

Kalkulus diferensial: Analisis kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan soal turunan

Imelda¹, Adriantho Benny Pasaribu²

Abstrak: Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk (1) mengidentifikasi kesulitan-kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan soal ujian akhir mata kuliah Kalkulus Diferensial dan (2) mengidentifikasi faktor penyebab kesulitan-kesulitan mahasiswa di setiap penyelesaian soal. Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kualitatif dengan subjek penelitian dengan mengambil 5 orang mahasiswa. Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan metode tes dan wawancara. Hasil penelitian ini antara lain: (1) kesulitan-kesulitan yang dialami mahasiswa antara lain; (a) kesulitan memahami konsep, (b) kesulitan menerapkan konsep dalam menyelesaikan soal, (c) kesulitan dalam operasi perhitungan, (d) kesulitan memahami konsep prasyarat, dan (e) kesulitan dalam menyederhanakan bentuk Aljabar. (2) Penyebab kesulitan-kesulitan yang dialami mahasiswa antara lain: (a) pada soal nomor 1, mahasiswa kurang teliti dalam membaca pertanyaan soal, bingung menentukan notasi turunan serta mahasiswa masih kurang memahami konsep turunan persamaan implisit, (b) pada soal nomor 2, mahasiswa tidak memeriksa kembali jawaban yang sudah dituliskan dan mahasiswa kurang paham menentukan turunan trigonometri. (c) pada soal nomor 3, mahasiswa kurang memahami aturan rantai pada turunan dan konsep operasi pada bilangan berpangkat. (d) pada soal nomor 4, mahasiswa masih kurang paham konsep turunan eksponen.

Kata Kunci: kalkulus differensial, turunan, kesulitan.

Abstract: *This research was conducted with the aim of (1) identifying student difficulties in solving the final exam questions for the Differential Calculus course and (2) identifying the factors causing student difficulties in solving each problem. This study uses a qualitative research approach with research subjects took five students. Data collection in this study used the test and interview methods. The results of this study include: (1) difficulties experienced by students, among others; (a) difficulties in understanding concepts, (b) difficulties in applying concepts in solving problems, (c) difficulties in calculating operations, (d) difficulties in understanding prerequisite concepts, and (e) difficulties in simplifying algebraic forms. (2) The causes of the difficulties experienced by students include: (a) in question number 1, students are not careful in reading questions, are confused in determining derivative notation and students still do not understand*

¹ Universitas Katolik Santo Thomas, Medan, Indonesia, imelda@ust.ac.id

² SMP Negeri 4 Binjai, Binjai, Indonesia

the concept of implicit equation derivatives, (b) in question number 2, students do not re-check the answers that have been written and students do not understand how to determine trigonometric derivatives. (c) in question number 3, students do not understand the chain rule on derivatives and the concept of operations on numbers to exponents. (d) in question number 4, students still do not understand the concept of exponential derivative.

Keywords: *differential calculus, derivative, difficulty.*

A. Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu ilmu pengetahuan yang dipelajari pada setiap jenjang pendidikan, mulai dari SD hingga Perguruan Tinggi (PT). Hal ini tertuang dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) Permendiknas Nomor 22 Tahun 2006 menyatakan bahwa “Mata pelakademik matematika perlu diberikan kepada semua peserta didik mulai dari Sekolah Dasar (SD) untuk membekali peserta didik dengan kemampuan bekerjasama, serta harus memiliki kemampuan berfikir logis, kritis, kreatif, dan inovatif”. Sehingga dengan siswa belajar matematika dapat membekali untuk mengembangkan kemampuan berpikir yang dimiliki oleh setiap siswa.

Matematika merupakan mata pelakademik yang sulit bagi sebagian siswa, demikian juga halnya mahasiswa. Bahkan mahasiswa jurusan Pendidikan Matematika sekalipun masih merasa kesulitan dengan materi Matematika tertentu. Materi Matematika yang dianggap sulit oleh sebagian siswa dan mahasiswa adalah materi Matematika yang abstrak (Faizah, 2010). Matematika adalah ilmu dengan objek kajian bersifat abstrak. Dikatakan abstrak dikarenakan objek dan symbol – symbol yang ada dalam Matematika tidak ada dalam kehidupan nyata. Pola pikir matematika sebagai ilmu adalah deduktif. Sifat atau teorema yang ditentukan secara induktif ataupun empirik kemudian dibuktikan kebenarannya dengan langkah-langkah deduktif sesuai strukturnya. (Rahma, 2013)

Matematika secara umum didefenisikan sebagai bidang ilmu yang mempelajari pola dari struktur, perubahan dan ruang maka secara informal dapat juga disebut sebagai ilmu bidang dan angka. Dalam pandangan formalis, matematika adalah penelaahan struktur abstrak yang

didefinisikan secara aksioma dengan menggunakan logika simbolik dan notasi. Hal ini menyebabkan materi matematika yang abstrak dirasa sulit oleh siswa (Imelda, 2018). Matematika adalah ilmu yang abstrak, sulit dipahami dan masih menjadi momok di kalangan peserta didik maupun guru (Abi, 2016).

Keabstrakan materi matematika terdapat dalam materi Matematika yang menggunakan bahasa simbolik dan notasi. Salah satu materi Matematika yang bersifat abstrak terdapat pada mata kuliah Kalkulus Diferensial yaitu materi Turunan. Materi turunan sudah dipelajari oleh peserta didik sejak di bangku Sekolah Menengah Atas (SMA). Kemudian dilanjutkan pada Perguruan Tinggi. Pada S1 Pendidikan Matematika Universitas Katolik Santo Thomas khususnya materi matematika yang abstrak dalam mata kuliah Kalkulus Diferensial. Mata kuliah kalkulus Diferensial merupakan prasyarat untuk mengambil mata kuliah lainnya seperti Kalkulus Integral. Oleh sebab itu, jika terdapat kesulitan-kesulitan dalam mempelajari materi kalkulus diferensial maka akan berpengaruh terhadap pemahaman atau proses pembelajaran materi mata kuliah Kalkulus Integral. Pada pembelajaran kalkulus, pembelajaran kalkulus differensial mendahului kalkulus Integral (Hayati & Romdhini, 2012)

Dalam pembelajaran Matematika untuk Kalkulus Diferensial dilakukan dengan beberapa model dan metode pembelajaran misalnya dengan diskusi kelompok, metode penemuan terbimbing, model *problem based learning* ataupun model pembelajaran konstruktivisme. Namun, tetap saja masih ditemukan kesulitan-kesulitan yang dihadapi mahasiswa dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan ataupun masalah-masalah pada mata kuliah Kalkulus Diferensial serta materi pada Kalkulus diferensial dianggap membosankan sehingga hasil belajar mata kuliah Kalkulus diferensial yang diperoleh juga kurang baik. Padahal mata kuliah Kalkulus Differensial merupakan salah satu mata kuliah yang penting pada Program Studi Pendidikan Matematika karena menjadi dasar dalam banyak mata kuliah lainnya (Ario, Annajmi, & Isharyadi, 2020) serta mata kuliah kalkulus differensial sangat dominan pada pengoptimalan kemampuan analisis (Sopiany & Rikayanti, 2018).

Berdasarkan hal ini maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesulitan-kesulitan yang dihadapi oleh mahasiswa dalam menjawab masalah yang berkaitan dengan mata kuliah Kalkulus Diferensial serta

mengetahui penyebab kesulitan dalam menyelesaikan soal/masalah pada mata kuliah Kalkulus Diferensial. Kalkulus mempunyai kompleksitas intrinsik yang sangat tinggi dan melibatkan proses penyelesaian yang tidak terbatas, maka seseorang akan mengalami kesulitan dan hambatan saat mempelajari kalkulus dan akan melakukan banyak kesalahan saat melakukan pemecahan masalah terkait kalkulus (Ramadanti & Pujiastuti, 2020).

Defenisi kesulitan belajar sebagai beragam gangguan dalam menyimak, berbicara, membaca, menulis, dan berhitung karena faktor internal individu itu sendiri, yaitu disfungsi minimal otak. Kesulitan belajar bukan disebabkan oleh faktor eksternal berupa lingkungan, sosial, budaya, fasilitas belajar dan lain-lain. Tidak seperti cacat fisik, kesulitan belajar tidak terlihat dengan jelas dan sering disebut ‘hidden handicap’ (Suryani, 2010).

Kesulitan belajar merupakan kurang berhasilnya siswa dalam menguasai konsep, prinsip, atau algoritma penyelesaian masalah, walaupun telah berusaha mempelajarinya, dan hal ini ditambah lagi dengan kurangnya seorang siswa dalam mengabstraksi, menggeneralisasi, berfikir deduktif dan mengingat konsep-konsep maupun prinsip-prinsip biasanya akan selalu merasa bahwa suatu pelakademik yang diberikan itu sulit (Waskitoningtyas, 2016). Demikian juga dengan mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika Universitas katolik Santo Thomas mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal/masalah Kalkulus diferensial. Informasi ini diketahui dengan melakukan wawancara terhadap lima orang mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika Unika Santo Thomas tahun akademik 2020/2021 semester genap, setelah menyelesaikan tes Ujian Akhir Semester mata kuliah Kalkulus Diferensial sebagian besar mahasiswa kesulitan dalam mengerjakan soal kalkulus diferensial sehingga terdapat kesalahan dalam pengerjaan soal kalkulus diferensial. Oleh sebab itu, kesulitan menyebabkan terjadinya kesalahan dalam mengerjakan soal Kalkulus Diferensial.

Kesulitan yang dialami mahasiswa dalam mengerjakan soal matematika perlu dianalisis lebih lanjut agar dapat mengetahui faktor-faktor penyebabnya sehingga dapat mengatasi permasalahan mahasiswa yang mengalami berbagai kesalahan dalam mengerjakan soal sehingga

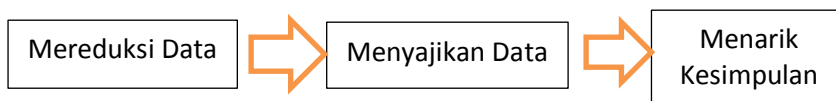
dapat memperoleh hasil tes yang maksimal (Kumalasari, 2016). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian ini dengan tujuan (1) mengidentifikasi kesulitan-kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan soal ujian akhir kalkulus diferensial dan (2) mengidentifikasi faktor penyebab kesulitan-kesulitan mahasiswa disetiap penyelesaian soal, sehingga dilakukan penelitian dengan judul Analisis Kesulitan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Kalkulus Diferensial.

B. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kesalahan-kesalahan dalam mengerjakan soal Kalkulus Diferensial sebagai tolak ukur adanya kesulitan-kesulitan dalam menyelesaikan soal Kalkulus Diferensial serta menemukan faktor penyebab terjadinya kesulitan-kesulitan mahasiswa berdasarkan kesalahan dalam menyelesaikan soal ujian akhir semester. Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Katolik Santo Thomas Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Medan. Subjek penelitian ini adalah lima orang mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Katolik Santo Thomas yang mengikuti ujian akhir semester genap dengan mata kuliah Kalkulus Diferensial tahun akademik 2020/2021.

Teknik pengumpulan data menggunakan metode tes dan wawancara. Tes yang diberikan adalah kumpulan soal ujian akhir semester genap tahun akademik 2020/2021 dengan materi turunan yang berjumlah 5 soal essay. Tes tersebut diberikan untuk mengetahui letak dan jenis kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan soal-soal ujian Kalkulus Diferensial berdasarkan hasil jawaban mahasiswa. Wawancara dilakukan untuk menggali secara mendalam jawaban soal yang telah dituliskan mahasiswa sehingga ditemukan kesulitan dan faktor penyebab kesulitan mengerjakan soal Kalkulus Diferensial. Wawancara ini bersifat memperkuat dan melengkapi data dari hasil tes tertulis yang sudah dikerjakan. Pertanyaan wawancara adalah pertanyaan tidak terstruktur karena pertanyaan akan diberikan berdasarkan hasil jawaban yang dituliskan oleh mahasiswa dalam lembar ujian sehingga akan memberikan tanggapan dan jawaban secara langsung sesuai dengan kesalahan yang telah dituliskan dalam

lembar ujiannya masing-masing. Dokumentasi juga dilakukan untuk memotret hasil pekerjaan mahasiswa yang telah dituliskan dalam lembar jawaban soal. Tahap analisis data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif naratif dengan menggunakan model *Miles dan Haburman* yaitu disajikan dalam bagan sebagai berikut:



Bagan 1. Tahap Analisis Data

Berdasarkan bagan tahapan analisis di atas dijelaskan sebagai berikut: Tahapan (1) mereduksi data dilakukan dengan mengoreksi hasil jawaban mahasiswa dan mengidentifikasi kesulitan-kesulitan yang ditemukan, serta menganalisis hasil wawancara mahasiswa yang dipilih berdasarkan kesulitan yang telah ditemukan, (2) menyajikan data dilakukan dengan menyajikan hasil wawancara mahasiswa yang telah dipilih untuk dilakukan proses analisis, dan (3) menarik kesimpulan dilakukan dengan membandingkan hasil jawaban soal dan wawancara yang dilakukan, sehingga akan diperoleh kesimpulan sebagai jawaban dari rumusan masalah penelitian.

C. Temuan dan Pembahasan

Data-data penelitian yang akan dianalisis diperoleh dari hasil jawaban mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika Universitas Katolik Santo Thomas dalam mengerjakan soal ujian akhir semester tahun akademik 2020/2021 yang menunjukkan bahwa mahasiswa tersebut mengalami kesulitan dalam mengerjakan soal. Setelah data hasil tes tertulis dianalisis, maka kemudian dilakukan wawancara terhadap subjek yang telah dipilih untuk mengetahui kesulitan dalam mengerjakan soal dan faktor-faktor penyebabnya.

Soal tes yang diberikan kepada mahasiswa berjumlah 4 soal yang merupakan soal materi turunan. Ujian dilakukan secara bersama-sama tanpa membuka buku di ruang kelas Prodi Pendidikan Matematika. Tes dilakukan kepada mahasiswa semester 2 tahun akademik 2020/2021 yang berjumlah 17 orang, kemudian subjek penelitian dipilih lima orang mahasiswa. Adapun beberapa pertimbangan dalam menentukan subjek

penelitian antara lain, (1) mahasiswa yang ditemukan memiliki banyak kesalahan dalam menjawab soal ujian akhir semester, (2) kesalahan yang ditemukan pada nomor soal yang bervariasi, dan (3) kesediaan mahasiswa yang menjadi subjek penelitian.

1. Analisis Dokumen Hasil Tes

Berikut hasil analisis dokumen hasil tes:

- a) Pada soal nomor 1, mahasiswa diminta menentukan nilai turunan dari persamaan implisit. Kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam menentukan nilai turunan dari persamaan implisit di titik (x,y) adalah kesalahan menggunakan aturan turunan pada persamaan implisit, kesalahan menentukan turunan konstanta, dan kesalahan dalam menentukan notasi turunan serta kesalahan tidak memperhatikan dengan teliti petunjuk soal. Berikut adalah beberapa contoh kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam menentukan nilai turunan implisit di titik (x,y). Kesalahan menggunakan aturan turunan pada persamaan implisit (gambar 1), kesalahan menentukan aturan konstanta (gambar 2), kesalahan dalam menentukan notasi turunan (gambar 3), dan kesalahan tidak memperhatikan dengan teliti petunjuk soal (gambar 4). Ketiga kesalahan tersebut di atas merupakan kesalahan dalam proses menentukan turunan. Kesalahan ini menunjukkan bahwa adanya kesulitan dalam menentukan turunan persamaan implisit. Hal ini menjadi indikasi bahwa mahasiswa kesulitan memahami konsep menentukan turunan persamaan implisit. Kesalahan pada gambar 4 merupakan kesalahan karena tidak membaca petunjuk soal dengan teliti dimana diminta menentukan turunan di titik (a,b), namun yang dikerjakan hanya sampai pada menentukan turunannya saja.

1. Tentukan nilai turunan $\frac{dy}{dx}$ dari $x^2 + y^2 = 1$ dari $\frac{x}{16} = \frac{y}{3}$

$$\frac{d}{dx} (x^2 + y^2) = \frac{d}{dx} 1$$

$$= d \frac{x^2}{dx} + d \frac{y^2}{dx} = d \frac{1}{dx}$$

$$\frac{1}{16} \frac{dy}{dx} = \frac{2x}{16} + \frac{2y}{3} \frac{dy}{dx} = 0$$

$$\frac{1}{16} \frac{dy}{dx} - \frac{2y}{3} \frac{dy}{dx} = \frac{2x}{16}$$

$$\frac{dy}{dx} \left(\frac{1}{16} - \frac{2y}{3} \right) = \frac{2x}{16}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{2x}{16 \left(\frac{1}{16} - \frac{2y}{3} \right)}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{2x}{1 - \frac{32y}{3}}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{2x}{\frac{3 - 32y}{3}}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{6x}{3 - 32y}$$

Gambar 1. Kesalahan menggunakan aturanan

turunan pada persamaan implisit

Jb:

$$1) \frac{dy}{dx} = \frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{9} - 1$$

$$= \frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{9} - 1$$

$$(2,3) = \frac{(2)^2}{16} + \frac{3^2}{9} - 1$$

$$= \frac{4}{16} + \frac{9}{9} - 1$$

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

$$= \frac{1}{4}$$

Gambar 2. Kesalahan menentukan turunan konstanta

1. Tentukan nilai $\frac{dy}{dx}$ di titik (2,3) dari $\frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{9} = 1$

Jwb: $\frac{dy}{dx} = \frac{2x}{16} + \frac{2y}{9} \frac{dy}{dx} = 0$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{16x}{32y}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{9x}{16y}$$

$$\hookrightarrow \frac{dx}{dy} = \frac{16y}{9x}$$

Gambar 3. Kesalahan menentukan notasi turunan

1. Tentukan nilai $\frac{dy}{dx}$ di titik (2,3) dari $\frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{9} = 1$

Jwb: $\frac{dy}{dx} = \frac{2x}{16} + \frac{2y}{9} \frac{dy}{dx} = 0$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{16x}{32y}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{9x}{16y}$$

$$\hookrightarrow \frac{dx}{dy} = \frac{16y}{9x}$$

Gambar 4. Kesalahan tidak memperhatikan dengan teliti petunjuk soal.

- b) Pada soal nomor 2, mahasiswa diminta menentukan turunan fungsi trigonometri. Kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam menentukan turunan trigonometri diantaranya: kesalahan dalam penurunan dan penulisan pangkat, kesalahan dalam menggunakan aturan rantai, kesalahan dalam menentukan turunan $\cos 3x$ serta menyederhanakan hasil turunan. Berikut adalah beberapa contoh kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam menentukan turunan fungsi trigonometri. Kesalahan dalam penurunan dan penulisan pangkat (gambar 5), kesalahan dalam menentukan turunan $\cos 3x$ (gambar 6), kesalahan dalam menuliskan hasil turunan (gambar 7) serta kesalahan dalam menggunakan aturan rantai dan penyederhanaan hasil turunan trigonometri (gambar 8).

2). Tentukan turunan dari : $y = \sqrt{\sin x + \cos 3x}$
 Penyelesaian : $(\sin x + \cos 3x)^{1/2}$
 $y' = \frac{1}{2} (\sin x + \cos 3x) (\cos x - \cos 3x)$

Gambar 5. Kesalahan dalam penurunan dan penulisan pangkat

2). Tentukan turunan dari : $y = \sqrt{\sin x + \cos 3x}$
 Penyelesaian : $(\sin x + \cos 3x)^{1/2}$
 $y' = \frac{1}{2} (\sin x + \cos 3x) (\cos x - \cos 3x)$

Gambar 6. Kesalahan dalam menurunkan $\cos 3x$

2). Tentukan turunan dari : $y = \sqrt{\sin x + \cos 3x}$
 Penyelesaian :
 $y = \sqrt{\sin x + \cos 3x}$
 $\frac{d}{dx} (y) = \left(\sqrt{\sin x + \cos 3x} \right)$
 $= \frac{\cos x - 3 \sin 3x}{2 \sqrt{\sin x + \cos 3x}}$
 $\frac{d}{dx} y = \frac{\cos x - 3 \sin 3x}{2 \sqrt{\sin x + \cos 3x}}$

Gambar 7. Kesalahan dalam menuliskan hasil turunan

2) Tentukan turunan dari: $y = \sqrt{\sin x + \cos 2x}$

$$y' = \sqrt{\sin x} + (-\sin 3x)$$

$$y' = \sqrt{x + 3x}$$

$$y' = \sqrt{3x^2}$$

Gambar 8. Kesalahan dalam menggunakan aturan rantai dan penyederhanaan hasil turunan

- c) Pada soal nomor 3, mahasiswa diminta untuk menentukan turunan dengan menggunakan aturan rantai. Kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam menentukan turunan menggunakan aturan rantai antara lain: kesalahan dalam menggunakan aturan rantai pada turunan dan kesalahan dalam melakukan operasi perkalian konstanta dengan bilangan berpangkat. Berikut adalah beberapa contoh kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam menentukan turunan dengan menggunakan aturan rantai. Kesalahan dalam menentukan turunan dengan menggunakan aturan rantai (gambar 9) dan kesalahan dalam melakukan operasi perkalian konstanta dengan bilangan berpangkat (gambar 10).

$(x^{10} + 3x^2)^{15} =$

2) a: $n = 15$

$$g(x) = (x^{10} + 3x^2)$$

$$g'(x) = 10 \cdot 1 \cdot x^{10-1} + 3 \cdot 2 \cdot x^{2-1}$$

$$= 10x^9 + 6x$$

$$[g(x)]^{n-1} = (x^{10} + 3x^2)^{15-1}$$

$$= (x^{10} + 3x^2)^{14}$$

2) b: $h'(x) = n \cdot [g(x)]^{n-1} \cdot g'(x)$

$$= 15 \cdot (x^{10} + 3x^2)^{14} \cdot (10x^9 + 6x)$$

$$= 150x^9 + 90x \cdot (x^{10} + 3x^2)$$

Gambar 9. Kesalahan dalam menggunakan aturan rantai pada turunan

$(x^{10} + 3x^2)^{15} \Rightarrow \frac{dy}{dx} : \frac{d(x^{25} + 3x^2)^{15}}{dx}$

$$= 15 (25x^{24} + 6x)$$

Gambar 10. Kesalahan dalam melakukan operasi perkalian konstanta dengan bilangan berpangkat

- d) Pada soal nomor 4, mahasiswa diminta untuk menentukan turunan kedua dan ketiga dari fungsi eksponen. Kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam menentukan turunan kedua dan ketiga fungsi eksponen antara lain kesalahan dalam menentukan turunan dari e^{5x} , kesalahan dalam menentukan x^3 , kesalahan menggunakan aturan perkalian pada turunan dan kesalahan dan kesalahan tidak memperhatikan petunjuk soal dengan baik. Berikut adalah beberapa contoh kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam menentukan turunan kedua dan ketiga dari fungsi eksponen. Kesalahan dalam menentukan turunan e^{5x} (gambar 11) dan kesalahan dalam menentukan turunan x^3 , kesalahan menggunakan aturan perkalian pada turunan (gambar 12) dan kesalahan tidak memperhatikan petunjuk soal dengan baik (gambar 13)

Handwritten student work for Gambar 11. The student is asked to find the second derivative of $y = x^3 \cdot e^{5x}$. The work shows several errors:

- Initial function: $y = x^3 \cdot e^{5x}$
- First derivative attempt: $y' = g(x) \cdot h'(x) + g'(x) \cdot h(x)$ (correct formula)
- Identified functions: $g(x) = x^3$, $h(x) = e^{5x}$
- Derivatives of $g(x)$: $g'(x) = 3x^2$, $g''(x) = 6x$, $g'''(x) = 6$ (correct)
- Derivatives of $h(x)$: $h'(x) = e^{5x}$ (correct), but $h''(x) = 5e^{5x}$ is incorrectly written as $5e^{5x}$ (should be $5e^{5x}$).
- Second derivative attempt: $y'' = (3x^2 + 6x) \cdot e^{5x} + (x^3 + 3x^2) \cdot 5e^{5x}$ (incorrect application of the product rule).
- Final result: $y'' = (3x^2 + 6x) \cdot e^{5x} + (x^3 + 3x^2) \cdot 5e^{5x}$ (incorrect).

Gambar 11. Kesalahan dalam menentukan turunan e^{5x}

Handwritten student work for Gambar 12. The student is asked to find the second and third derivatives of $y = x^3 \cdot e^{5x}$. The work shows several errors:

- Initial function: $y = x^3 \cdot e^{5x}$
- First derivative: $y' = x^3 \cdot e^{5x} + 3x^2 \cdot e^{5x}$ (incorrect application of the product rule).
- Second derivative: $y'' = 3x^2 \cdot e^{5x} + 6x \cdot e^{5x}$ (incorrect application of the product rule).
- Third derivative: $y''' = 6x \cdot e^{5x} + 6 \cdot e^{5x}$ (incorrect application of the product rule).

Gambar 12. Kesalahan dalam menentukan turunan x^3 dan kesalahan menggunakan aturan perkalian pada turunan

Handwritten student work for a differential calculus problem. The problem asks for the second and third derivatives of $y = x^3 \cdot e^{5x}$. The student correctly identifies $g(x) = x^3$ and $h(x) = e^{5x}$, and finds $g'(x) = 3x$ and $h'(x) = 5e^{5x}$. They then use the product rule to find $y' = 3x^2 \cdot e^{5x} + 5x^3 \cdot e^{5x}$. However, they stop at y' and do not proceed to find y'' and y''' as requested in the problem.

Gambar 13. Kesalahan tidak memperhatikan petunjuk soal dengan baik

2. Analisis Dokumen Hasil Wawancara

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan oleh peneliti kepada mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika Universitas Katolik Santo Thomas diperoleh informasi bahwa secara umum mahasiswa memahami ketika dilakukannya proses pembelajaran mata kuliah Kalkulus Diferensial, namun ketika diberikan soal mahasiswa bingung dalam proses pengerjaannya ditambah harus menutup buku. Karena kebingungan tersebut, maka mahasiswa membuat kesalahan-kesalahan dalam mengerjakan soal tes ujian akhir semester mata kuliah Turunan. Berikut dirangkum beberapa faktor-faktor penyebab mahasiswa melakukan kesalahan sebagai akibat dari kesulitan yang dirasakan dalam mengerjakan soal ujian akhir semester mata kuliah Kalkulus Diferensial, berdasarkan hasil wawancara peneliti dengan mahasiswa.

- Pada soal nomor 1, mahasiswa kurang memperhatikan bahwa persamaan yang ada pada soal adalah persamaan implisit dan bukan persamaan eksplisit. Mahasiswa menganggap persamaan di soal tersebut adalah persamaan eksplisit. Mahasiswa melakukan proses menentukan turunan dengan menggunakan aturan perkalian pada turunan. Mahasiswa juga kebingungan menentukan notasi turunan sesuai dengan variable bebas dan variable terikat dari soal yang diminta. Mahasiswa juga salah dalam menentukan turunan konstanta. Mahasiswa juga tidak membaca soal secara teliti sehingga hanya menentukan turunan persamaan implisit tanpa menentukan turunan di titik (a,b) sesuai dengan permintaan soal. Namun, secara keseluruhan kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa pada nomor 1 adalah karena kurang pahamnya mahasiswa akan konsep menentukan turunan persamaan implisit.

- b) Pada soal nomor 2, mahasiswa terlupa menuliskan pangkat dari hasil turunan dikarenakan mengerjakan secara tergesa-gesa dan salah menentukan turunan $\cos 3x$, serta mahasiswa salah dalam menuliskan hasil akhir turunan dikarenakan kesalahan konsep dari akar pangkat. Secara keseluruhan, kesalahan pada soal nomor 2 dikarenakan mahasiswa masih kurang paham dengan menentukan turunan trigonometri.
- c) Pada soal nomor 3, mahasiswa bingung dan kesulitan menggunakan rumus turunan yaitu aturan berantai. Hal ini juga menunjukkan bahwa mahasiswa belum memahami konsep penggunaan rumus aturan rantai pada turunan. Kesulitan menjawab soal nomor 3 juga disebabkan pemahaman perkalian konstanta dengan bilangan berpangkat masih belum benar. Hal ini juga menjadi penyebab kesulitan mahasiswa menjawab soal nomor 3. Secara umum penyebab kesulitan menjawab soal nomor 3 adalah masih kurang memahami aturan rantai pada turunan dan konsep operasi pada bilangan berpangkat masih belum dipahami secara benar.
- d) Pada soal nomor 4, mahasiswa bingung menentukan turunan e^{5x} dan turunan x^3 serta tidak membaca petunjuk soal dengan benar sehingga di soal diminta sampai turunan ketiga maka mahasiswa hanya menyelesaikan sampai turunan kedua. Secara keseluruhan penyebab kesulitan mahasiswa dalam menjawab soal nomor 4 adalah karena masih kurang paham konsep turunan dan turunan eksponen, mahasiswa terbiasa mengikuti contoh langsung ketika membuka buku.

D. Simpulan

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan di atas, maka diperoleh simpulan penelitian ini antara lain: (1) kesulitan-kesulitan yang dialami mahasiswa dalam menyelesaikan soal ujian akhir semester pada mata kuliah Kalkulus Diferensial antara lain; (a) kesulitan memahami konsep, (b) kesulitan menerapkan konsep dalam menyelesaikan soal, (c) kesulitan dalam operasi perhitungan, (d) kesulitan memahami konsep prasyarat, dan (e) kesulitan dalam menyederhanakan bentuk Aljabar. (2) Penyebab kesulitan-kesulitan yang dialami mahasiswa antara lain: (a) pada soal

nomor 1, mahasiswa kurang teliti dalam membaca pertanyaan soal, bingung menentukan notasi turunan serta mahasiswa masih kurang memahami konsep turunan persamaan implisit, (b) pada soal nomor 2, mahasiswa tidak memeriksa kembali jawaban yang sudah dituliskan dan mahasiswa kurang paham menentukan turunan trigonometri. (c) pada soal nomor 3, mahasiswa kurang memahami aturan rantai pada turunan dan konsep operasi pada bilangan berpangkat. (d) pada soal nomor 4, mahasiswa masih kurang paham konsep turunan dan turunan eksponen, mahasiswa terbiasa mengikuti contoh langsung ketika membuka buku. Berdasarkan temuan dan pembahasan serta simpulan yang diperoleh maka peneliti memberikan beberapa saran untuk pembelajaran kalkulus diferensial antara lain: (a) Sebaiknya sebelum memasuki pembelajaran materi turunan maka pemahaman konsep prasyarat juga harus diperhatikan untuk dikuasi dengan baik. (b) Memilih metode atau model pembelajaran yang tepat untuk memfokuskan pada pemahaman konsep turunan, (c) Biasakan memberikan latihan dan mengerjakan ke depan kelas atau mengerjakan tanpa melihat catatan atau buku.

Daftar Pustaka

- Abi, A. M. (2016). Integrasi Etnomatematika dalam kurikulum Matematika sekolah. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 1(1), 1–6. Retrieved from <https://journal.stkip singkawang.ac.id/index.php/JPMI/article/view/75/52>
- Ario, M., Annajmi, & Isharyadi, R. (2020). Pengembangan video pembelajaran Kalkulus Diferensial berbasis pen tablet, 04(02), 1129–1142. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v4i2.363>
- Faizah, D. N. (2010). *Analisis kemampuan abstraksi matematis siswa kelas X ditinjau dari gaya belajar*. Retrieved from <http://repository.ump.ac.id/925/>
- Hayati, L., & Romdhini, M. U. (2012). Kalkulus Diferensial dan Integral oleh Fermat. *Pijar MIPA*, VII(1), 33–37.
- Imelda, I. (2018). Analisis kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan soal pemecahan masalah pada mata kuliah Aljabar dan Trigonometri, 4(1), 49–56. <https://doi.org/10.30743/mes.v4i1.868>
- Kumalasari, E. (2016). Analisis faktor kesulitan terhadap kesalahan penyelesaian soal Persamaan Linier berdasarkan klasifikasi

- Taksonomi Bloom (studi kasus terhadap mahasiswa Teknik Informatika 2015 / 2016), 2(2), 113–122.
<https://doi.org/10.37058/jp3m.v2i2.163>
- Rahma, N. (2013). Hakekat Pendidikan Matematika. *Al-Khwarizmi*, 2, 1–10.
- Ramadanti, F., & Pujiastuti, H. (2020). Analisis kesulitan mahasiswa pendidikan matematika menyelesaikan soal pada mata kuliah kalkulus I, 04(02), 487–494.
<https://doi.org/10.31004/cendekia.v4i2.248>
- Sopiany, A. N., & Rikayanti. (2018). Mensinergikan kemampuan Geometri dan Analisis pada mata kuliah Kalkulus Diferensial melalui bahan ajar berbasis Geogebra, 9(2), 164–173.
<https://doi.org/10.15294/kreano.v9i2.15965>
- Suryani, Y. E. (2010). Kesulitan belajar. *Magistra*, 22(73), 33–47.
- Waskitoningtyas, R. S. (2016). Analisis kesulitan belajar matematika siswa kelas v sekolah dasar kota balikpapan pada materi satuan waktu tahun akademik 2015/2016, 5(1), 24–32. Retrieved from <http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/jipm/article/view/852/778>