

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini menghasilkan modul ajar berbantuan *artificial intelligence* untuk materi kalkulus integral. Pengembangan modul mengadopsi model kerangka 4D (Pendefinisian, Perancangan, Pengembangan, Penyebaran). Temuan kajian dianalisis melalui prosedur berikut:

1. Fase Pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian merupakan aktivitas mengevaluasi dan mengenali isu untuk mendapatkan data yang berkaitan dengan pengembangan produk media pembelajaran.

a. Analisis Awal Akhir (*Front-end analysis*)

Evaluasi permasalahan dalam kajian ini dengan melakukan peninjauan awal hingga akhir, yaitu peneliti melakukan pengamatan serta diskusi dengan pengajar pendidikan matematika di UIN Antasari Banjarmasin. Berdasarkan hasil dari wawancara dengan bapa Muhammad Amin Paris, S.Pd, M.Si selaku dosen pengampu mata kuliah kalkulus integral di UIN Antasari Banjarmasin menunjukkan bahwa dalam proses pembelajaran sebagian mahasiswa ada yang mengalami kesulitan dalam memahami serta soal-soal yang diberikan pada materi kalkulus integral karena materinya yang abstrak dan adanya beberapa materi yang belum dikuasai sebelumnya terkait materi prasyarat. Berdasarkan hasil observasi

menunjukkan faktor lain yang menjadi hambatan dalam proses pembelajaran di dalam kelas adalah ketergantungan mahasiswa pada pembelajaran di kelas dengan inisiatif belajar mandiri yang minim. Banyak mahasiswa hanya mengandalkan materi yang diberikan dosen dan tidak berusaha mencari atau mengembangkan sumber belajar sendiri, seperti buku, jurnal, atau referensi tambahan. Meskipun sebagian mahasiswa berusaha belajar mandiri melalui platform online, seringkali materi yang mereka dapatkan tidak sepenuhnya akurat. Ketika dikoreksi oleh dosen, terungkap bahwa terdapat kesalahan dalam konten pembelajaran tersebut akibat kurangnya kredibilitas pengajar di platform digital. Hal ini menimbulkan keraguan bagi mahasiswa terhadap keandalan sumber belajar online, sehingga mereka cenderung kembali bergantung sepenuhnya pada materi yang diberikan oleh dosen di kelas. Mahasiswa juga kerap merasa kesulitan saat belajar mandiri menggunakan buku ajar, terutama ketika menghadapi materi yang tidak dipahami. Baik dalam pembelajaran mandiri maupun online, tidak adanya respons instan terhadap pertanyaan atau kesulitan yang muncul menjadi kendala utama. Hal ini seringkali menghambat pemahaman dan menurunkan motivasi belajar. Platform jika berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan dosen pengampu mata kuliah kalkulus integral, dapat disimpulkan bahwa permasalahan utama yang dihadapi mahasiswa terletak pada lemahnya pemahaman konseptual dan penyelesaian soal-soal terhadap materi kalkulus integral maupun materi prasyarat yang menjadi dasar pembelajaran kalkulus integral, dan kebutuhan akan sumber belajar tambahan yang terjamin kredibilitasnya, serta adanya respon instan terkait materi yang tidak dipahami mahasiswa khususnya untuk materi kalkulus integral.

Berdasarkan analisis di atas, diperlukan sumber belajar yang mampu mendukung mahasiswa dalam meningkatkan pemahaman mereka tentang materi kalkulus integral, dengan menggunakan konten yang terbukti kredibilitasnya. Mengacu pada isu yang telah disebutkan, peneliti akan merancang modul pendidikan yang didukung oleh kecerdasan buatan mengenai kalkulus integral. Dengan adanya sumber belajar yang akan dikembangkan, diharapkan dapat memfasilitasi mahasiswa untuk belajar secara mandiri serta menjadi solusi atas permasalahan yang dihadapi oleh mereka. Perkembangan pesat *artificial intelligence* dalam berbagai media dan platform pembelajaran menuntut integrasinya dalam pengembangan bahan ajar inovatif, guna menciptakan sistem pembelajaran yang adaptif, relevan, dan responsif terhadap kebutuhan era digital. Oleh sebab itu, pemanfaatan modul ajar yang didukung oleh kecerdasan buatan pada topik kalkulus integral sangat penting untuk memenuhi sasaran pembelajaran mahasiswa.

b. Analisis Mahasiswa (Learner Analysis)

Modul ajar yang dirancang oleh peneliti harus mempertimbangkan sifat-sifat mahasiswa yang akan menjadi objek dalam penelitian dan pengembangan modul ajar. pengamatan terhadap mahasiswa yang dilakukan oleh peneliti adalah mahasiswa UIN Antasari Banjarmasin yang telah menyelesaikan mata kuliah kalkulus integral

Hasil wawancara yang dilakukan peneliti kepada dosen pengampu kalkulus integral di UIN Antasari Banjarmasin mengenai karakteristik peserta didik dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Beberapa mahasiswa mengalami hambatan ketika mengolah permasalahan kalkulus integral yang diberikan.
- 2) Beberapa mahasiswa mengalami kendala dalam proses penyerapan materi integral kalkulus.
- 3) Mahasiswa kesulitan mencari sumber belajar yang terjamin kredibilitasnya serta memiliki.
- 4) Mahasiswa memerlukan bahan ajar yang bisa memberikan respon instan terkait persoalan yang tidak dipahami dalam pembelajaran kalkulus integral.

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan, peneliti dapat menawarkan alternatif dengan menciptakan modul pembelajaran yang didukung oleh *artificial intelligence* pada materi kalkulus integral.

c. Analisis Konsep (*Concept Analysis*)

Pada tahap ini, peneliti melakukan pemetaan hierarkis materi kalkulus integral berdasarkan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) Program Studi Pendidikan Matematika UIN Antasari Banjarmasin. Analisis difokuskan pada:

1) Struktur Keilmuan

Mengidentifikasi hubungan prasyarat antar konsep:

- a) *Prerequisite*: Pemahaman turunan fungsi (diferensial) sebagai fondasi
 - b) *Core Concept*: Relasi invers antara turunan dan integral
 - c) Hierarki Materi: Integral tak tentu → Integral tertentu → Teknik integrasi
→ Aplikasi fungsi transenden
- 2) Mengkategorikan materi berdasarkan tingkat abstraksi:
 - a) Konsep Konkret: Perhitungan integral dasar (polinomial)

- b) Konsep Abstrak: Limit jumlah Riemann, teorema dasar kalkulus
- c) Koneksi Matematis: Integrasi fungsi logaritma/eksponen sebagai perluasan prinsip antiturunan

d. Analisis Tugas (*Task Analysis*)

Langkah-langkah dalam menetapkan tugas dimulai dengan perencanaan konten melalui analisis konseptual yang mendalam, yang menghasilkan fokus pembelajaran pada materi kalkulus integral sebagai tema utama. Materi ini kemudian dikembangkan menjadi bahan ajar teks yang disesuaikan dengan tingkat pemahaman dan kebutuhan mahasiswa, baik dalam penyajian materi maupun penyusunan bank soal bertingkat. Bahan ajar ini mengintegrasikan kecerdasan buatan *Artificial Intelligence* (AI) sebagai alat bantu penyelesaian soal namun penyelesaian soal ini hanya sekedar versi lain dari penyelesaian yang telah dikerjakan secara manual, yang dirancang tidak hanya untuk memberikan solusi tetapi juga memperluas wawasan mahasiswa dalam menganalisis berbagai variasi permasalahan matematika. Melalui pendekatan ini, diharapkan terjadi peningkatan signifikan dalam pemahaman konseptual mahasiswa terhadap prinsip-prinsip integral kalkulus sekaligus pengembangan kemampuan berpikir kritis melalui interaksi dengan teknologi pembelajaran.

e. Penyusunan Indikator (*Specyfing Instructional Objectives*)

Penyusunan sasaran pembelajaran atau indikator untuk mencapai hasil belajar disusun sesuai dengan indikator Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) yang terdapat dalam materi ajar. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) bisa dibagi menjadi satu topik utama dan beberapa subtopik. Materi yang

ditawarkan dalam modul ajar harus sejajar dengan sasaran pembelajaran dari bahan tersebut. Rincian indikator pembelajaran modul ajar dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.1 Tujuan Pembelajaran

No	Tujuan Pembelajaran
1	Mahasiswa dapat menggunakan sifat-sifat integral tak tentu dalam menyelesaikan soal yang diberikan.
2	Mahasiswa dapat menggunakan sifat-sifat integral tertentu dalam menyelesaikan soal yang diberikan.
3	Mahasiswa dapat menggunakan sifat-sifat integral tertentu dalam menyelesaikan soal yang diberikan.
4	Mahasiswa dapat memahami konsep turunan fungsi logaritma serta terampil menerapkannya.
5	Mahasiswa dapat memahami konsep integral dari fungsi logaritma serta terampil menerapkannya.
6	Mahasiswa dapat memahami turunan fungsi eksponen serta terampil menerapkannya.
7	Mahasiswa dapat memahami konsep integral fungsi eksponen serta terampil menerapkannya.
8	Mahasiswa dapat menyelesaikan soal integral dengan menggunakan teknik integral.

2. Fase Perencanaan (*Design*)

Di fase perencanaan, peneliti merancang acuan atau dasar dalam pengembangan materi pembelajaran.

a. Pemilihan Bahan Ajar

Pemilihan media penyajian konten pembelajaran dilakukan dengan mempertimbangkan relevansi dan efektivitasnya. Dalam penelitian ini, penulis mengembangkan modul ajar kalkulus integral berbantuan *artificial intelligence* sebagai solusi inovatif yang responsif terhadap dinamika pendidikan saat ini.

Adapun yang menjadi sasaran dan penelitian adalah mahasiswa UIN Antasari Banjarmasin jurusan pendidikan matematik yang telah mengambil mata kuliah kalkulus integral. Sumber Rujukan yang digunakan oleh penulis diambil dari berbagai buku, di antaranya:

- 1) Nikmah S. J., dkk, Integral Fungsi Rasional Dengan Pecahan Parsial, Universitas Islam Hidayatullah 2015.
- 2) Subandi, A, Kalkulus Turunan dan Integral, Informatika Bandung 2023.
- 3) Rizki N. A., Kalkulus II. Universitas Mulawarman 2018.
- 4) Purcel dkk. *Kalkulus Edisi 9*. Jakarta: Erlangga 2010

b. Pemilihan Format Penulisan

- 1) Kombinasi huruf Times New Roman (ukuran 12/25/50) dan Cambria Math (ukuran 12).
- 2) Jarak antarbaris 1,5 spasi untuk optimasi keterbacaan teks.
- 3) Penyajian judul, subjudul, dan konten teks secara seimbang.
- 4) Materi diurutkan secara sistematis berdasarkan prinsip matematika.

- 5) Menggunakan palet warna menarik, gambar latar belakang, dan tipografi estetik.

c. Penulisan Naskah Modul

- 1) Judul yang digunakan pada bahan ajar adalah “ Kalkulus Integral \int ”.
- 2) Rancangan bahan ajar meliputi sampul, kata pengantar, datar isi, capaian pembelajaran mata kuliah, pendahuluan, materi, contoh soal dan penyelesaian soal versi ChatGPT, serta soal latihan.
- 3) Pada bagian pendahuluan terdapat penjelasan singkat mengenai materi yang akan dipelajari.
- 4) Pada bagian materi terdapat penjelasan materi yang akan dipelajari serta contoh soal dan penyelesaian soal versi ChatGPT.
- 5) Pada bagian soal latihan terdapat soal-soal yang akan menguji tingkat pemahaman dan penguasaan materi kalkulus integral yang dimiliki mahasiswa.

3. Fase Pengembangan (*Development*)

a. Validasi Ahli

Untuk menilai kelayakan modul ajar ini, maka materi yang telah disusun kemudian menjalani evaluasi oleh para ahli, yaitu evaluasi ahli I, evaluasi ahli II, dan evaluasi ahli III sebagai berikut.

1) Validasi Ahli I

Validasi ahli I dilakukan oleh satu orang ahli yaitu Bapak Muhammad Amin Paris, S.Pd, M.Si selaku dosen pendidikan matematika. Aspek penilaian oleh validator ahli I meliputi kelayakan isi, kebahasaan, sajian, dan kegrafikan.

Berdasarkan hasil perhitungan analisis data pada modul ajar yang telah divalidasi oleh validator ahli I dalam aspek kelayakan isi memperoleh skor rerata 4,2 dalam kategori “Layak”, kebahasaan 4,75 dalam kategori “Sangat Layak”, penyajian 4,67 dalam kategori “Sangat Layak”, dan kegrafikan 4,25 dalam kategori “Sangat Layak”.

Berdasarkan perhitungan data, diperoleh rerata skor 4,43. Nilai ini melampaui batas minimum lebih dari 4,2 sehingga tergolong “sangat layak” menurut klasifikasi kelayakan pada Tabel 3.2.

Adapun saran dan perbaikan yang perlu dilakukan, yaitu:

- a) Urutan materi perlu disesuaikan dengan sumber atau buku referensi.
- b) Tambahkan grafik pada pembahasan dan soal yang diberikan.

2) Validasi Ahli II

Validasi ahli II dilakukan oleh satu orang ahli yaitu Ibu Mayang Gadih Ranti, S.Si, M.Pd selaku dosen pendidikan matematika. Aspek penilaian oleh validator ahli II meliputi kelayakan isi, kebahasaan, sajian, dan kegrafikan.

Berdasarkan hasil perhitungan analisis data pada modul ajar yang telah divalidasi oleh validator ahli II dalam aspek kelayakan isi memperoleh skor rerata 4 dalam kategori “Layak”, kebahasaan 3,75 dalam kategori “Layak”, penyajian 4 dalam kategori “Layak”, dan kegrafikan 3,5 dalam kategori “Layak”.

Berdasarkan perhitungan data, diperoleh rerata skor 3,81. Nilai ini berada diantara batas minimum lebih dari 3,4-4,2 sehingga tergolong “layak” menurut klasifikasi kelayakan pada Tabel 3.2.

Adapun saran dan perbaikan yang perlu dilakukan, yaitu:

- a) Pada bagian contoh soal untuk penyelesaian secara manualnya lebih diperinci, sedangkan pada bagian penyelesaian dengan ChatGPT hanyalah untuk perbandingan jawaban.
- b) Tambahkan catatan bahwa ChatGPT hanyalah alat bantu, bukan sebagai cara utama untuk mendapatkan jawaban melainkan hanya sebagai perbandingan jawaban yang telah diselesaikan dengan cara manual menggunakan definisi atau teorema terkait kalkulus integral.
- c) Layout dan tata letak disesuaikan lagi.

3) Validasi Ahli III

Validasi ahli III dilakukan oleh satu orang ahli yaitu Ibu Risna, S.Pd.I selaku guru matematika di MAN 3 Tabalong. Aspek penilaian oleh validator ahli III meliputi kelayakan isi, kebahasaan, sajian, dan kegrafikan.

Berdasarkan hasil perhitungan analisis data pada modul ajar yang telah divalidasi oleh validator ahli III dalam aspek kelayakan isi memperoleh skor rerata 5 dalam kategori “Sangat Layak”, kebahasaan 4,75 dalam kategori “Sangat Layak”, penyajian 5 dalam kategori “Sangat Layak”, dan kegrafikan 5 dalam kategori “Sangat Layak”.

Berdasarkan perhitungan data, diperoleh rerata skor 4,93. Nilai ini melampaui batas minimum lebih dari 4,2 sehingga tergolong “Sangat layak” menurut klasifikasi kelayakan pada Tabel 3.2.

Adapun saran dan perbaikan yang perlu dilakukan, yaitu:

- a) Secara umum sudah sangat baik, namun materi pada BAB I perlu dijelaskan lebih detail.

- b) Penulisan keterbacaan secara umum juga sudah sangat baik, hanya saja ada pemenggalan tulisan yang terputus ke bawah karena pengaturan penulisan.
- c) Terdapat kesalahan penulisan benda putar menjadi benda putra.

Setelah dilakukannya uji validasi oleh para validator maka dapat disimpulkan bahwa skor penilaian dari uji validasi ahli I ialah 4,43 dari skor maksimal lebih dari 4,2, uji validasi ahli II ialah 3,81 dari skor maksimal lebih dari 4,2, dan uji validasi ahli III ialah 4,93 dari skor maksimal lebih dari 4,2. Selanjutnya peneliti menentukan nilai rerata dari tiga skor penilaian uji validasi ahli I, II dan III, yang mendapatkan skor penilaian 4,39 dari skor maksimal lebih dari 4,2, Berdasarkan Tabel 3.2, capaian ini termasuk kategori 'sangat layak' dalam skala kelayakan.

b. Uji Coba Pengembangan

Usai modul ajar mendapatkan validasi dari para pakar dan dinyatakan siap untuk digunakan, langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba terhadap mahasiswa untuk menerima umpan balik sebagai pengguna modul tersebut. Prosedurnya melibatkan peneliti yang membagikan tautan materi yang akan dipakai serta kuesioner kepada mahasiswa melalui *Google Form*, yang mencakup aspek penilaian terhadap materi pembelajaran. Kuesioner untuk penilaian materi terdiri dari 16 item penilaian dengan rentang skor 1-4. Nilai yang diperoleh dari kuesioner kemudian dirata-ratakan menjadi skor penilaian dalam rentang 1-4.

Berdasarkan hasil perhitungan analisis data angket respon yang dibagikan dan telah diisi oleh 23 mahasiswa UIN Antasari Banjarmasin jurusan matematika

yang telah mengambil mata kuliah kalkulus integral, hasil analisis menunjukkan rerata skor aspek ketertarikan 3.39 dalam kategori “sangat baik”, aspek materi 3.42 dalam kategori “sangat baik”, dan aspek bahasa 3.52 dalam kategori “sangat baik”.

Berdasarkan nilai rerata 3 aspek penilaian diatas, didapatkan hasil nilai rerata seluruh aspek yaitu 3,44 dari skor maksimal 4, Berdasarkan Tabel 3.4, capaian ini termasuk kategori 'sangat menarik' dalam skala penilaian.

B. Kajian Produk

1. Hasil Revisi Modul

Penyempurnaan modul didasarkan pada masukan korektif dan rekomendasi perbaikan yang disampaikan validator selama proses evaluasi kualitas modul ajar kalkulus integral berbantuan *artificial intelligence*.

Hasil revisi modul berdasarkan saran validasi ahli I, II, dan III disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4.2 Revisi Produk Validasi Ahli I

Urutan materi perlu disesuaikan dengan sumber atau buku referensi.
Sebelum Revisi

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
CAPALAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH	iii
BAB I INTEGRAL TAK TENTU	1
BAB II INTEGRAL TERTENTU	6
BAB III INTEGRAL PARSIAL	43
BAB IV TURUNAN FUNGSI LOGARITMA ASLI	18
BAB V TURUNAN EKSPONENSIAL	34
BAB VI TEOREMA DASAR KALKULUS	12
BAB VII INTEGRAL LOGARITMA ASLI	24
BAB VIII INTEGRAL EKSPONENSIAL	38
BAB IX INTEGRAL FUNGSI TRIGONOMETRI DAN SUBSTITUSI TRIGONOMETRI	49
BAB X PENGINTEGRALAN FUNGSI RASIONAL DENGAN PECAHAN PARSIAL, SINUS DAN COSINUS	55
BAB XI INTEGRAL DENGAN SUBSTITUSI, NUMERIK DAN TEOREMA L'HOSPITAL	61
BAB XII DAERAH DATAR YANG DIBATASI KURVA-KURVA DAN VOLUME BENDA	68
BAB XIII PANJANG KURVA PADA SUATU GRAFIK FUNGSI, LUAS SELIMUT BENDA, TITIK BIDANG DATAR DAN BENDA	76
DAFTAR PUSTAKA	84

Sesudah Revisi

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
CAPALAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH	iii
BAB I INTEGRAL TAK TENTU	1
BAB II INTEGRAL TERTENTU	6
BAB III TEOREMA DASAR KALKULUS	12
BAB IV TURUNAN FUNGSI LOGARITMA ASLI	18
BAB V INTEGRAL LOGARITMA ASLI	24
BAB VI TURUNAN EKSPONENSIAL	34
BAB VII INTEGRAL EKSPONENSIAL	38
BAB VIII INTEGRAL PARSIAL	43
BAB IX INTEGRAL FUNGSI TRIGONOMETRI DAN SUBSTITUSI TRIGONOMETRI	49
BAB X PENGINTEGRALAN FUNGSI RASIONAL DENGAN PECAHAN PARSIAL, SINUS DAN COSINUS	55
BAB XI INTEGRAL DENGAN SUBSTITUSI, NUMERIK DAN TEOREMA L'HOSPITAL	61
BAB XII DAERAH DATAR YANG DIBATASI KURVA-KURVA DAN VOLUME BENDA	68
BAB XIII PANJANG KURVA PADA SUATU GRAFIK FUNGSI, LUAS SELIMUT BENDA, TITIK BIDANG DATAR DAN BENDA	76
DAFTAR PUSTAKA	84

Tambahkan Grafik pada pembahasan dan soal yang diberikan.

Sebelum Revisi

A. Pendahuluan

Integral menjadi salah satu cara untuk menghitung luas daerah datar yang dibatasi kurva dan volume benda. Dengan integral tertentu, luas daerah dapat ditentukan melalui selisih fungsi "atas" dan "bawah" pada interval tertentu. Sementara itu, volume benda dihasilkan dari rotasi kurva atau penampang lintang, menggunakan metode seperti *disk*, *washer*, atau *shell*.

B. Luas Daerah Bidang Datar

Jika $f(x)$ kontinu dan tak negative pada $a \leq x \leq b$. Maka luas daerah yang dibatasi oleh grafik $y = f(x)$ dan $y = 0$ pada interval $a \leq x \leq b$ adalah:

$$\text{Area} = A = \int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$$

Dengan: $\frac{dF(x)}{dx} = f(x)$

C. Daerah di Antara Dua Kurva

$$\text{Area} = A = \int_a^b [f(x) - g(x)] dx$$

Contoh Soal:

Hitunglah luas daerah yang dibatasi kurva!

- Tentukan luas daerah R yang dibatasi kurva $y = x^4 - 2x^3 + 3$ dan sumbu- x di antara $x = -1$ dan $x = 2$.

Jawab:

$$\text{Luas} = \int_{-1}^2 (x^4 - 2x^3 + 3) dx$$

- a. Integral x^4 :

$$\int x^4 dx = \frac{x^5}{5}$$

- b. Integral $-2x^3$:

$$\int -2x^3 dx = -\frac{2x^4}{4} = -\frac{x^4}{2}$$

- c. Integral 3:

Sesudah Revisi

A. Pendahuluan

Integral menjadi salah satu cara untuk menghitung luas daerah datar yang dibatasi kurva dan volume benda. Dengan integral tertentu, luas daerah dapat ditentukan melalui selisih fungsi "atas" dan "bawah" pada interval tertentu. Sementara itu, volume benda dihasilkan dari rotasi kurva atau penampang lintang, menggunakan metode seperti *disk*, *washer*, atau *shell*.

B. Luas Daerah Bidang Datar

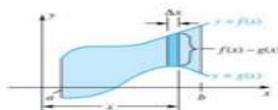
Jika $f(x)$ kontinu dan tak negative pada $a \leq x \leq b$. Maka luas daerah yang dibatasi oleh grafik $y = f(x)$ dan $y = 0$ pada interval $a \leq x \leq b$ adalah:



$$\text{Area} = A = \int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$$

Dengan: $\frac{dF(x)}{dx} = f(x)$

C. Daerah di Antara Dua Kurva



Tabel 4.3 Revisi Produk Validasi Ahli II

Pada bagian contoh soal untuk penyelesaian secara manualnya lebih diperinci sedangkan pada bagian penyelesaiannya dengan ChatGPT hanyalah untuk perbandingan jawaban.

Sebelum Revisi

Contoh Soal
 Dengan menggunakan aturan substitusi, numerik, dan teorema L'hospital tentukan:

- $\int 2x \cos(x^2) dx$
 Misalkan $u = x^2$, maka $du = 2x dx$. Integral menjadi:
 $\Rightarrow \int \cos(u) du = \sin(u) + C = \sin(x^2) + C$, dimana C adalah sebarang konstanta. (Jawaban benar)
- $\int \frac{3x^2+4x}{x^2+2x+5} dx$
 Misalkan $u = x^2 + 2x + 5$, maka $du = (2x + 2) dx$. Integral menjadi:
 $\Rightarrow \int \frac{1}{u} du = \ln|u| + C = \ln|x^2 + 2x + 5| + C$, dimana C adalah sebarang konstanta. (Jawaban benar)
- $\int_0^2 x^2 dx$
 Gunakan aturan trapezium dengan $n = 2$ untuk mengaproksimasi.
 Lebar subinterval $h = \frac{2-0}{2} = 1$. Titik: $x_0 = 0, x_1 = 1, x_2 = 2$.
 \Rightarrow Aproksimasi $= \frac{1}{2} [f(0) + 2f(1) + f(2)] = \frac{1}{2} [0 + 2(1) + 4] = 3$. (Jawaban benar)
- $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{2x}-1}{x}$
 Bentuk $\frac{0}{0}$. Turunkan pembilang dan penyebut:
 $\Rightarrow \lim_{x \rightarrow 0} \frac{2e^{2x}}{1} = 2$. (Jawaban benar)

F. Penyelesaian Contoh Soal Menggunakan Chat GPT:

*Catatan: Penggunaan Chat GPT hanya sebatas alat bantu untuk memudahkan mengoreksi hasil jawaban yang telah dikerjakan secara manual.
 Keyword yang digunakan dalam Chat GPT ialah "Buatkan penyelesaian soal integral (Soal) dengan menggunakan substitusi, numerik, atau teorema L'hospital".*

Sesudah Revisi

Contoh Soal

Dengan menggunakan aturan substitusi, numerik, dan teorema L'Hospital tentukan:

1. $\int 2x \cos(x^2) dx$

Jawab:

a. Substitusi variabel:

Misalkan $u = x^2$, maka $du = 2x dx \rightarrow 2x dx = du$.

Integral menjadi:

$$\int \cos(u) du$$

b. Integrasi:

Integral $\cos(u)$ terhadap u adalah $\sin(u) + C$.

c. Substitusi balik:

Kembalikan $u = x^2$:

$$\sin(x^2) + C.$$

d. Hasil akhir:

$$\int 2x \cos(x^2) dx = \sin(x^2) + C.$$

Dimana C adalah sebarang konstanta.

2. $\int \frac{3x^2+4x}{x^3+2x^2+5} dx$

Jawab:

a. Substitusi variabel:

Misalkan $u = x^3 + 2x^2 + 5$, maka $du = (3x^2 + 4x) dx$.

Integral menjadi:

$$\int \frac{1}{u} du$$

b. Integrasi:

Integral $\frac{1}{u} du$ adalah $\ln|u| + C$.

c. Substitusi balik:

Kembalikan $u = x^3 + 2x^2 + 5$:

$$\ln|x^3 + 2x^2 + 5| + C.$$

Tambahkan catatan bahwa ChatGPT hanyalah alat bantu, bukan sebagai cara utama untuk mendapatkan jawaban melainkan hanya sebagai perbandingan jawaban yang telah diselesaikan dengan cara manual menggunakan definisi atau teorema terkait kalkulus integral.

Sebelum Revisi

D. Penyelesaian Contoh Soal Menggunakan Chat GPT:

1. $\int \sin 2x \, dx \Rightarrow \int \sin 2x \, dx = \frac{1}{2} \int \sin 2x \, dx = -\frac{1}{2} \cos 2x + C$, dimana C adalah sebarang konstanta.
2. $\int \sec^2 3x \, dx \Rightarrow \frac{1}{3} \int \sec^2 3x \, dx = \frac{1}{3} \tan 3x + C$, dimana C adalah sebarang konstanta.
3. $\int \sin x \cos x \, dx \Rightarrow \int \sin x \cos x \, dx = \frac{1}{2} \sin^2 x + C$, dimana C adalah sebarang konstanta.
4. $\int \tan x \sec^2 x \, dx \Rightarrow \int \tan x \sec^2 x \, dx = \frac{1}{2} \tan^2 x + C$, dimana C adalah sebarang konstanta.

SOAL LATIHAN

Tentukan penyelesaian soal dibawah ini menggunakan integral fungsi trigonometri:

1. $\int \frac{1}{\sqrt{4-x^2}} \, dx$
2. $\int \frac{x^2}{\sqrt{4-x^2}} \, dx$

Sesudah Revisi

D. Penyelesaian Contoh Soal Menggunakan Chat GPT:

Catatan: Penggunaan Chat GPT hanya sebatas alat bantu untuk memudahkan mengoreksi hasil jawaban yang telah dikerjakan secara manual.

Keywords yang digunakan dalam Chat GPT ialah "Buatkan penyelesaian soal integral fungsi atau substitusi trigonometri (Soal)".

1. $\int \sin 2x \, dx \Rightarrow \int \sin 2x \, dx = \frac{1}{2} \int \sin 2x \, dx = -\frac{1}{2} \cos 2x + C$, dimana C adalah sebarang konstanta.
2. $\int \sec^2 3x \, dx \Rightarrow \frac{1}{3} \int \sec^2 3x \, dx = \frac{1}{3} \tan 3x + C$, dimana C adalah sebarang konstanta.
3. $\int \sin x \cos x \, dx \Rightarrow \int \sin x \cos x \, dx = \frac{1}{2} \sin^2 x + C$, dimana C adalah sebarang konstanta.
4. $\int \tan x \sec^2 x \, dx \Rightarrow \int \tan x \sec^2 x \, dx = \frac{1}{2} \tan^2 x + C$, dimana C adalah sebarang konstanta.

SOAL LATIHAN

Tentukan penyelesaian soal dibawah ini menggunakan integral fungsi trigonometri:

1. $\int \frac{1}{\sqrt{4-x^2}} \, dx$
2. $\int \frac{x^2}{\sqrt{4-x^2}} \, dx$



Layout dan tata letak disesuaikan lagi.

Sebelum Revisi

4. $\int x \sin x$

Jawab:

a. Pilih u dan dv :

$$u = x \Rightarrow du = dx,$$

$$dv = \sin x \, dx \Rightarrow v = -\cos x.$$

b. Terapkan rumus integral parsial:

$$\int u \, dv = uv - \int v \, du.$$

Substitusi nilai u , v dan du :

$$\int x \sin x \, dx = -x \cos x - \int (-\cos x) \, dx = -x \cos x + \int \cos x \, dx.$$

c. Selesaikan integral baru:

$$\int \cos x \, dx = \sin x + C.$$

d. Hasil akhir:

$$\int x \sin x \, dx = -x \cos x + \sin x + C.$$

Dimana C adalah sebarang konstanta.

C. Penyelesaian Contoh Soal Menggunakan Chat GPT:

Catatan: Penggunaan Chat GPT hanya sebatas alat bantu untuk memudahkan mengoreksi hasil jawaban yang telah dikerjakan secara manual.

Keywords yang digunakan dalam Chat GPT ialah "Buatkan penyelesaian soal integral parsial (Soal)".

1. $\int x e^x \, dx \Rightarrow \int x e^x \, dx = x e^x - e^x + C = e^x(x - 1) + C$, dimana C adalah sebarang konstanta.

2. $\int x \cos x \, dx \Rightarrow \int x \cos x \, dx = x \sin x + \cos x + C$, dimana C adalah sebarang konstanta.

3. $\int \ln x \, dx \Rightarrow \int \ln x \, dx = x \ln x - x + C$, dimana C adalah sebarang konstanta.

Sesudah Revisi

4. $\int x \sin x$

Jawab:

a. Pilih u dan dv :

$$u = x \Rightarrow du = dx,$$

$$dv = \sin x \, dx \Rightarrow v = -\cos x.$$

b. Terapkan rumus integral parsial:

$$\int u \, dv = uv - \int v \, du.$$

Substitusi nilai u , v dan du :

$$\int x \sin x \, dx = -x \cos x - \int (-\cos x) \, dx = -x \cos x + \int \cos x \, dx.$$

c. Selesaikan integral baru:

$$\int \cos x \, dx = \sin x + C.$$

d. Hasil akhir:

$$\int x \sin x \, dx = -x \cos x + \sin x + C.$$

Dimana C adalah sebarang konstanta.

C. Penyelesaian Contoh Soal Menggunakan Chat GPT:

Catatan: Penggunaan Chat GPT hanya sebatas alat bantu untuk memudahkan mengoreksi hasil jawaban yang telah dikerjakan secara manual.

Keywords yang digunakan dalam Chat GPT ialah "Buatkan penyelesaian soal integral parsial (Soal)".

1. $\int x e^x \, dx \Rightarrow \int x e^x \, dx = x e^x - e^x + C = e^x(x - 1) + C$, dimana C adalah sebarang konstanta.

2. $\int x \cos x \, dx \Rightarrow \int x \cos x \, dx = x \sin x + \cos x + C$, dimana C adalah sebarang konstanta.

3. $\int \ln x \, dx \Rightarrow \int \ln x \, dx = x \ln x - x + C$, dimana C adalah sebarang konstanta.

Tabel 4.4 Revisi Produk Validasi Ahli III

Secara umum sudah sangat baik, namun materi pada BAB I perlu dijelaskan lebih detail.

Sebelum Revisi

A. Pendahuluan

Integral tak tentu adalah salah satu konsep dasar dalam kalkulus yang berkaitan dengan proses menemukan fungsi asal (antiturunan) dari suatu fungsi yang diberikan.

B. Integral Tak Tentu

Dalam proses perhitungan, integral tak tentu memiliki beberapa sifat yang bisa dimanfaatkan untuk mempermudah penyelesaian, seperti:

1. $\int k \cdot f(x) dx = k \int f(x) dx$
2. $\int [f(x) + g(x)] dx = \int f(x) + g(x) dx$
3. $\int [f(x) - g(x)] dx = \int f(x) - g(x) dx$
4. $\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C$
5. $\int \sin x dx = -\cos x + C$
6. $\int \cos x dx = \sin x + C$
7. $\int \sec^2 x dx = \tan x + C$
8. $\int \csc^2 x dx = -\cot x + C$
9. $\int \tan x \sec x dx = \sec x + C$
10. $\int \cot x \csc x dx = -\csc x + C$
11. $\int f(g(x))g'(x) dx = \int f(u) du$ (metode substitusi)

Berikut ini disajikan beberapa contoh yang menunjukkan cara mengerjakan integral tak tentu dengan menggunakan sifat diatas.

Contoh Soal 1

1. Tentukan penyelesaian integral tak tentu dibawah ini:

$$\int x dx$$

Jawab:

Rumus; $x^n = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C$, untuk $n \neq -1$.
 maka $n = 1$, sehingga:

Sesudah Revisi

A. Pendahuluan

Integral tak tentu adalah salah satu konsep dasar dalam kalkulus yang berkaitan dengan proses menemukan fungsi asal (antiturunan) dari suatu fungsi yang diberikan.

B. Integral Tak Tentu

Secara umum jika $F(x) = x^2 + c$, dengan $c \in \mathbb{R}$, berlaku $F'(x) = 2x$. Jika diketahui bahwa $F'(x) = 2x$, maka dapat ditentukan bahwa anti turunannya ialah $F(x) = x^2 + c$. Dapat diketahui bahwa fungsi F disebut anti turunan dari fungsi f , dinotasikan $A(f)$ atau $\int f(x) dx$ bila, $F'(x) = f(x)$.

Dalam proses perhitungan, integral tak tentu memiliki beberapa sifat yang bisa dimanfaatkan untuk mempermudah penyelesaian, seperti:

1. $\int k \cdot f(x) dx = k \int f(x) dx$
2. $\int [f(x) + g(x)] dx = \int f(x) + g(x) dx$
3. $\int [f(x) - g(x)] dx = \int f(x) - g(x) dx$
4. $\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C$
5. $\int \sin x dx = -\cos x + C$
6. $\int \cos x dx = \sin x + C$
7. $\int \sec^2 x dx = \tan x + C$
8. $\int \csc^2 x dx = -\cot x + C$
9. $\int \tan x \sec x dx = \sec x + C$
10. $\int \cot x \csc x dx = -\csc x + C$
11. $\int f(g(x))g'(x) dx = \int f(u) du$ (metode substitusi)

Berikut ini disajikan beberapa contoh yang menunjukkan cara mengerjakan integral tak tentu dengan menggunakan sifat diatas.

Contoh Soal 1

1. Tentukan penyelesaian integral tak tentu dibawah ini:

Penulisan keterbacaan secara umum juga sudah sangat baik, hanya saja ada pemenggalan tulisan yang terputus ke bawah karena pengaturan penulisan.

Sebelum Revisi

- a. Mencari titik potong kedua kurva:

Untuk menemukan batas integral, perlu mencari titik kedua kurva dengan menyamakan y :

$$\begin{aligned}x^4 &= 2x - x^2 \\x^4 + x^2 - 2x &= 0 \\x(x^3 + x - 2) &= 0\end{aligned}$$

Maka:

- 1) $x = 0$
- 2) $x^3 + x - 2 = 0 \rightarrow$ coba $x = 1$
 $1 + 1 - 2 = 0 \rightarrow x = 1$ adalah akar.

Jadi, titik potong di $x = 0$ dan $x = 1$.

- b. Tentukan kurva atas dan kurva bawah

Misal $x = 0,5$:

$$\begin{aligned}y &= (0,5)^4 = 0,0625 \\y &= 2(0,5) - (0,5)^2 = 0,75 \\&\rightarrow 2x - x^2 > x^4 \text{ di } [0,1].\end{aligned}$$

Jadi, $y_{\text{atas}} = 2x - x^2$ dan $y_{\text{bawah}} = x^4$.

- c. Hitung Integral

$$\begin{aligned}L_{\text{luas}} &= \int_0^1 (2x - x^2) - x^4 dx = \int_0^1 2x \\&- x^2 - x^4 dx = \left[x^2 - \frac{x^3}{3} - \frac{x^5}{5} \right]_0^1 = \left(1 - \frac{1}{3} - \frac{1}{5} \right) - 0 = \frac{15}{15} - \frac{5}{15} - \frac{3}{15} \\&= \frac{7}{15} \text{ satuan luas}\end{aligned}$$

D. Penyelesaian Contoh Soal Menggunakan Chat GPT:

Catatan: Penggunaan Chat GPT hanya sebatas alat bantu untuk memudahkan mengecek hasil jawaban yang telah dikerjakan secara manual.

Keywords yang digunakan dalam Chat GPT ialah "Buatkan penyelesaian soal luas daerah yang dibatasi kurva (Soal)".

Sesudah Revisi

<p>a. Mencari titik potong kedua kurva: Untuk menentukan batas integral, perlu mencari titik kedua kurva dengan menyamakan y:</p> $x^4 = 2x - x^2$ $x^4 + x^2 - 2x = 0$ $x(x^3 + x - 2) = 0$ <p>Maka:</p> <p>1) $x = 0$</p> <p>2) $x^3 + x - 2 = 0 \rightarrow$ coba $x = 1$ $1 + 1 - 2 = 0 \rightarrow x = 1$ adalah akar. Jadi, titik potong di $x = 0$ dan $x = 1$.</p> <p>b. Tentukan kurva atas dan kurva bawah Misal $x = 0,5$: $y = (0,5)^4 = 0,0625$ $y = 2(0,5) - (0,5)^2 = 0,75$ $\rightarrow 2x - x^2 > x^4$ di $[0,1]$. Jadi, $y_{atas} = 2x - x^2$ dan $y_{bawah} = x^4$.</p> <p>c. Hitung Integral</p> $Luas = \int_0^1 (2x - x^2) - x^4 dx$ $= \int_0^1 2x - x^2 - x^4 dx$ $= \left[x^2 - \frac{x^3}{3} - \frac{x^5}{5} \right]_0^1$ $= \left(1 - \frac{1}{3} - \frac{1}{5} \right) - 0$ $= \frac{15}{15} - \frac{5}{15} - \frac{3}{15} = \frac{7}{15} \text{ satuan luas}$ <p style="text-align: center;">66</p>	
<p>Pada Bab XIII penulisan benda putar tertulis benda putra</p>	
<p>Terdapat kesalahan penulisan benda putar menjadi benda putra.</p>	<p>Penulis menghilangkan pembahasan subbab tersebut, sehingga tidak ada yang perlu diperbaiki.</p>

2. Hasil Penilaian

Berdasarkan temuan dari analisis sebelumnya, modul kalkulus integral meraih rerata skor 4,39 dari validator ahli, melampaui ambang batas lebih dari 4,2. Sementara itu, responden pengguna memberikan nilai rerata 3,44 (skala maksimal 4). Perhitungan rata-rata menghasilkan rerata akhir 3,915 dari skor maksimal 4. Hal ini menegaskan bahwa bahan ajar tersebut tergolong 'Sangat Layak' sebagai media pembelajaran.

3. Produk Akhir

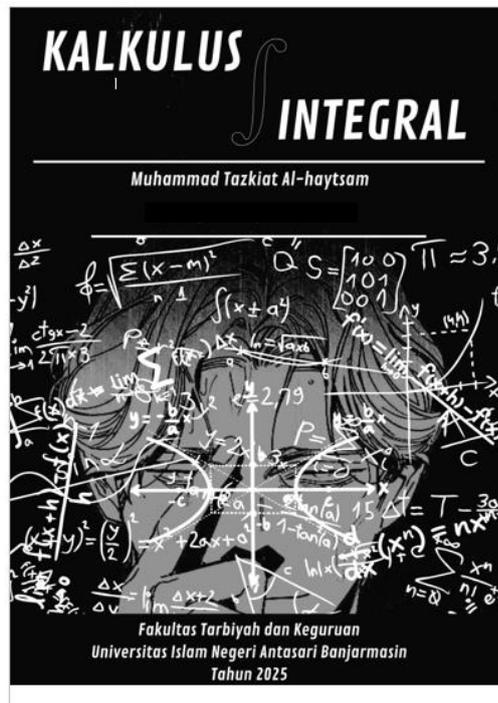
Output dari riset dan pengembangan ini berupa modul ajar kalkulus integral. Proses penyusunan materi ini melibatkan tiga tahap dari model pengembangan 4D (*define, design, and development*). Hasil pembelajaran dari mata kuliah yang telah ditentukan dan tercantum pada modul ajar adalah mahasiswa dapat memahami konsep integral tak tentu sebagai kebalikan (anti) turunan, mahasiswa dapat menggunakan konsep integral tak tentu untuk menyelesaikan problematika yang berkaitan, mahasiswa dapat mencari turunan fungsi logaritma dan fungsi eksponen, mahasiswa dapat menentukan hasil integral dari fungsi logaritma dan fungsi eksponen, mahasiswa dapat menentukan diferensial dan integral fungsi logaritma dan fungsi eksponen untuk menyelesaikan problem yang berkaitan, mahasiswa dapat menyelesaikan bentuk-bentuk integral tertentu dengan teknik integrasi, mahasiswa dapat menghitung limit fungsi bentuk tak tentu, mahasiswa dapat menggunakan konsep-konsep integral untuk menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi.

Adapun yang menjadi sasaran dalam penelitian adalah mahasiswa pendidikan matematika UIN Antasari Banjarmasin yang telah mengambil mata kuliah kalkulus integral. Alasan mengapa mengambil mahasiswa pendidikan matematika UIN Antasari Banjarmasin yang telah mengambil mata kuliah kalkulus integral, dikarenakan mata kuliah yang diambil merupakan mata kuliah jurusan pendidikan matematik semester 2. Sumber materi yang digunakan oleh penulis diambil dari berbagai buku, antara lain:

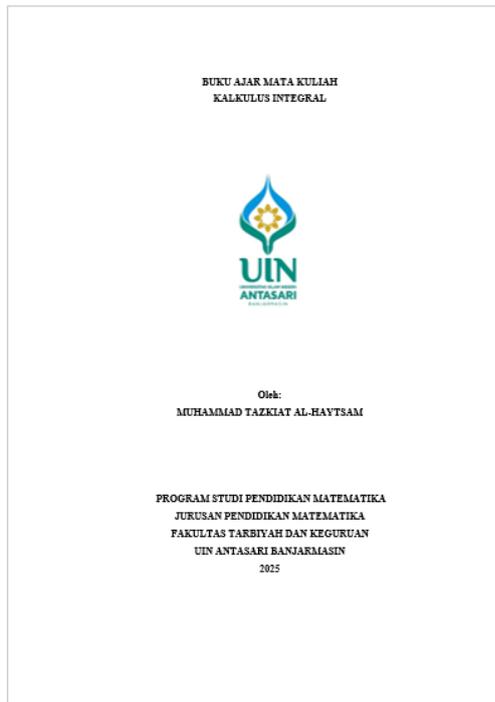
- 1) Nikmah S. J., dkk, Integral Fungsi Rasional Dengan Pecahan Parsial, Universitas Islam Hidayatullah 2015.

- 2) Subandi, A, Kalkulus Turunan dan Integral, Informatika Bandung 2023.
- 3) Rizki N. A., Kalkulus II. Universitas Mulawarman 2018.
- 4) Purcel dkk. *Kalkulus Edisi 9*. Jakarta: Erlangga 2010.

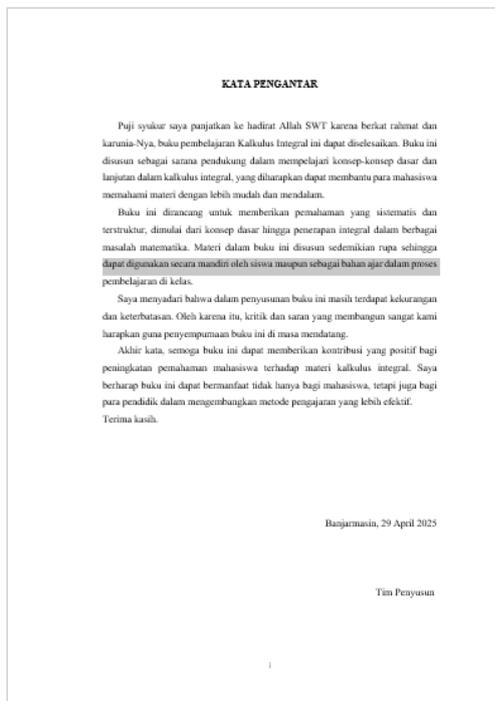
Rangkaian yang terdapat dalam modul ajar kalkulus integral berasal dari proses penyusunannya yang ada di tahap perancangan. Judul modul ajar yang dipilih oleh peneliti adalah kalkulus integral. Rancangan modul ajar meliputi sampul, kata pengantar, datar isi, capaian pembelajaran mata kuliah, pendahuluan, isi, contoh soal dan penyelesaian soal versi ChatGPT, serta soal latihan. Adapun uraian-uraian diatas penulis jelaskan dengan gambar-gambar yang ada dibawah ini.



Gambar 4.1 Sampul



Gambar 4.2 Sampul



Gambar 4.3 Kata Pengantar

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH	iii
BAB I INTEGRAL TAK TENTU	1
BAB II INTEGRAL TERTENTU	6
BAB III TEOREMA DASAR KALKULUS	12
BAB IV TURUNAN FUNGSI LOGARITMA ASLI	18
BAB V INTEGRAL LOGARITMA ASLI	24
BAB VI TURUNAN EKSPONENSIAL	34
BAB VII INTEGRAL EKSPONENSIAL	38
BAB VIII INTEGRAL PARSIAL	43
BAB IX INTEGRAL FUNGSI TRIGONOMETRI DAN SUBSTITUSI TRIGONOMETRI	49
BAB X PENGINTEGRALAN FUNGSI RASIONAL DENGAN PECAHAN PARSIAL, SINUS DAN COSINUS	55
BAB XI INTEGRAL DENGAN SUBSTITUSI, NUMERIK DAN TEOREMA L'HOSPITAL	61
BAB XII DAERAH DATAR YANG DIBATASI KURVA-KURVA DAN VOLUME BENDA	68
BAB XIII PANJANG KURVA PADA SUATU GRAFIK FUNGSI, LUAS SELIMUT BENDA, TITIK BIDANG DATAR DAN BENDA	76
DAFTAR PUSTAKA	84

Gambar 4.4 Daftar Isi

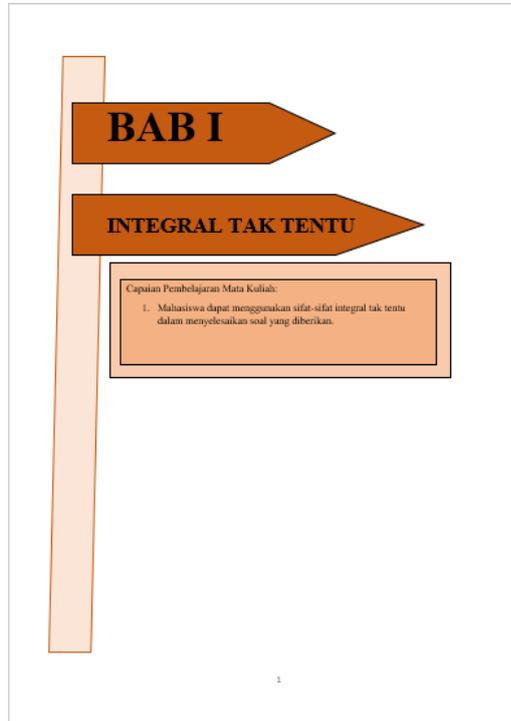
CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH

CP-MK:

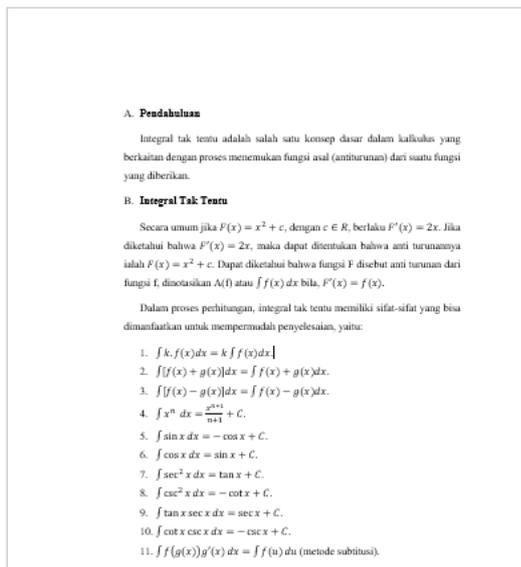
1. Mahasiswa dapat memahami konsep integral tak tentu sebagai kebalikan (anti) turunan.
2. Mahasiswa dapat menggunakan konsep integral tak tentu untuk menyelesaikan problematika yang berkaitan.
3. Mahasiswa dapat mencari turunan fungsi logaritma dan fungsi eksponen.
4. Mahasiswa dapat menemukan hasil integral dari fungsi logaritma dan fungsi eksponen.
5. Mahasiswa dapat menentukan diferensial dan integral fungsi logaritma dan fungsi eksponen untuk menyelesaikan problem yang berkaitan.
6. Mahasiswa dapat menyelesaikan bentuk-bentuk integral tertentu dengan teknik integrasi.
7. Mahasiswa dapat menghitung limit fungsi bentuk tak tentu.
8. Mahasiswa dapat menggunakan konsep-konsep integral untuk menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi.

ii

Gambar 4.5 CPMK



Gambar 4.6 Pendahuluan



Gambar 4.7 Isi

Contoh Soal 1

1. Tentukan penyelesaian integral tak tentu dibawah ini:

$$\int x \, dx$$

Jawab:

Rumus: $x^n = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C$, untuk $n \neq -1$.
 maka $n = 1$, sehingga:

$$\int x \, dx = \frac{x^{1+1}}{1+1} + C = \frac{x^2}{2} + C$$

Dimana C adalah sebarang konstanta.

2. Penyelesaian menggunakan Chat GPT

$$\int x \, dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C = \frac{x^2}{2} + C.$$

Contoh Soal 2

1. Tentukan penyelesaian integral tak tentu dibawah ini:

$$\int (2x + 5) \, dx$$

Jawab:

Rumus: $\int (f(x) + g(x)) \, dx = \int f(x) + g(x) \, dx$

a. $f(x) = \int 2x \, dx = 2 \cdot \frac{x^2}{2} + C_1 = x^2 + C_1$
 b. $g(x) = \int 5 \, dx = 5x + C_2$

Gabungkan hasilnya:

$$f(x) + g(x) = (x^2 + C_1) + (5x + C_2) = x^2 + 5x + C$$

Dimana $C_1 + C_2 = C$. C adalah sebarang konstanta.

2. Penyelesaian menggunakan Chat GPT

$$\int (2x + 5) \, dx = 2 \cdot \frac{x^2}{2} + 5x = x^2 + 5x + C.$$

Catatan: Penggunaan Chat GPT hanya sebatas alat bantu untuk memudahkan membandingkan hasil jawaban yang telah dikerjakan secara manual.

Gambar 4.8 Contoh Soal dan Penyelesaian Soal Menggunakan ChatGPT

Catatan: Penggunaan Chat GPT hanya sebatas alat bantu untuk memudahkan membandingkan hasil jawaban yang telah dikerjakan secara manual.

Keywords yang digunakan dalam Chat GPT ialah "Buatkan penyelesaian soal integral tak tentu (Soal)"

3

Soal Latihan

Selesaikan integral berikut dengan menggunakan persamaan integral!

- $\int (x^{3/2} + 2x + x) \, dx$
- $\int (8x^3 - 10x - 5) \, dx$

Gambar 4.9 Latihan Soal

C. Pembahasan Hasil Penelitian

1. Tahapan Pengembangan Modul Ajar Berbantuan *Artificial Intelligence* pada Materi Kalkulus Integral

Mayer (2009) menyatakan bahwa pembelajaran efektif memerlukan integrasi teks, visual dan audio secara sinergis. Dalam konteks modul AI:

- a. Prinsip Kontiguitas: Penempatan bersamaan antara penjelasan teks integral dan visualisasi grafis berbantuan AI.
- b. Penggunaan narasi audio untuk menjelaskan langkah-langkah kalkulus kompleks.

Berdasarkan riset Hohenwarter (2008), AI berperan sebagai:

- a. *Intelligent Tutoring System* (ITS): Memberikan umpan balik instan dan adaptif pada kesalahan penyelesaian soal integral.

Generative Learning Tool: Memproduksi variasi soal kalkulus berdasarkan tingkat kesulitan dan kebutuhan individu.

Penelitian yang menghasilkan modul ajar ini adalah penelitian dan pengembangan (R&D) yang melibatkan tiga fase dari model 4D (*define, design, dan development*). Berikut adalah uraian rincian tahapan-tahapan dalam penelitian ini.

Fase pendefinisian bertujuan mengenali dan mengkaji masalah-masalah yang muncul melalui lima analisis utama: (1) kondisi awal dan akhir pembelajaran, (2) karakteristik mahasiswa, (3) konsep materi, (4) beban tugas, serta (5) perumusan tujuan pembelajaran. Temuan dari tahap ini menjadi landasan pengembangan modul kalkulus integral yang memanfaatkan kecerdasan buatan.

Fase perencanaan berfokus pada penyusunan komponen modul pembelajaran meliputi: (1) penataan topik untuk pemahaman mendalam materi, (2) pemilihan format penyajian, dan (3) penulisan konten teks sesuai teori pengembangan bahan ajar. Setelah draf modul selesai, dilakukan konsultasi dengan validator untuk memperoleh masukan perbaikan..

Fase pengembangan bertujuan menghasilkan modul kalkulus integral yang telah direvisi pakar. Penilaian ahli dilakukan untuk mengevaluasi kelebihan dan kekurangan modul. Setelah menerima masukan, dilakukan perbaikan konten. Modul yang disempurnakan kemudian diujicobakan kepada mahasiswa Pendidikan Matematika UIN Antasari Banjarmasin yang pernah menempuh kalkulus integral. Uji coba ini bertujuan menggali tanggapan pengguna.

2. Tingkat Kelayakan suatu Produk Ditinjau dari Perspektif para Ahli pada Modul Ajar Berbantuan *Artificial Intelligence* pada Materi Kalkulus Integral

Berdasarkan Depdiknas (2008), kelayakan bahan ajar dinilai melalui empat pilar:

- a. Kelayakan Isi: Kesesuaian materi dengan kompetensi dasar, kedalaman konsep, dan akurasi ilmu.
- b. Kelayakan Kebahasaan: Keterbacaan, ketepatan istilah teknis, dan struktur penyajian.
- c. Kelayakan Penyajian: Sistematika pembelajaran, interaktivitas, dan pendekatan pedagogis.
- d. Kelayakan Kegrafisan: Desain visual, tata letak, dan integrasi multimedia.

Evaluasi bahan ajar kalkulus integral menunjukkan tingkat kelayakan sangat tinggi untuk implementasi. Konfirmasi kelayakan bersumber dari evaluasi pakar ahli validasi, berdasarkan penilaian empat dimensi kelayakan modul kalkulus integral yang telah dianalisis sebelumnya, yaitu aspek kelayakan isi, kebahasaan, aspek sajian, dan kegrafisan. Maka dapat dijabarkan sebagai berikut:

a. Validasi Ahli I

Berdasarkan hasil penilain dari validator, kelayakan bahan ajar mencapai nilai skor rata-rata sebesar 4,43 dari nilai skor maksimal lebih dari 4,2. Hal ini dapat diartikan bahwa bahan ajar kalkulus integral dapat dikategorikan sebagai bahan ajar “sangat layak” untuk digunakan.

b. Validasi Ahli II

Berdasarkan hasil penilain dari validator, kelayakan bahan ajar mencapai nilai skor rata-rata sebesar 3,81 dari nilai skor maksimal lebih dari 4,2. Hal ini dapat diartikan bahwa bahan ajar kalkulus integral dapat dikategorikan sebagai bahan ajar “layak” untuk digunakan.

c. Validasi Ahli III

Berdasarkan hasil penilain dari validator, kelayakan bahan ajar mencapai nilai skor rata-rata sebesar 4,93 dari nilai skor maksimal lebih dari 4,2. Hal ini dapat diartikan bahwa bahan ajar kalkulus integral dapat dikategorikan sebagai bahan ajar “Sangat layak” untuk digunakan.

3. Respon Mahasiswa Terhadap Modul Ajar Berbantuan *Artificial Intelligence* pada Materi Kalkulus Integral

Kuesioner evaluasi dari partisipan terdiri atas tiga aspek: ketertarikan, materi, dan bahasa. Analisis uji pengembangan memperoleh nilai 3,44 dari batas tertinggi 4 dengan klasifikasi “Sangat Baik atau Sangat Layak”.

Merujuk pada analisis data sebelumnya, berdasarkan evaluasi validasi ahli dan kuesioner uji coba pengembangan memperoleh rerata skor 3,915 dari maksimal 4, tergolong kategori “Sangat Layak”. Temuan ini mengonfirmasi kelayakan bahan ajar kalkulus integral sebagai rujukan pembelajaran untuk mahasiswa UIN Antasari Banjarmasin jurusan pendidikan matematika, khususnya untuk mahasiswa yang sedang berada di semester 2 yang ingin mendalami pemahaman terkait materi kalkulus integral.

Berdasarkan Murdiyanto & Wijayanti (2021), respon positif mahasiswa terhadap modul digital dipengaruhi oleh:

- a. Persepsi Kemudahan Penggunaan: Nilai tinggi aspek kebahasaan (skor 3.44) menunjukkan antarmuka modul yang intuitif dan mudah dipahami.
- b. Persepsi Kegunaan: Klasifikasi "sangat layak" (skor 3.915) merefleksikan efektivitas modul dalam memenuhi kebutuhan akademik.

D. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu ketidakmampuan mencapai tahap disseminate (penyebarluasan) karena hanya berfokus pada tahap development (pengembangan).