thinking Skills* (HOTS), menuntut kemampuan analitis, pemecahan masalah, dan penalaran tingkat tinggi. Berbagai studi menunjukkan bahwa banyak siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep integral, terutama dalam penerapan dan penyelesaian soal yang kompleks. Seah (2005) menemukan bahwa kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal integral disebabkan oleh miskonsepsi konsep dasar, kesalahan prosedural, serta keterbatasan pengetahuan teknis, terutama pada soal integral trigonometri dan aplikasi integral dalam luas daerah. Selanjutnya, Hadi et al. (2018) mengidentifikasi bahwa siswa SMA mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal yang menuntut *Higher Order Thinking Skills* (HOTS), termasuk pada topik integral yang membutuhkan kemampuan penalaran multi-langkah. Kesalahan paling sering muncul pada tahap memahami masalah dan memilih strategi penyelesaian yang tepat. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Jabnabillah (2022) yang meneliti kesalahan siswa kelas XII SMK N 4 Batam pada materi integral. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kesalahan paling dominan terjadi pada aspek transformasi soal (75%) dan kesalahan prosedural (62,5%), yang menandakan lemahnya pemahaman konseptual terhadap integral. Ketiga temuan ini

menunjukkan bahwa masih terdapat siswa yang menghadapi tantangan konseptual dan prosedural yang signifikan dalam menyelesaikan soal integral, terutama yang bersifat kompleks dan memerlukan penalaran tingkat tinggi.

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) seperti ChatGPT membuka peluang baru untuk mendukung pembelajaran matematika. ChatGPT mampu memberikan respons berbasis teks maupun visual terhadap berbagai pertanyaan konseptual dan prosedural. Kajian oleh Pepin et al. (2025) menunjukkan bahwa ChatGPT memiliki potensi transformatif dalam pendidikan matematika karena dapat memberikan umpan balik langsung, membantu perencanaan pembelajaran, serta mendukung kemandirian belajar. Namun, mereka juga menegaskan pentingnya pengawasan manusia dan pertimbangan etis mengingat risiko ketidakakuratan serta ketergantungan berlebihan terhadap AI. Penelitian oleh Guler et al. (2024) menemukan bahwa ChatGPT versi 4 menunjukkan peningkatan signifikan dibanding versi 3.5 dalam menyelesaikan soal-soal matematika nasional, meskipun masih ditemukan kesalahan dalam memahami instruksi dan langkah penyelesaian. Hal ini menunjukkan bahwa performa ChatGPT bersifat fluktuatif tergantung pada kompleksitas soal.

Temuan tersebut sejalan dengan hasil tinjauan sistematis oleh Almarashdi et al. (2024) yang mengidentifikasi bahwa ChatGPT memiliki potensi besar dalam meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa, namun masih menghadapi keterbatasan dalam menjawab pertanyaan matematis yang kompleks, termasuk topik geometri ruang dan turunan. Dengan kata lain, kemampuan ChatGPT cenderung menurun pada soal-soal yang memerlukan penalaran multi-langkah. Hal ini juga ditekankan oleh Dewi (2024), yang menjelaskan bahwa ChatGPT memiliki kecenderungan mengalami kesulitan pada soal matematika yang kompleks seperti integral atau persamaan diferensial, sehingga diperlukan kajian lebih mendalam untuk memahami pola kesalahan dan batas kemampuannya.

Meskipun penelitian mengenai ChatGPT dalam pendidikan matematika telah banyak dilakukan, kajian yang secara khusus menyoroti respons ChatGPT dalam menjawab soal integral tipe HOTS masih sangat terbatas. Topik integral dipilih karena termasuk salah satu materi yang sulit di tingkat SMA yang membutuhkan pemahaman konseptual, ketelitian prosedural, dan penalaran bertahap dalam penyelesaian. Dalam hal ini, ChatGPT berpotensi dimanfaatkan sebagai mitra belajar digital yang membantu siswa memahami dan memeriksa langkah penyelesaian soal-soal yang kompleks.

Studi terdahulu oleh Dewi (2024) yang menjadi acuan replikasi penelitian ini menggunakan data *input* berbentuk teks dan berfokus pada materi polinomial, bukan integral yang secara konseptual lebih kompleks. Selain itu, sebagian besar penelitian sebelumnya menggunakan versi ChatGPT terdahulu (GPT-3.5 atau GPT-4), sedangkan versi terbaru (GPT-5) memungkinkan memiliki kemampuan pemrosesan bahasa dan visual yang lebih canggih. Oleh karena itu, penelitian ini menghadirkan kebaruan pada aspek konten (materi integral), konteks (soal HOTS multi-langkah), serta teknologi (pemanfaatan GPT-5 melalui *input* visual) sebagai upaya untuk mengisi kesenjangan penelitian terdahulu.

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: (1) bagaimana tingkat ketepatan respons ChatGPT-5 dalam menyelesaikan soal-soal integral tipe *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) melalui *input* visual; (2) bagaimana kejelasan dan sistematika langkah penyelesaian yang diberikan ChatGPT dalam menjawab soal-soal tersebut; serta (3) bagaimana konsistensi jawaban ChatGPT.

Sehingga berdasarkan rumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respons ChatGPT-5 dalam menyelesaikan soal-soal integral tipe HOTS melalui *input* visual, dengan meninjau tingkat ketepatan, kejelasan langkah penyelesaian, serta konsistensi jawaban. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran

empiris mengenai kemampuan dan keterbatasan ChatGPT, serta berkontribusi pada pengembangan pemanfaatan AI sebagai alat bantu pembelajaran matematika di masa depan.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan sumber utama berupa kumpulan soal integral tipe *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) tingkat SMA yang memuat variasi bentuk integral seperti substitusi, parsial, trigonometri, dan aplikasi integral pada luas daerah (Forum Tentor Indonesia, 2023). Soal-soal tersebut dipilih karena merepresentasikan karakteristik penalaran multi-langkah dan menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi, sehingga relevan dengan konteks penelitian ini. Selain itu, penelitian juga melibatkan penggunaan platform ChatGPT versi GPT-5 *Free* sebagai subjek utama yang dianalisis dalam menjawab soal-soal tersebut. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan September hingga Oktober 2025. Kegiatan diawali dengan proses dokumentasi soal melalui foto per soal, dilanjutkan dengan *input* soal ke ChatGPT, penyimpanan hasil respons, serta analisis data hingga diperoleh hasil akhir yang siap dilaporkan.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode analisis isi (*content analysis*). Pendekatan ini dipilih karena dapat memberikan pemahaman yang mendalam dan kontekstual terhadap proses berpikir ChatGPT, bukan sekadar menilai benar atau salahnya hasil akhir. Pendekatan ini memungkinkan peneliti menelusuri cara ChatGPT menafsirkan soal, menerapkan konsep integral, serta mengonstruksi langkah-langkah penyelesaian yang merefleksikan kemampuan penalaran tingkat tinggi. Pendekatan ini juga relevan karena penelitian berfokus pada deskripsi dan penafsiran terhadap pola respons ChatGPT dalam menyelesaikan soal-soal integral tipe HOTS melalui *input* visual, bukan pada pengujian hubungan antarvariabel secara kuantitatif. Analisis isi digunakan untuk memahami makna, kecenderungan, serta ketepatan logika dalam setiap respons yang dihasilkan oleh ChatGPT. Menurut Krippendorff (2018), analisis isi merupakan teknik penelitian untuk menafsirkan data secara sistematis, objektif, dan terukur, sehingga metode ini dianggap paling sesuai untuk mengkaji kualitas serta pola berpikir ChatGPT dalam menyelesaikan soal-soal integral ini.

Data dalam penelitian ini berupa dokumen digital hasil respons ChatGPT dalam menyelesaikan 51 soal integral pilihan ganda tipe HOTS. Setiap soal dimasukkan ke dalam ChatGPT menggunakan format gambar (*image.jpg*). Semua hasil respons ChatGPT kemudian didokumentasikan dalam bentuk tangkapan layar (*screenshot*) dan dijadikan sebagai data utama untuk analisis. Sumber data dalam penelitian ini terdiri atas: (a) 51 soal integral pilihan ganda beserta kunci/pembahasan dari sumber resmi terverifikasi, (b) daftar *input* berupa foto soal integral yang dimasukkan ke ChatGPT, serta (c) hasil respons atau jawaban dari ChatGPT versi GPT-5 *Free*.

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu penentuan sampel secara sengaja berdasarkan pertimbangan relevansi dengan tujuan penelitian. Seluruh 51 soal integral yang memenuhi kriteria HOTS dijadikan sampel penelitian tanpa dilakukan reduksi tambahan. Pemilihan ini didasarkan pada pertimbangan bahwa kumpulan soal tersebut memiliki kompleksitas dan variasi bentuk yang cukup untuk merepresentasikan karakteristik soal HOTS, seperti integral substitusi, integral parsial, integral trigonometri, dan aplikasi integral pada luas daerah. Dengan demikian, sampel yang digunakan dinilai representatif terhadap konteks penelitian dan cukup menggambarkan kemampuan ChatGPT dalam menyelesaikan soal matematika tingkat tinggi.

Teknik pengumpulan data dilakukan secara bertahap melalui beberapa kegiatan yang disusun sistematis. Tahapan penelitian dimulai dengan mendokumentasikan seluruh soal integral dalam bentuk foto terpisah. Setelah itu, setiap foto soal integral dimasukkan ke

ChatGPT versi GPT-5 *Free* tanpa menambahkan perintah atau *prompt* tambahan, karena perintah soal dan opsi pilihan ganda sudah tercantum di dalam gambar. Setiap soal diujikan sebanyak tiga kali (*refresh*) untuk memeriksa konsistensi respons ChatGPT, lalu satu hasil yang paling representatif dipilih untuk dianalisis lebih lanjut. Seluruh respons ChatGPT disimpan dalam bentuk tangkapan layar agar data tetap autentik. Hasil ini kemudian disusun ke dalam tabel klasifikasi untuk memudahkan analisis terhadap ketepatan, kesesuaian, dan konsistensi jawaban.

Validitas data dalam penelitian ini dijaga melalui tiga langkah utama, yaitu: (1) triangulasi sumber, dengan cara membandingkan setiap jawaban ChatGPT dengan kunci jawaban dan pembahasan resmi dari sumber referensi soal; (2) pengujian *exact match*, yakni pemeriksaan kesesuaian antara hasil akhir ChatGPT dengan jawaban benar dari sumber tersebut, baik dari segi angka maupun prosedur penyelesaiannya; dan (3) *audit trail*, yaitu pencatatan menyeluruh terhadap setiap *input*, *output*, dan proses analisis yang dilakukan agar hasil penelitian dapat ditelusuri serta direplikasi dengan baik. Selain itu, validitas isi (*content validity*) juga dijaga karena semua soal yang digunakan telah diseleksi dan diterbitkan oleh sumber resmi yang kredibel.

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis isi (*content analysis*) yang dilakukan melalui beberapa tahapan utama, yaitu: (1) seluruh respons ChatGPT diklasifikasikan berdasarkan kategori analisis yang telah ditentukan; (2) hasil klasifikasi dibandingkan dengan pembahasan resmi pada sumber soal untuk menilai ketepatan dan kesesuaian langkah penyelesaian; (3) peneliti menganalisis pola penyelesaian yang digunakan ChatGPT, termasuk kemampuan membaca soal, penggunaan konsep integral, serta ketepatan logika matematisnya; (4) peneliti menghitung distribusi hasil analisis untuk mengetahui proporsi tiap kategori; dan (5) peneliti mendeskripsikan hasil temuan mengenai pola berpikir, keunggulan, dan keterbatasan ChatGPT dalam menyelesaikan soal-soal tersebut.

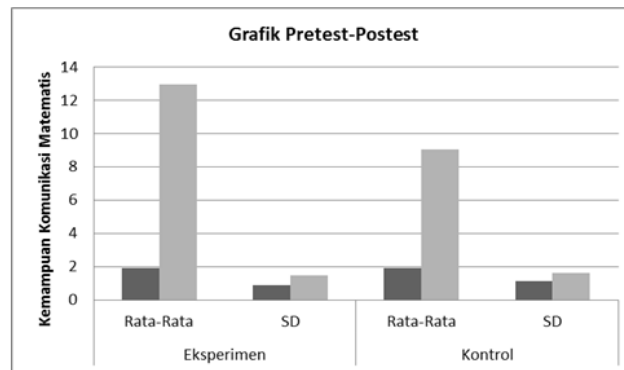
Tabel 1. Kategori Analisis Respons ChatGPT

Kategori	Deskripsi
Benar	Jawaban sesuai dengan kunci dan pembahasan (baik identik maupun alternatif).
Salah	Jawaban tidak sesuai karena kesalahan hitung, kesalahan konsep, atau salah membaca soal dari gambar.
Tidak Valid	Soal atau kunci jawaban bermasalah (misalnya salah cetak, opsi jawaban tidak ada, atau pembahasan tidak tersedia).
Tidak Reliabel	Jawaban ChatGPT selalu berubah saat dilakukan refresh meskipun input soalnya sama.

Dari **Tabel 1.** di atas, kategori analisis yang digunakan dalam penelitian ini disusun sebagai kerangka (*framework*) analisis kualitatif untuk mengklasifikasikan dan menafsirkan respons ChatGPT secara sistematis. Kerangka tersebut menjadi acuan utama dalam proses pengodean, perbandingan, serta penarikan kesimpulan terhadap kualitas dan konsistensi jawaban ChatGPT pada setiap soal.

Prosedur penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap utama yang berlangsung secara berurutan dan saling berkesinambungan, yaitu: (1) tahap persiapan, meliputi studi literatur mengenai ChatGPT dan karakteristik soal integral, dokumentasi foto terhadap seluruh soal integral, serta penyiapan prosedur *input* visual pada ChatGPT versi GPT-5 *Free*; (2) tahap pelaksanaan, yaitu mengunggah (*upload*) langsung file gambar soal (format .jpg) ke kolom *input* ChatGPT tanpa penambahan *prompt* teks tambahan, melakukan percobaan sebanyak tiga kali untuk memeriksa konsistensi respons, serta mendokumentasikan seluruh hasil dalam bentuk tangkapan layar; (3) tahap analisis dan penyusunan hasil, dilakukan dengan mengklasifikasikan respons ke dalam kategori analisis, membandingkannya dengan

pembahasan sumber, menyusun tabel distribusi hasil, serta mendeskripsikan pola respons ChatGPT dalam menjawab soal-soal tersebut dan temuan lainnya.



Gambar 1. Grafik Pretest-Posttest

Tabel 1. Uji Homogenitas Data Pretest

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Based on Mean	.449	6	211	.845
Based on Median	.353	6	211	.907
Based on Median and with adjusted df	.353	6	200.713	.907
Based on trimmed mean	.461	6	211	.837

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari total 51 soal yang diuji, ChatGPT memberikan respons dengan variasi tingkat ketepatan dan konsistensi yang cukup signifikan. Berdasarkan proses klasifikasi yang dilakukan, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Distribusi Klasifikasi Respons ChatGPT

Kategori	Jumlah Soal	Persentase (%)
Benar	42	82,4%
Salah	3	5,9%
Tidak Valid	5	9,8%
Tidak Reliabel	1	1,9%
Total	51	100%

Berdasarkan Tabel 2, mayoritas respons ChatGPT tergolong benar dengan tingkat ketepatan sebesar 82,4% terhadap seluruh soal yang diberikan. Selain itu, untuk menilai kesamaan struktur dan ketepatan prosedur, dilakukan pengukuran *Exact Match*, yakni perhitungan kesamaan jawaban antara hasil ChatGPT dan pembahasan manual manusia.

$$\text{Exact Match} = \frac{\text{Jumlah jawaban yang sama persis}}{\text{Jumlah jawaban benar}} \times 100\%$$

Dari 42 soal yang dijawab benar, terdapat 28 soal yang memiliki kesamaan jawaban secara identik antara respons ChatGPT dan pembahasan sumber, maka:

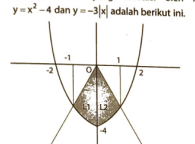
$$\text{Exact Match} = \frac{28}{42} \times 100\% = 66,7\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan *Exact Match*, dapat dikatakan bahwa data yang dikumpulkan memiliki kualitas yang cukup baik, dengan tingkat kesamaan 66,7% antara hasil respons ChatGPT dan pembahasan resmi. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas, berikut disajikan beberapa contoh representatif dari masing-masing kategori analisis yang dipilih secara purposif berdasarkan karakteristik respons ChatGPT.

Tabel 3. Contoh Respons ChatGPT untuk Setiap Kategori Analisis

Input	Output	Pembandingan	Kategori	Catatan/Alasan
1. SOAL UTBK 2021 Diberikan fungsi f dengan $f(x) \geq 0$ untuk setiap $x \in \mathbb{R}$. Jika daerah $D = \{(x, y) : 0 \leq y \leq f(x), -3 \leq x \leq 4\}$ mempunyai luas a dan $\int_{-3}^4 \frac{1}{x^2} f\left(1 - \frac{1}{x}\right) dx = b$, maka: $E = \{(x, y) : 0 \leq y \leq f(x), 0 \leq x \leq 4\}$ mempunyai luas ... A. $\frac{1}{2}a + \frac{1}{2}b$ D. $a + b$ B. $2a + b$ E. $a + \frac{1}{2}b$ C. $2a + \frac{1}{2}b$	Soal UTBK 2021 Diketahui: $f(x) \geq 0$ untuk setiap $x \in \mathbb{R}$. Daerah $D = \{(x, y) : 0 \leq y \leq f(x), -3 \leq x \leq 4\}$ mempunyai luas a. Luas a adalah: $a = \int_{-3}^4 f(x) dx$. Luas b adalah: $b = \int_{-3}^4 \frac{1}{x^2} f\left(1 - \frac{1}{x}\right) dx$. Kita ingin mencari luas $E = \{(x, y) : 0 \leq y \leq f(x), 0 \leq x \leq 4\}$. Luas E adalah: $E = \int_0^4 f(x) dx$. Langkah 1: Melakukan integral b dengan integral t. Substitusi: $t = 1 - \frac{1}{x} \Rightarrow dt = \frac{1}{x^2} dx$. Langkah 2: Melakukan integral a. Substitusi: $t = 1 - \frac{1}{x} \Rightarrow x = \frac{1}{1-t}$. Langkah 3: Melakukan integral E. Luas E adalah: $E = \int_0^4 f(x) dx = a - b$. Jawaban: $a - b$.	1. Pembahasan: Diketahui: $\int_{-3}^4 \frac{1}{x^2} f\left(1 - \frac{1}{x}\right) dx = b$ Misalkan: $1 - \frac{1}{x} = u \Rightarrow \frac{1}{x^2} dx = du \Rightarrow dx = x^2 du$ Batas-batas: $x = -3 \rightarrow u = -\frac{4}{3}$ $x = 4 \rightarrow u = \frac{3}{4}$ Sehingga diperoleh: $\int_{-3}^4 \frac{1}{x^2} f\left(1 - \frac{1}{x}\right) dx = b$ Daerah D mempunyai luas a, maka diperoleh: $\int_{-3}^4 f(x) dx = a$ Jadi, daerah E mempunyai luas $a + b$. Jawaban: D	SALAH	Jawaban tidak sesuai karena ChatGPT salah membaca input soal pada bagian $\int_{1/4}^1 \frac{1}{x^2} f\left(1 - \frac{1}{x}\right) dx = b$ yang seharusnya $\int_{1/4}^1 \frac{1}{x^2} f\left(1 - \frac{1}{x}\right) dx = b$, sehingga ChatGPT memberikan klarifikasi di akhir.
2. SOAL UTBK 2021 Jika luas daerah di kuadran I yang dibatasi oleh kurva $y = \sqrt{x}$ dan garis $y = \frac{1}{1-a}$ dengan $a > 1$ adalah $\frac{4}{3}$, maka $a = \dots$ A. $\frac{5}{2}$ C. $\frac{5}{3}$ E. $\frac{3}{2}$ B. $\frac{7}{3}$ D. $\frac{4}{3}$	Soal UTBK 2021 Diketahui: $y = \sqrt{x}$ dan garis $y = \frac{1}{1-a}$. Luas daerah di kuadran I adalah $\frac{4}{3}$. Kita ingin mencari a. Langkah 1: Menentukan titik potong kurva. $\sqrt{x} = \frac{1}{1-a} \Rightarrow x = \frac{1}{(1-a)^2}$. Langkah 2: Menentukan luas daerah. Luas daerah di kuadran I adalah $\frac{4}{3}$. Jawaban: $a = \frac{5}{3}$.	2. Pembahasan: Diketahui: $y = \sqrt{x}$ dan garis $y = \frac{1}{1-a}$. Titik potong kedua kurva: $\sqrt{x} = \frac{1}{1-a} \Rightarrow x = \frac{1}{(1-a)^2}$. Luas daerah di kuadran I adalah $\frac{4}{3}$. Kita ingin mencari a. Langkah 1: Menentukan titik potong kurva. $\sqrt{x} = \frac{1}{1-a} \Rightarrow x = \frac{1}{(1-a)^2}$. Langkah 2: Menentukan luas daerah. Luas daerah di kuadran I adalah $\frac{4}{3}$. Jawaban: $a = \frac{5}{3}$.	BENAR	Jawaban akhir sesuai kunci, meskipun langkah berbeda dengan pembahasan resmi pada bagian menentukan nilai x dari persamaan kuadrat, yaitu ChatGPT menggunakan rumus <i>abc</i> sedangkan pembahasan buku menggunakan cara pemfaktoran.

Input	Output	Pembanding	Kategori	Catatan/Alasan
	 </			

Input SOAL UTBK 2019 Diketahui $f(x)$ merupakan fungsi genap. Jika $\int_{-4}^4 f(x)dx = 16$, maka $\int_0^2 f(x)dx = \dots$ A. 22 B. 23 C. 24 D. 25	Output Penyelesaian: mengingat bahwa genap (simetri): $\int_{-a}^a f(x)dx = 2 \int_0^a f(x)dx$ $\int_{-4}^4 f(x)dx = 16 \Rightarrow 2 \int_0^4 f(x)dx = 16 \Rightarrow \int_0^4 f(x)dx = 8$ - Sehingga $\int_0^2 f(x)dx = 4$ Jawaban: C	BENAR Jawaban akhir sesuai kunci jawaban dengan langkah mirip pembahasan resmi.
SOAL SBMPTN 2017 Jika $\int_{-4}^4 f(x)(\sin x + 1)dx = 8$, dengan fungsi genap dan $\int_{-2}^2 f(x)dx = 4$, maka $\int_{-2}^2 f(x)dx = \dots$ A. 0 B. 1 C. 2 D. 3	PEMBAHASAN VIDEO SCAN QR CODE - KLIK LINK NOMOR 6 Ingat! Fungsi genap adalah fungsi yang berlaku $f(x) = f(-x)$ Ciri utamanya yaitu fungsinya simetri terhadap sumbu y. Artinya: $\int_{-a}^a f(x)dx = 2 \int_0^a f(x)dx$ Jika $\int_{-4}^4 f(x)(\sin x + 1)dx = 8$, maka berlaku: $\int_{-4}^4 f(x)\sin x dx + \int_{-4}^4 f(x)dx = 8$ $\Rightarrow \int_{-4}^4 f(x)\sin x dx + 4 = 8 \Rightarrow \int_{-4}^4 f(x)\sin x dx = 4$ $\Rightarrow \int_{-2}^2 f(x)dx = 4$ Jawaban: A	BENAR Jawaban akhir sesuai kunci, meskipun langkah manipulasi aljabarnya sedikit berbeda dengan pembahasan resmi.
SOAL STANDAR SBMPTN Luas daerah yang dibatasi oleh $y = x^2 - 4$ dan $y = -3 x$ adalah ... A. $\int_0^1 (-x^2 - 3x + 4)dx$ B. $2 \int_{-1}^0 (-x^2 + 3x + 4)dx$ C. $2 \int_0^1 (x^2 + 3x - 4)dx$ D. $\int_{-1}^1 (-x^2 + 3x + 4)dx$ E. $\int_1^2 (-x^2 - 3x + 4)dx$	Pembahasan: Gambar daerah yang dibatasi oleh kurva $y = x^2 - 4$ dan $y = -3 x$ adalah berikut ini.  Luas total = $L1 + L2 = 2(L1)$ $2(L1) = 2 \int_{-1}^0 (-x^2 - 3x + 4)dx$ $= 2 \int_{-1}^0 (-x^2 - 3x + 4)dx$ $= 2 \int_{-1}^0 (-x^2 - 3x + 4)dx$ Jawaban: B	SALAH Jawaban akhir sebenarnya memiliki dua bentuk alternatif jawaban, namun ChatGPT hanya menekankan di bentuk jawaban yang tidak ada di opsi.

Input	Output	Pembanding	Kategori	Catatan/Alasan
	 <			

Input	Pembahasan	Kategori	Catatan/Alasan
Input Soal SIMAK UI 2017 Jika $f(x) = \frac{1}{3}x^3 - 2x^2 + 3x$ dengan $-1 \leq x$ mempunyai nilai maksimum di (a,b). Maka $\int_1^b f'(x) dx$ adalah A. $\frac{16}{81}$ C. $\frac{12}{81}$ E. $\frac{8}{81}$ B. $\frac{15}{81}$ D. $\frac{9}{81}$ SOAL UM UGM 2017 Jika daerah yang dibatasi oleh kurva $y = x$ garis $y = (2m-2)x$ mempunyai luas $\frac{1}{3}$ maka nilai $m = \dots$ A. $2\frac{1}{2}$ atau -1 D. 4 atau -2 B. 2 atau 0 E. $4\frac{1}{2}$ atau -2 C. $3\frac{1}{2}$ atau $-\frac{1}{2}$	Pembahasan: Ingat!! Nilai maksimum fungsi: "Suatu fungsi $f(x)$ akan maksimum ketika $f'(x) = 0$" Rumus turunan fungsi: $f(x) = ax^c \rightarrow f'(x) = n \cdot ax^{n-1}$ Integral dari turunan: $\int f'(x) dx = f(x) + C$ Diketahui: $f(x) = \frac{1}{3}x^3 - 2x^2 + 3x$ $f'(x) = 3 \cdot \frac{1}{3}x^2 - 2 \cdot 2x + 3$ $0 = x^2 - 4x + 3$ $0 = (x-1)(x-3)$ Fungsi $f(x)$ akan maksimum di $x = 1$ atau $x = 3$, namun karena dalam soal terdapat pembatas nilai x yaitu $-1 \leq x \leq 2$ maka $f(x)$ hanya akan maksimum di $x = 1$. Nilai $f(1) = \frac{1}{3} - 2 + 3 = \frac{4}{3}$ Jadi, $f(x)$ maksimum di titik $(1, \frac{4}{3})$. $\int_1^{\frac{4}{3}} f'(x) dx = \left[\frac{1}{3}x^3 - 2x^2 + 3x \right]_1^{\frac{4}{3}}$ $= \left(\frac{1}{3} \left(\frac{4}{3} \right)^3 - 2 \left(\frac{4}{3} \right)^2 + 3 \left(\frac{4}{3} \right) \right) - \left(\frac{1}{3}(1)^3 - 2(1)^2 + 3(1) \right)$ $= \left(\frac{1}{3} \left(\frac{64}{27} \right) - 2 \left(\frac{16}{9} \right) + 3 \left(\frac{4}{3} \right) \right) - \left(\frac{1}{3}(1) - 2(1) + 3(1) \right)$ $= \frac{64}{81} - \frac{32}{9} + \frac{12}{3} - \frac{2}{3} + 2 - 3$ $= \frac{64}{81} - \frac{32}{9} + \frac{8}{3} - \frac{2}{3} + 2 - 3$ $= \frac{64}{81} - \frac{288}{81} + \frac{216}{81} - \frac{2}{81} + \frac{162}{81} - \frac{243}{81}$ $= \frac{-8}{81}$ Jawaban: Pembahasan: Ingat!! Luas daerah yang dibatasi dua kurva: $L = \frac{D \cdot \sqrt{D}}{64}$ Daerah yang dimaksud dibatasi oleh kurva $y = x^2$ dan garis $y = (2m-2)x$ maka: $y = x^2$ $y = (2m-2)x$ $x^2 = (2m-2)x$ $x^2 - (2m-2)x = 0$ Maka: $D = b^2 - 4ac = (2m-2)^2$ atau $\sqrt{D} = 2m-2$ Diketahui luas daerahnya adalah $\frac{1}{3}$ maka: $L = \frac{D \cdot \sqrt{D}}{64}$ $\frac{1}{3} = \frac{(2m-2)^2 \cdot 2m-2 }{64}$ $\frac{4}{3} = \frac{ 2m-2 ^3}{64}$ $ 2m-2 ^3 = 8$ $ 2m-2 = 2$ $2m-2 = \pm 2$ $2m = 2 \pm 2$ $m = 1 \pm 1$ Jadi, $m = 2$ atau $m = 0$.	TIDAK VALID BENAR	Opsi jawaban yang benar pada buku tidak ada, sehingga ChatGPT maupun pembahasan dalam buku memberikan jawaban yang tidak ada pada opsi. Jawaban akhir sesuai kunci, meskipun langkah berbeda dengan pembahasan resmi yang menggunakan konsep Diskriminan, karena ChatGPT tetap menggunakan konsep integral.

Input	Output	Pembanding	Kategori	Catatan/Alasan
19. SOAL SBMPTN 2018 Nilai $\int_1^{36} \frac{3}{\sqrt{x}(3+\sqrt{x})^2} dx$ adalah A. 1 B. 2 C. 3 D. 4 E. 5	19. Hitung integral $I = \int_1^{36} \frac{3}{\sqrt{x}(3+\sqrt{x})^2} dx$ Substitusi $u = 3 + \sqrt{x} \Rightarrow \frac{du}{dx} = \frac{1}{2\sqrt{x}} \Rightarrow dx = 2\sqrt{x} du$ Untuk batas atas: $x = 36 \Rightarrow u = 3 + \sqrt{36} = 9$ Untuk batas bawah: $x = 1 \Rightarrow u = 3 + \sqrt{1} = 4$ $I = \int_4^9 \frac{3}{\sqrt{x}(3+\sqrt{x})^2} \cdot 2\sqrt{x} du = \int_4^9 \frac{6}{u^2} du = \left[-\frac{6}{u} \right]_4^9 = -\frac{6}{9} + \frac{6}{4} = \frac{2}{3}$ Jawaban: B	19. Pembahasan: Diketahui $\int_1^{36} \frac{3}{\sqrt{x}(3+\sqrt{x})^2} dx$ Dengan menggunakan substitusi, maka: $u = 3 + \sqrt{x} \Rightarrow \frac{du}{dx} = \frac{1}{2\sqrt{x}} \Rightarrow dx = 2\sqrt{x} du$ Untuk batas atas: $x = 36 \Rightarrow u = 3 + \sqrt{36} = 9$ Untuk batas bawah: $x = 1 \Rightarrow u = 3 + \sqrt{1} = 4$ $\int_1^{36} \frac{3}{\sqrt{x}(3+\sqrt{x})^2} dx = \int_4^9 \frac{3}{\sqrt{x}(3+\sqrt{x})^2} \cdot 2\sqrt{x} du = \int_4^9 \frac{6}{u^2} du = \left[-\frac{6}{u} \right]_4^9 = -\frac{6}{9} + \frac{6}{4} = \frac{2}{3}$ Jawaban: B	BENAR	Jawaban akhir sesuai kunci, meskipun langkah pemisalan pada ChatGPT ($t = \sqrt{x}$) berbeda dengan pembahasan resmi ($u = 3 + \sqrt{x}$).
20. SOAL STANDAR SBMPTN Hasil dari $\int (x-2)(x^2-4x+3)^3 dx$ ada A. $\frac{1}{3}(x^2-4x+3)^6 + C$ B. $\frac{1}{6}(x^2-4x+3)^6 + C$ C. $\frac{1}{12}(x^2-4x+3)^6 + C$ D. $\frac{1}{6}(x-2)^2(x^2-4x+3)^6 + C$ E. $\frac{1}{6}(x-2)^2(x^2-4x+3)^6 + C$	20. Hitung integral $\int (x-2)(x^2-4x+3)^3 dx$ Substitusi $u = x^2 - 4x + 3 \Rightarrow \frac{du}{dx} = 2x - 4 \Rightarrow dx = \frac{1}{2}(2x-4) du = \frac{1}{2}(u+1) du$ Langkah 2: Substitusi ke integral $\int (x-2)(x^2-4x+3)^3 dx = \int (x-2)u^3 \cdot \frac{1}{2}(u+1) du = \frac{1}{2} \int (x-2)u^4 du$ Langkah 3: Integrasi $\frac{1}{2} \int (x-2)u^4 du = \frac{1}{2} \left(\frac{x^2}{2}u^4 - \frac{1}{2}u^4 \right) + C = \frac{1}{4}x^2u^4 - \frac{1}{4}u^4 + C$ Langkah 4: Substitusi kembali u $= \frac{1}{4}(x^2-4x+3)^4 + C$ Jawaban: B	Pembahasan tidak ditemukan. Jawaban: 24. D	TIDAK VALID	ChatGPT memberikan penyelesaian operasi hitung yang benar dan memberikan jawaban yang seharusnya benar, namun kunci jawaban pada buku berbeda.
21. SOAL SBMPTN 2011 Kode 591 Diberikan $f(x) = ax + b$ dan $F(x)$ adalah turunan $f(x)$. Jika $F(1) - F(0) = 3$ maka 2 adalah... A. 10 B. 6 C. 5 D. 4 E. 3	21. Hitung integral $F(x) = \int f(x) dx = \int (ax+b) dx = \frac{a}{2}x^2 + bx + C$ Substitusi $F(1) - F(0) = 3$ $\left(\frac{a}{2}(1)^2 + b(1) + C \right) - \left(\frac{a}{2}(0)^2 + b(0) + C \right) = 3$ $\frac{a}{2} + b = 3$ Jawaban: B	Pembahasan tidak ditemukan. Jawaban: 30. B	TIDAK VALID	Penulisan soal pada buku sepertinya mengalami salah cetak yaitu $2a + b$ seharusnya $a + 2b$, karena ChatGPT memberikan klarifikasi dengan memberikan hasil penyelesaian $a + 2b$. Hal ini tidak valid karena pembahasan di buku tidak ada, ditambah dengan kunci jawaban yang mengikuti jawaban akhir ChatGPT.

Analisis Respons ChatGPT-5 dalam Menyelesaikan Soal-soal Integral ...

Input	Output	Pembahasan	Kategori	Catatan/Anasan
SOAL UUM UNDP 2016 Kode 501/513 Jika $f'(x) = 9x^2 - 12x + 2$ dan $f(-1) = 0$, $f(0) = \dots$ A. -1 B. 9 C. 9 D. 11 E. 13	SOAL UUM UNDP 2016 Kode 501/513 Jika $f'(x) = 9x^2 - 12x + 2$ dan $f(-1) = 0$, $f(0) = \dots$ A. -1 B. 9 C. 9 D. 11 E. 13 https://chatgpt.com/share/68ed2a62-881c-8005-af5b-2ba43ff9ecb6	Pembahasan tidak ditemukan. Jawaban: 34. E	TIDAK VALID	ChatGPT memberikan penyelesaian operasi hitung yang benar dan memberikan jawaban yang seharusnya benar, namun kunci jawaban pada buku berbeda.
SOAL UUM UNDP 2016 Kode 501/513 Jika $f'(x) = 9x^2 - 12x + 2$ dan $f(-1) = 0$, $f(0) = \dots$ A. -1 B. 9 C. 9 D. 11 E. 13	SOAL UUM UNDP 2016 Kode 501/513 Jika $f'(x) = 9x^2 - 12x + 2$ dan $f(-1) = 0$, $f(0) = \dots$ A. -1 B. 9 C. 9 D. 11 E. 13 https://chatgpt.com/share/68ed3159-4ed4-8005-8480-8a237170733c	https://www.youtube.com/watch?v=K3Bci4OF78Q&t=354s	SALAH	ChatGPT melakukan manipulasi aljabar yang keliru di bagian akhir sehingga menghasilkan jawaban yang salah.
SOAL UTBK SBMPTN 2019 Misalkan fungsi f memenuhi $f(x+5) = f(x)$ untuk setiap $x \in \mathbb{R}$. Jika $\int_1^5 f(x) dx = 3$ dan $\int_1^4 f(x) dx = -2$ maka nilai $\int_4^9 f(x) dx = \dots$ A. 10 B. 6 C. 5 D. 2 E. 1	SOAL UTBK SBMPTN 2019 Misalkan fungsi f memenuhi $f(x+5) = f(x)$ untuk setiap $x \in \mathbb{R}$. Jika $\int_1^5 f(x) dx = 3$ dan $\int_1^4 f(x) dx = -2$ maka nilai $\int_4^9 f(x) dx = \dots$ A. 10 B. 6 C. 5 D. 2 E. 1 https://chatgpt.com/share/68f51b4a-f638-8011-81f9-3b40699ebb6b	https://www.youtube.com/watch?v=K3Bci4OF78Q&t=798s	BENAR	Jawaban akhir sesuai kunci, meskipun terdapat langkah pemisalan tambahan dan manipulasi aljabarnya sedikit berbeda dengan pembahasan resmi.

Input	Output	Pembanding	Kategori	Catatan/Alasan
Soal Standar SBMPTN Luas daerah yang dibatasi oleh kurva $y = x^2 + 6x$, $y = -x^2 - 2x$, garis $x = -3$, dan $x = -1$ adalah ... A. $\frac{9}{3}$ B. $10\frac{2}{3}$ C. $11\frac{1}{3}$ D. $13\frac{2}{3}$ E. $14\frac{2}{3}$	Langkah 1: Cari $\int f(x) dx$ Kita tahu $\int f(x) dx = 3$ dan $\int f(x) dx = -2$ Maka $\int f(x) dx = \int f_1(x) dx - \int f_2(x) dx = (3) - (-2)$ Jadi nilai perantara (perang) diperoleh 5. Langkah 2: Hitung $\int_{-3}^{-1} f(x) dx$ Maka $f(x)$ diperoleh 5 $\int_{-3}^{-1} f(x) dx = \int_{-3}^{-1} f_1(x) dx - \int_{-3}^{-1} f_2(x) dx = 1$ Maka $\int_{-3}^{-1} f(x) dx = 1 + 5 = 6$ Selesai 10 s 10 s > 10 s > 10 s > 10 s > 10 s https://chatgpt.com/ share/68f51d14- ae90-8011-bd18- 8854bbe166b5 https://www.youtube.com/ watch?v=Dg4UjvBjBZM &t=923s		BENAR	Jawaban akhir sesuai kunci, meskipun diawali dengan interpretasi kurva yang berbeda dengan pembahasan resmi yang menggunakan gambar grafik langsung, karena ChatGPT hanya menggunakan konsep fungsi atas dan fungsi bawah.

Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan bahwa respons ChatGPT menunjukkan performa yang cukup baik dengan tingkat ketepatan jawaban mencapai 82,4% dan tingkat kesamaan struktur jawaban (*Exact Match*) sebesar 66,7% terhadap pembahasan manual. Angka ini menunjukkan bahwa mayoritas respons ChatGPT tidak hanya benar secara konseptual, tetapi juga mampu mereplikasi sebagian besar pola penyelesaian manusia dalam menjawab soal integral tipe HOTS.

Secara umum, pola penyelesaian yang dihasilkan ChatGPT memperlihatkan struktur berpikir yang sistematis dan logis. Hampir seluruh respons diawali dengan identifikasi unsur “diketahui” dan “ditanyakan”, kemudian dilanjutkan dengan langkah-langkah penyelesaian yang runtut, sering kali ditandai dengan penomoran “Langkah 1”, “Langkah 2”, dan seterusnya, hingga diakhiri dengan kesimpulan hasil akhir. Pola ini menunjukkan bahwa ChatGPT memiliki kecenderungan meniru penalaran matematis prosedural. Selain itu, ChatGPT juga menunjukkan kemampuan deteksi anomali pada *input*-an soal. Dalam kondisi demikian, ChatGPT tidak serta-merta memberikan jawaban akhir, tetapi menyertakan klarifikasi atau alternatif penafsiran—menandakan adanya mekanisme evaluatif terhadap keabsahan data *input*. Kategori tidak valid umumnya muncul karena ketidaksesuaian antara teks soal dan opsi jawaban pada sumber, sedangkan satu soal dikategorikan tidak reliabel karena menunjukkan variasi hasil pada pengujian berulang terhadap *input* visual yang sama. Adapun tiga soal yang dikategorikan salah lebih disebabkan oleh kesalahan operasi hitung dan pembacaan notasi integral pada gambar soal, bukan karena miskonsepsi konsep dasar.

Temuan-temuan tersebut sejalan dengan hasil penelitian Guler et al. (2024) yang menunjukkan bahwa performa ChatGPT cenderung berfluktuasi tergantung pada kompleksitas soal, meskipun versi 4 lebih baik dibanding 3.5 dalam memahami instruksi dan menampilkan langkah penyelesaian. Dalam penelitian ini, versi 5 menunjukkan peningkatan dari segi koherensi argumentatif dan kemampuan mendeteksi kesalahan *input*.

tetapi masih belum sepenuhnya stabil pada soal-soal dengan simbol visual yang kompleks. Hasil ini juga mengonfirmasi temuan Almarashdi et al. (2024) dan Dewi (2024) bahwa ChatGPT masih kesulitan menjawab soal yang memerlukan penalaran multi-langkah seperti turunan dan integral. Sementara itu, Pepin et al. (2025) menegaskan pentingnya pengawasan manusia karena meskipun ChatGPT efektif dalam memberikan umpan balik cepat dan mendorong pembelajaran mandiri, risiko ketidakakuratan dan ketergantungan tetap tinggi.

Dalam penelitian ini, tampak ketika ChatGPT mampu memberikan prosedur langkah-demi-langkah yang runtut dan logis, namun tetap memerlukan verifikasi manusia pada kasus soal dengan ambiguitas notasi atau kesalahan cetak. Kajian penelitian dari Seah (2005), Hadi et al. (2018), dan Jabnabillah (2022) mengenai kesulitan umum siswa dalam menyelesaikan soal integral, menariknya ChatGPT justru mampu menyelesaikan sebagian besar soal serupa dengan benar, menandakan potensi AI ini dalam mengatasi kesulitan prosedural yang lazim dihadapi manusia.

Dari sisi kelebihan, ChatGPT terbukti memiliki kemampuan komputasi cepat, penalaran sistematis, serta penyampaian penjelasan naratif dan konseptual yang komunikatif, menjadikannya berpotensi sebagai alat bantu belajar interaktif berbasis AI. Namun, penelitian ini juga menemukan beberapa kelemahan, yaitu: (1) ketergantungan tinggi terhadap kualitas *input* visual; (2) kemungkinan variasi jawaban untuk soal yang sama; dan (3) keterbatasan mendeteksi kesalahan pada sumber pembandingan.

Secara konseptual, penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan ChatGPT dalam menyelesaikan soal integral tipe HOTS yang bersifat multi-langkah tidak hanya ditentukan oleh kapasitas komputasi simbolik, tetapi juga oleh kemampuan memahami konteks semantik yang menyertai soal. Secara praktis, temuan ini memberikan landasan bagi pengembangan model pembelajaran berbasis AI yang lebih adaptif, akurat, dan mendekati pola penalaran matematis manusia, khususnya pada topik-topik kalkulus lainnya yang menuntut pemikiran prosedural bertahap, seperti integral dan turunan.

SIMPULAN

Penelitian ini secara eksplisit menjawab rumusan masalah yang diajukan mengenai tingkat ketepatan, kejelasan langkah penyelesaian, dan konsistensi respons ChatGPT-5 dalam menyelesaikan soal-soal integral tipe *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) melalui *input* visual. Dari total 51 soal yang diuji, tingkat ketepatan respons mencapai 82,4%, dengan tingkat kesamaan struktur penyelesaian (*Exact Match*) sebesar 66,7% terhadap pembahasan resmi. Hasil ini menandakan bahwa ChatGPT mampu menampilkan pola penyelesaian yang logis, sistematis, dan menyerupai penalaran manusiawi. Meskipun demikian, model ini masih menunjukkan keterbatasan pada soal yang kompleks, serta variabilitas respons pada percobaan berulang. Dengan demikian, ChatGPT berpotensi menjadi alat bantu belajar yang efektif untuk materi integral tingkat lanjut, khususnya yang menuntut penalaran bertahap dan analisis konseptual, namun tetap memerlukan verifikasi dan pendampingan manusia dalam penggunaannya.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas kajian pada materi matematika lainnya guna melihat konsistensi performa ChatGPT pada berbagai tipe soal. Selain itu, perlu dilakukan pengujian dengan model AI multimodal versi berbayar atau sistem yang memiliki kemampuan pemrosesan visual lebih tinggi untuk menilai peningkatan akurasi dan stabilitas respons, serta bisa dilakukan penambahan *prompt* khusus pada *input* soal untuk menghasilkan respons yang sesuai dengan keinginan. Dari sisi implementasi pendidikan, pemanfaatan ChatGPT sebaiknya difokuskan pada fungsi pendamping pembelajaran dan refleksi konsep, bukan sebagai sumber jawaban utama, agar peserta didik tetap mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan penalaran matematis secara mandiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Almarashdi, H. S., Jarrah, A. M., Khurma, O. A., & Gningue, S. M. (2024). Unveiling the potential: A systematic review of ChatGPT in transforming mathematics teaching and learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(12), 1–14. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15739>
- Dewi, S. A. S. (2024). *Analisis ChatGPT dalam menjawab soal-soal matematika lanjut pada materi polinomial kelas XI di buku Matematika Lanjut kelas XI Kurikulum Merdeka* [Skripsi, Universitas Sebelas Maret]. Universitas Sebelas Maret Repository.
- Forum Tentor Indonesia. (2023). *The King Bedah Kisi-kisi SBMPTN + UM Mandiri Saintek 2023*. Forum Edukasi: Yogyakarta.
- Guler, N., Dertli, Z. G., Boran, E., & Yildiz, B. (2024). An artificial intelligence application in mathematics education: Evaluating ChatGPT's academic achievement in a mathematics exam. *Pedagogical Research*, 9(2), 1–12. <https://doi.org/10.29333/pr/14145>
- Hadi, S., Retnawati, H., Munadi, S., Apino, E., & Wulandari, N. F. (2018). The difficulties of high school students in solving higher-order thinking skills problems. *PROBLEMS of Education in the 21st Century*, 76(4), 520-532.
- Jabnabillah, F. (2022). Analysis of students' errors in solving concept understanding problems on integral matter. *Mathematics Education Journal*, 6(1), 33–44. <https://doi.org/10.22219/mej.v6i1.19625>
- Kemendikbudristek. (2022). *Capaian Pembelajaran Matematika Fase F (SMA/MA)*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Diakses dari <https://kurikulum.kemdikbud.go.id/file/cp/dasmen/40.%20CP%20Matematika%20Tingkat%20Lanjut.pdf>
- Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introduction to its methodology* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Pepin, B., Buchholtz, N., & Salinas-Hernández, U. (2025). A scoping survey of ChatGPT in mathematics education. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 11(1), 9–41. <https://doi.org/10.1007/s40751-025-00172-1>
- Seah, E. K. (2005). Analysis of students' difficulties in solving integration problems. *The Mathematics Educator*, 9(1), 39–59. http://math.nie.edu.sg/ame/matheduc/journal/v9_1/v91_39.aspx