

Desain Didaktis Materi Turunan Fungsi Aljabar Berbasis Pembelajaran Daring

Mutiara Ayu Lestari¹, Arif Abdul Haqq^{2*}, Isti Hidayah², Isnarto Isnarto², Bambang Eko Susilo²

¹SMP Ar-Rahmat, Jalan Weragati Selatan, Palasah, Majalengka, Jawa Barat 45475, Indonesia

²Universitas Negeri Semarang, Jl. Kelud Utara III, Petompon, Kec. Gajahmungkur, Kota Semarang, Jawa Tengah 50237, Indonesia

*Corresponding Author: aahaqq@students.unnes.ac.id

Abstrak. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kesulitan belajar siswa khususnya pada materi turunan fungsi aljabar. Salah satu cara mengatasi kesulitan belajar siswa yaitu dengan membuat sebuah desain didaktis. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan desain didaktis materi turunan fungsi aljabar berbasis pembelajaran daring yang dianalisis berdasarkan hambatan belajar (learning obstacle) khususnya epistemological obstacle yaitu hambatan karena keterbatasan pengetahuan siswa. Penelitian ini difokuskan pada sub bab definisi turunan, sifat/aturan dalam turunan dan persamaan garis singgung. Metode penelitian yang digunakan ialah metode kualitatif dengan menerapkan jenis Didactical Desain Research yang dikembangkan oleh suryadi melalui 3 tahapan yaitu analisis prospektif yang hasilnya berupa rancangan desain didaktis, analisis metapedadidaktik yaitu analisis pada saat implementasi desain dan analisis retrospektif yang menghasilkan desain didaktis revisi. Metode pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan teknik triangulasi. Penelitian ini dilakukan pada kelas XI MIPA 2 sebagai kelas yang telah mempelajari materi turunan fungsi aljabar. berdasarkan hasil analisis learning obstacle pasca implementasi, terdapat pengurangan jumlah hambatan belajar siswa yang muncul pada pembelajaran materi turunan fungsi aljabar.

Kata kunci: hambatan epistemologi; lintasan belajar; desain didaktis; pembelajaran daring; turunan fungsi aljabar.

Abstract. This research is motivated by students' learning difficulties, especially in the material derived from algebraic functions. One way to overcome student learning difficulties is to make a didactic design. This study aims to produce a didactical design of learning-based learning-based algebraic derivative material which is analyzed based on learning obstacles, especially epistemological barriers, namely obstacles due to student limitations. This research is about the sub-chapter on the definition of the derivative of the equation of the function, the properties/rules in the derivative and the equation of the tangent line. The method used in this study is a qualitative method by applying the Research Design Didactic type developed by Suryadi through 3 stages, namely prospective analysis which results in a didactic design design, metapedadidactic analysis at the time of design implementation and retrospective analysis which results in a revised didactic design. The data collection method in this research uses triangulation technique. This research was conducted in class XI MIPA 2 as a class that has studied the derivatives of algebraic functions. based on the results of the post-implementation learning obstacle analysis, there is a reduction in the number of student learning barriers that appear in learning the material derived from algebraic functions.

Key words: epistemological obstacle; learning trajectory; didactic design; online learning; algebraic function derivative.

How to Cite: Lestari, M. A., Haqq, A. A., Hidayah, I., Isnarto, I., Susilo, B. E. (2022). Desain Didaktis Materi Turunan Fungsi Aljabar Berbasis Pembelajaran Daring. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana*, 2022. 137-151

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dalam berbagai aspek kehidupan tak terlepas dari peranan matematika di dalamnya. Melalui matematika, manusia dapat memiliki potensi untuk menghadapi tantangan globalisasi dan pesatnya ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) pada era globalisasi saat ini (Rahayu & Kusuma, 2019).

Kalkulus merupakan salah satu cabang dari ilmu matematika yang sangat sentral (Wahyuni, 2017). Salah satu cakupan dari ilmu kalkulus yaitu turunan yang mana membahas pengukuran sebuah fungsi yang berubah dengan ditandai perubahan nilai inputnya.

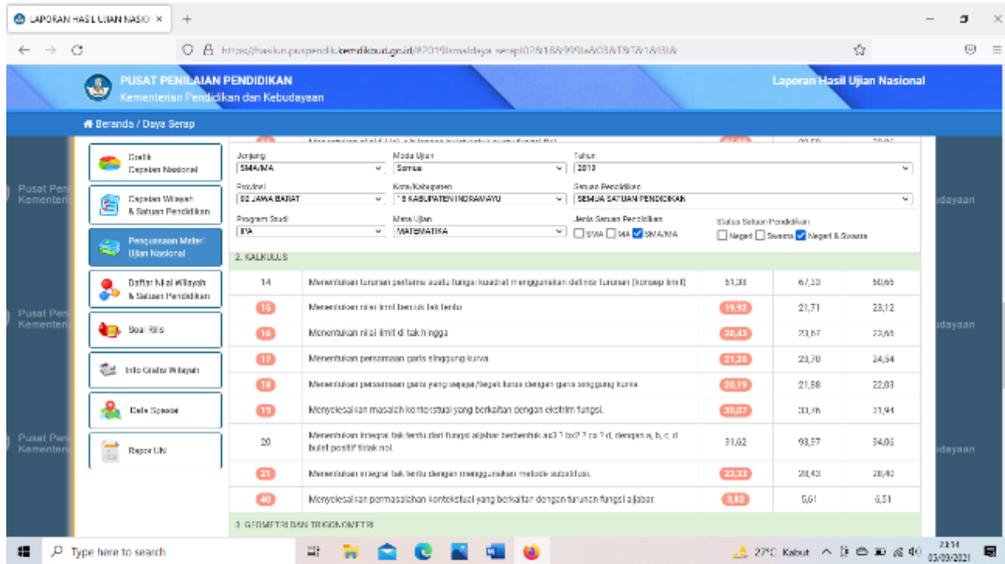
Turunan fungsi aljabar merupakan materi matematika wajib pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) kelas XI. Materi turunan banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti menentukan nilai maksimum dan minimum, menentukan kecepatan dan percepatan, menentukan laju fungsi dan lain-lain. Terdapat konsep abstrak dan mendalam dalam materi turunan fungsi aljabar (Lestari, Senjaya, & Ismunandar, 2019).

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan salah satu guru mata pelajaran matematika SMA Negeri 1 Indramayu, beliau menyatakan bahwa salah satu materi yang dianggap rumit untuk siswa adalah materi turunan. Karena materi

turunan mempunyai cakupan yang cukup luas dan banyak berkaitan dengan materi matematika lainnya.

Kesulitan siswa dalam pembelajaran matematika pokok materi turunan fungsi aljabar juga terlihat dari data Ujian Nasional (UN) Matematika tahun 2019 khususnya Kabupaten Indramayu. Indikator menyelesaikan permasalahan kontekstual yang

berkaitan dengan turunan di Kabupaten Indramayu masih mendapatkan presentase yang sangat rendah dan jauh dari rata-rata yaitu sebesar 3,82 % juga perolehan skor Provinsi sebesar 5,61% dan Nasional sebesar 6,51 %. (KEMENDIKBUD, 2019) Hal tersebut bisa disebabkan karena siswa tidak semua memahami secara keseluruhan tentang konsep, sifat maupun isi dari materi turunan.



Gambar 1. Hasil Ujian Nasional Matematika Kabupaten Indramayu Tahun 2019

Menurut Apriliyanto (2019) kesalahan siswa pada materi turunan fungsi aljabar salah satunya berupa kesalahan konsep dan operasi yaitu salah melakukan operasi hitung yang menyebabkan kesalahan pada hasil akhir pengoperasian turunan fungsi aljabar. Selanjutnya, penelitian Jumarni, Sugita, & Tandiyuk (2019) menjelaskan ketika siswa diberikan soal turunan fungsi aljabar untuk mencari turunan sebuah fungsi $f(x)$ berdasarkan definisi umum turunan yaitu

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

terlihat siswa belum memahami nilai suatu fungsi $f(x+h)$, siswa juga tidak menuliskan symbol turunan dan siswa kurang teliti mengoperasikan hitungan terkait bentuk aljabar.

Menurut (Brousseau, 2002) hambatan belajar/ *learning obstacle* diklasifikasikan kedalam 3 bentuk yaitu *ontological obstacle* (hambatan karena factor psikologi), *didactical obstacle* (hambatan karena penyajian bahan ajar) dan *epistemological obstacle* (hambatan yang berkaitan dengan factor kognitif seseorang).

Hambatan-hambatan belajar yang muncul pada penelitian terdahulu terjadi karena kemampuan

siswa yang terbatas pada keseluruhan materi yang ia pelajari. Hambatan tersebut biasa dikenal dengan hambatan epistemologis. Hambatan epistemologis merupakan hambatan yang disebabkan karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki siswa terhadap konteks tertentu (Parawansa & Siswanto, 2021).

Pembuatan desain didaktis merupakan salah satu cara untuk mengembangkan pembelajaran agar mengatasi hambatan-hambatan belajar yang muncul. Menurut (Haqq, Nasihah, & Muchyidin, 2018) desain didaktis merupakan rancangan pembelajaran yang dibuat secara sistematis sebagai bantuan untuk siswa mengatasi hambatan belajar. Dalam sebuah pembelajaran, desain didaktis memiliki peranan penting untuk meminimalisir *learning obstacle* (Wanasima & Utami, 2019).

Berdasarkan penelitian (Arumsari, Rosita, & Maharani, 2019), desain didaktis materi turunan dibuat dilengkapi dengan bahan ajar berupa modul untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa. hasil penelitian memperlihatkan peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi turunan yaitu sebesar 0,47.

Pada saat ini pembelajaran dirancang non tatap muka atau biasa dikenal dengan metode Dalam

Jaringan (Daring). Hal tersebut dikarenakan pandemi *covid-19* yang menyerang seluruh dunia khususnya Indonesia. Pembelajaran daring merupakan sebuah inovasi dunia Pendidikan untuk menjawab tantangan agar sumber belajar lebih variatif tanpa batasan tempat maupun waktu pembelajaran (Dewi, 2020).

Pada penelitian terdahulu, belum ada yang mengembangkan sebuah desain didaktis berbasis pembelajaran daring, sehingga pada penelitian ini akan dikembangkan sebuah desain didaktis materi turunan fungsi aljabar berbasis pembelajaran daring untuk mengatasi hambatan belajar yang muncul dan dapat digunakan untuk referensi pembelajaran guru pada era kemajuan teknologi informasi dan komunikasi seperti saat ini.

METODE

Penelitian ini menggunakan penelitian kualitatif dengan menerapkan jenis Didactical Desain Research (DDR). Menurut (Suryadi, 2013) DDR merupakan Hasil Analisis dari proses berpikir guru yang terjadi sebelum pembelajaran, pada saat pembelajaran dan setelah pembelajaran berlangsung dan hasilnya berupa desain didaktis inovatif. Suryadi juga menjelaskan bahwa desain didaktis terdiri atas 3 tahapan dasar yaitu 1) Analisis situasi didaktis sebelum pembelajaran yang wujudnya berupa desain didaktis hipotesis termasuk ADP; 2) analisis metapedadidaktik; 3) Analisis retrospektif yang mengaitkan antara analisis situasi didaktis sebelum pembelajaran dengan analisis metapedadidaktik.

Penelitian ini dilaksanakan di Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Indramayu yang berada di Jl

Soekarno Hatta no 2 Kecamatan Indramayu, Kabupaten Indramayu pada semester genap tahun ajaran 2020/2021.

Subjek pada penelitian ini yaitu siswa kelas XI MIPA 2 sebagai kelas uji *learning obstacle* yang sebelumnya telah mempelajari materi turunan fungsi aljabar dan siswa kelas XI IPS 3 sebagai kelas implementasi desain didaktis yang telah dibuat.

Instrumen penelitian yang digunakan berupa tes dan non tes. Instrument tes berupa Tes Kemampuan Respon (TKR) untuk mengetahui hambatan belajar siswa serta digunakan juga *post-test* setelah peneliti mengimplementasikan desain didaktis yang dibuat. Instrument non tes berupa lembar observasi, wawancara, angket serta dokumentasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian ini didapat melalui 3 tahapan yakni: 1) Analisis situasi didaktis sebelum pembelajaran yang wujudnya berupa desain didaktis hipotesis termasuk ADP; 2) analisis metapedadidaktik yang meneliti implementasi desain pembelajaran yang telah dibuat; 3) Analisis retrospektif yang mengaitkan antara analisis situasi didaktis sebelum pembelajaran dengan analisis metapedadidaktik (Suryadi, 2013).

Learning Obstacle atau hambatan belajar yang ditemukan berdasarkan uji soal Tes Kemampuan Respon (TKR) materi turunan fungsi aljabar yang diberikan kepada kelas XI MIPA 2 dan terdiri dari 5 soal. *Learning obstacle* dapat dideskripsikan sebagai berikut:

1. $f(x) = \sqrt[5]{x} \rightarrow f(x) = x^{\frac{1}{5}}$

$f'(x) = a \cdot n \cdot x^{n-1}$ / $f'(x) = n \cdot x^{n-1}$

$f'(x) = \frac{1}{5} \cdot x^{\frac{1}{5} - 1}$

$f'(x) = \frac{1}{5} \cdot x^{(-\frac{4}{5})}$

Gambar 1. Jawaban siswa soal *learning obstacle* nomor 1

Prediksi hambatan siswa berdasarkan jawaban soal nomor 1 yaitu siswa belum memahami definisi turunan disuatu titik yang di definisikan dengan $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$ hal tersebut dengan catatan jika limitnya ada atau bukan ∞ dan $-\infty$. Pada gambar

siswa menurunkan turunan suatu fungsi dengan rumus $f'(x) = a \cdot n \cdot x^{n-1}$ dan tidak membuktikan bahwa fungsi tersebut tidak memiliki turunan di titik $x = 0$.

$$\begin{aligned}
 2. \quad f(x) &= \frac{x^2 + 8}{x\sqrt{x}} \\
 f'(x) &= \frac{u'v - v'u}{v^2} \\
 &= \frac{(2x)(x\sqrt{x}) - (x^2 + 8)(\frac{3}{2}x^{\frac{1}{2}})}{(x\sqrt{x})^2} \\
 &= \frac{2x^2\sqrt{x} - (x^2\sqrt{x} + 8\sqrt{x})(\frac{3}{2})}{x^3} \\
 &= \frac{2x^2\sqrt{x} - 3x^2\sqrt{x} + 24\sqrt{x}}{-2x^3} \\
 &= \frac{-x\sqrt{x} + 24\sqrt{x}}{-2x^3} \rightarrow \frac{x^2\sqrt{x} - 24\sqrt{x}}{2x^2} \\
 f'(x) &= \frac{x^2 - 24}{2x^2\sqrt{x}}
 \end{aligned}$$

Gambar 2. Jawaban Siswa Soal Learning Obstacle Nomor 2

Dari jawaban di atas, terdapat kesalahan ketika materi turunan fungsi aljabar dan menjadi siswa mengoperasikan operasi bentuk aljabar. pengetahuan penting yang harus dimiliki siswa Siswa kesulitan untuk mengoperasikan bentuk untuk menyelesaikan permasalahan tentang aljabar didalam suatu pecahan. Operasi aljabar turunan fungsi aljabar sendiri menjadi prasyarat siswa mempelajari

$$\begin{aligned}
 2. \quad F(x) &= \frac{x^2 + 8 + 12}{x+4} \rightarrow \frac{x^2 + 8x + 10}{(x+4)} \\
 u(x) &= x^2 + 8x + 12 \\
 u'(x) &= 2x + 8 \\
 v(x) &= x + 4 \\
 v'(x) &= 1
 \end{aligned}$$

Gambar 3. Jawaban Siswa Soal Learning Obstacle Nomor 2

Gambar tersebut menunjukkan siswa tidak memahami bagaimana cara menuliskan notasi menuliskan informasi yang tepat terkait fungsi turunan pertama suatu fungsi dengan baik terlihat yang diberikan dalam soal. Siswa juga tidak setelah siswa menuliskan fungsi $f(x)$ siswa menggunakan rumus yang tepat untuk mencoba memberikan jawaban mengenai turunan menentukan turunan pertama dari fungsi fungsi tersebut dan menotasikannya dengan $u(x)$. pembagian sehingga siswa melakukan langkah pengerjaan yang salah. Siswa juga kurang

$$\begin{aligned}
 6. \quad \text{diketahui} & \quad \text{Maka garis Singgung} \\
 y &= (x-2)^3 & y - y_1 &= x - x_1 \\
 [x = 3] & & y - 1 &= x - 3 \\
 \hookrightarrow y &= (3-2)^3 & y &= x - 4 // \\
 &= 1^3 & & \\
 [y = 1] & & &
 \end{aligned}$$

Gambar 4. Jawaban Siswa Soal Learning Obstacle Nomor 5

Pada gambar diatas, siswa sudah dapat menentukan titik x dan y sebagai titik singgung.

Sementara itu, terdapat kesalahan dalam menentukan formula mencari persamaan garis singgung suatu kurva. Pada saat ditanya penyebab kesalahannya, siswa menjawab lupa. Hal tersebut tersebut karena kurangnya pemahaman siswa mengenai persamaan garis singgung kurva di suatu titik

Learning obstacle pada konsep materi turunan fungsi aljabar yaitu:

1. Siswa masih belum memahami tentang definisi dan konsep turunan fungsi aljabar yang berkaitan dengan konsep limit fungsi aljabar.
2. Siswa belum memahami notasi yang digunakan untuk menyatakan turunan fungsi aljabar.
3. Siswa masih mengalami hambatan pada materi prasyarat seperti pengoperasian bentuk aljabar.
4. Siswa mengalami hambatan dalam mengklasifikasikan rumus yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan mengenai sifat turunan suatu fungsi aljabar.
5. Siswa mengalami hambatan dalam mengklasifikasikan rumus yang digunakan untuk mencari persamaan garis singgung dari suatu fungsi dan titik singgung yang diberikan.

Selanjutnya desain didaktis dibuat berdasarkan antisipasi didaktis dan pedagogis serta respon siswa. terdiri dari 3 kali pertemuan sebagai berikut:

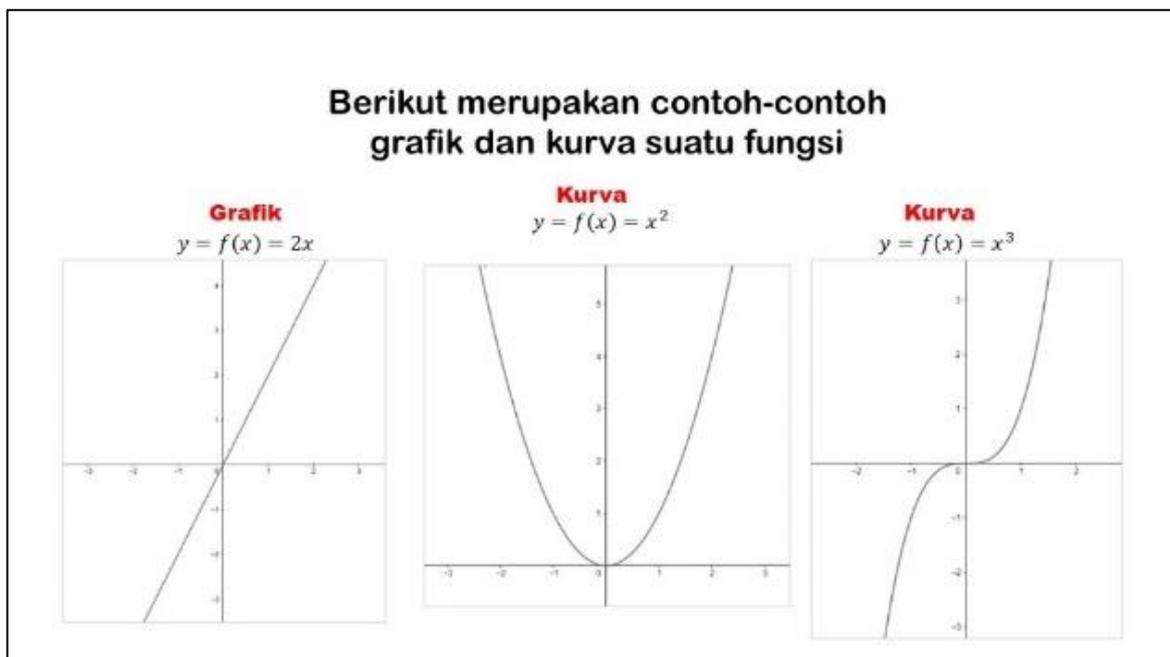
- a. Desain Didaktis Pertemuan Pertama

Menurut hasil analisis soal *learning obstacle* yang diberikan kepada siswa, kendala pertama muncul mengenai konsep turunan dan notasi turunan suatu fungsi aljabar. Siswa belum bisa memahami bagaimana definisi turunan fungsi aljabar dan belum menuliskan notasi turunan fungsi aljabar dengan benar.

Learning obstacle yang muncul dapat dikaitkan dengan penelitian (Jumarni, Sugita, & Tandiyuk, 2019) yang menjelaskan kesulitan siswa terhadap materi turunan yaitu belum pahamnya siswa mengenai definisi turunan khususnya fungsi $f(x + h)$ dan juga siswa belum menuliskan symbol-simbol turunan pada jawaban soal yang diberikan.

Pada penelitian (Jumarni, Sugita, & Tandiyuk, 2019) solusi yang ditawarkan yaitu dengan menerapkan model kooperatif tipe STAD, sedangkan peneliti mengembangkan sebuah desain didaktis pembelajaran daring berdasarkan teori dari Bruner yaitu dengan belajar penemuan atau *discovery learning* dimana guru mengkontruksi pemahaman siswa untuk menemukan dan memahami definisi dan notasi turunan fungsi aljabar.

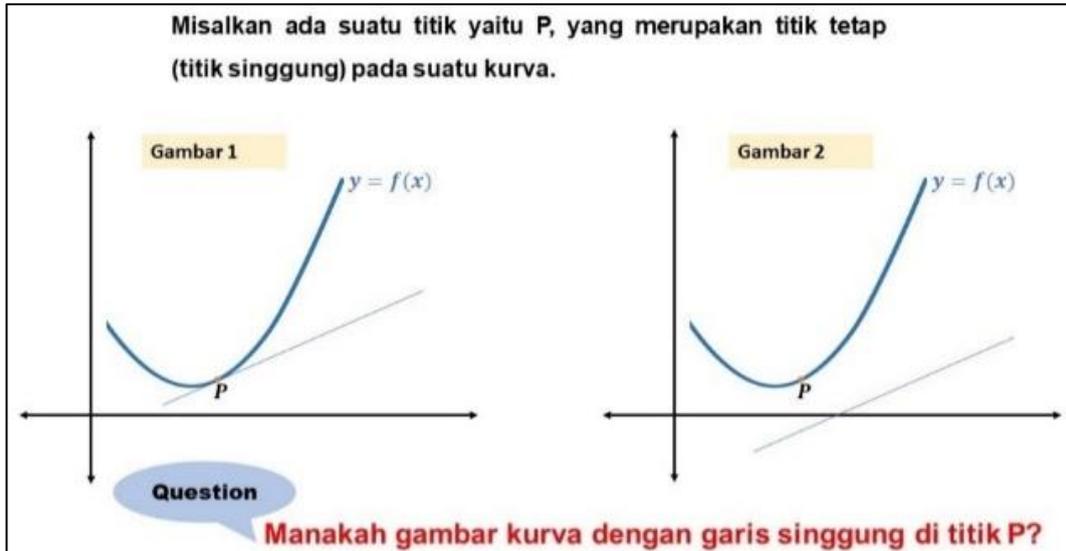
untuk mengenal konsep turunan, Pertama guru memberikan ilustrasi contoh grafik dan kurva suatu fungsi seperti pada gambar berikut:



Gambar 5. Desain Didaktis Awal Konsep Grafik Dan Kurva

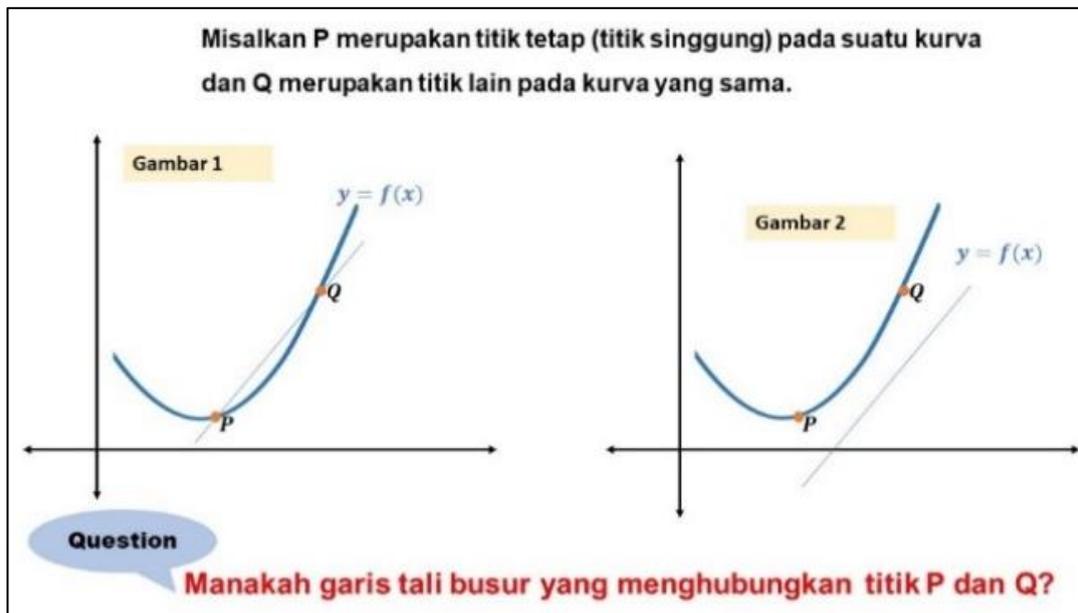
Selanjutnya guru menggambarkan sebuah ilustrasi titik tetap atau titik singgung pada kurva dan siswa diberikan pilihan untuk menentukan gambar kurva

dengan garis singgung disuatu titik. Hal ini bertujuan agar siswa dapat mengerti konsep visualisasi garis singgung suatu kurva.



Gambar 6. Desain Didaktis Konsep Garis Singgung

Setelah siswa memilih jawaban masing-masing kembali diberi pilihan berupa gambar yang benar guru mengklarifikasi jawaban yang benar yaitu untuk menentukan garis tali busur melalui ilustrasi pada gambar 1 dimana terdapat suatu garis yang yang diberikan oleh guru. menyinggung kurva $y = f(x)$ di titik P. Siswa



Gambar 7. Desain Didaktis Konsep Tali Busur

selanjutnya guru mengklarifikasi jawaban yang benar yaitu pada gambar 1 dimana terdapat suatu garis yang menghubungkan titik P dan Q dan menjelaskan hubungan dan perbedaan antara garis singgung dan tali busur melalui sebuah gambar:

Contoh
Carilah kemiringan garis singgung kurva $y = f(x) = x^2$ di titik (1,1).

Penyelesaian:

$$m = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

$$m = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(1+h) - f(1)}{h}$$

$$m = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{(1+h)^2 - 1^2}{h}$$

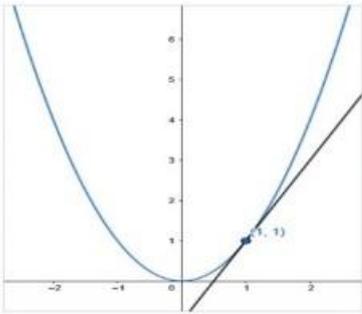
$$m = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{h^2 + 2h + 1 - 1}{h}$$

$$m = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{h^2 + 2h}{h}$$

$$m = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{h(h+2)}{h}$$

$$m = 0 + 2 = 2$$

Jadi, kemiringan/gradien garis singgung kurva $y = f(x) = x^2$ di titik (1,1) adalah 2.



Gambar 10. Contoh Soal Mencari Gradien Dengan Konsep Limit

Setelah siswa memahami konsep mencari gradien menstimulus siswa tentang keberkaitan konsep garis singgung melalui pendekatan limit, guru tersebut dengan definisi turunan fungsi.

DEFINITION 99

Turunan fungsi f adalah fungsi lain f' yang nilainya pada sebarang bilangan x yaitu:

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

Asalkan limitnya ada (tidak ∞ atau $-\infty$)

Artinya jika limit ada, maka fungsi f mempunyai turunan di titik x atau dapat didiferensialkan.

Notasi Turunan

Misalkan terdapat fungsi $y = f(x)$ maka $y' = f'(x) = \frac{dy}{dx} = \frac{df(x)}{dx}$ disebut

PP turunan pertama fungsi tersebut.

Gambar 11. Desain Didaktis Definisi Turunan

Desain yang dibuat diatas ditunjukkan untuk mengatasi *learning obstacle* siswa dalam memahami konsep definisi turunan fungsi aljabar yang didefinisikan dengan $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$ dengan asumsi adanya nilai limit yang didapatkan.

Selanjutnya guru memberikan contoh-contoh mencari turunan pertama dengan definisi turunan seperti pada gambar dibawah ini. Contoh soal dibuat dengan bentuk yang berbeda. Artinya siswa disuguhkan dengan fungsi yang dapat/tidak dapat didiferensialkan di suatu titik.

Contoh-contoh

1

Andaikan $f(x) = 13x - 6$ maka carilah $f'(4)$!

Penyelesaian:

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

$$f'(4) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(4+h) - f(4)}{h}$$

$$f'(4) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{[13(4+h) - 6] - [13(4) - 6]}{h}$$

$$f'(4) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{13h}{h}$$

$$f'(4) = \lim_{h \rightarrow 0} 13$$

$$f'(4) = 13$$

2

Jika $f(x) = \frac{1}{x}$, carilah $f'(x)$!

Penyelesaian:

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{\frac{1}{x+h} - \frac{1}{x}}{h}$$

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{\frac{x - (x+h)}{(x+h)x}}{h}$$

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{-h}{(x+h)x} \cdot \frac{1}{h}$$

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{-1}{(x+h)x}$$

$$f'(x) = \frac{-1}{x^2}$$

Daerah asal $f'(x) = \frac{-1}{x^2}$ adalah semua bilangan riil kecuali $x = 0$. (karena hasil limitnya $\infty / -\infty$)

Gambar 13. Desain Didaktis Contoh Soal Turunan Fungsi Aljabar

Sebagai bentuk refleksi, pada bagian akhir pembelajaran, siswa diberikan soal-soal sebagai berikut

Latihan

Selamat Mengerjakan! 😊

1. Tentukan gradien garis singgung kurva $f(x) = x^2 + x$ di titik $(-2, 2)$!
2. Dengan menggunakan definisi turunan $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$, tentukan turunan pertama fungsi $f(x) = 3x^2 - 6$!

Gambar 12. Latihan Soal Desain Pembelajaran Pertama

Tabel 1. Antisipasi Didaktis Pedagogis Pertemuan Pertama

No	Learning obstacle	Antisipasi Didaktis	Antisipasi pedagogis
1.	Siswa belum bisa memahami bagaimana definisi turunan fungsi aljabar dan belum menuliskan notasi turunan fungsi aljabar dengan benar.	siswa mengkontruksi pengetahuan mengenai hubungan garis sekan dan garis singgung sehingga memahami konsep gradien garis singgung yang dapat diterapkan dalam definisi turunan fungsi aljabar	Guru selalu melakukan interaksi dengan siswa dan memberikan pertanyaan yang bertujuan untuk memantau pembelajaran dan mengetahui pemahaman siswa terkait materi turunan fungsi aljabar.
2.	Siswa belum memahami notasi turunan fungsi aljabar.	Siswa memahami penjelasan guru mengenai definisi dan notasi yang digunakan dalam turunan fungsi aljabar.	Guru melakukan tanya jawab mengenai notasi yang digunakan dalam turunan fungsi aljabar.

b. Desain Didaktis Pertemuan Kedua dengan sifat turunan suatu fungsi aljabar, *Learning obstacle* kedua yang muncul kaitannya diantaranya:

- Siswa masih mengalami hambatan pada materi prasyarat seperti pengoperasian bentuk aljabar.
- Siswa mengalami hambatan dalam mengklasifikasikan rumus yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tentang sifat turunan suatu fungsi bentuk aljabar.

Learning obstacle yang muncul tersebut sama halnya pada penelitian (Rahman, Sukayasa, & Murdiana, 2016). siswa mengalami kesulitan dalam materi turunan terlihat dari kesalahan siswa dalam mengoperasikan perhitungan aljabar dan belum pahamnya siswa mengenai penentuan turunan menggunakan sifat turunan fungsi aljabar. Hal tersebut dikarenakan keterlibatan siswa yang kurang aktif pada saat menyelesaikan tugas yang diberikan guru pada saat pembelajaran sehingga

pada penelitian (Rahman, Sukayasa, & Murdiana, 2016) memberikan sebuah solusi berupa penerapan model pembelajaran langsung untuk mengatasi learning obstacle tersebut,

Pada Penelitian ini, penulis memberikan sebuah solusi dengan memberikan handout sub materi sifat-sifat turunan fungsi beserta contoh serta asal mula pemerolehan rumusnya. Hal ini diterapkan agar siswa secara mandiri membaca dan menganalisis rumus-rumus serta sifat-sifat turunan fungsi aljabar ditempat masing-masing.

Kedua, siswa diberikan latihan untuk mencocokkan sifat dan rumus turunan agar siswa lebih memahami mengenai sifat dan rumus turunan fungsi aljabar. Hal ini juga dimaksudkan sebagai alternatif lain untuk merangkum dan mengaplikasikan hasil bacaan mengenai sifat-sifat turunan fungsi aljabar.

PASANGKAN SIFAT TURUNAN FUNGSI BERIKUT DENGAN RUMUS YANG SESUAI!



LET'S FIND!

<ol style="list-style-type: none"> 1. $f(x) = c$ 2. $f(x) = x$ 3. $f(x) = x^n$ 4. $f(x) = k \cdot u(x)$ 5. $f(x) = u(x) + v(x)$ 6. $f(x) = u(x) - v(x)$ 7. $f(x) = u(x) \cdot v(x)$ 8. $f(x) = \frac{u(x)}{v(x)}$ 9. $f(x) = \{u(x)\}^n$ 	<ol style="list-style-type: none"> a. $f'(x) = ku'(x)$ b. $f'(x) = u(x) \cdot v'(x) + v(x) \cdot u'(x)$ c. $f'(x) = \frac{v(x) \cdot u'(x) - u(x) \cdot v'(x)}{v^2(x)}$ d. $f'(x) = u'(x) + v'(x)$ e. $f'(x) = nx^{n-1}$ f. $f'(x) = n\{u(x)\}^{n-1} \cdot u'(x)$ g. $f'(x) = 1$ h. $f'(x) = u'(x) - v'(x)$ i. $f'(x) = 0$
--	--

Gambar 13. Desain Didaktis Sifat-Sifat Turunan Fungsi Aljabar

Setelah siswa memberikan hasil pencocokan rumus dengan sifat-sifatnya, Guru mengklarifikasi jawaban yang benar. Lalu, diswa diberikan latihan untuk mengerjakan soal-soal mengenai sifat turunan fungsi agar lebih terampil.

Soal dibuat dengan fungsi yang beragam agar siswa dapat mengeksplor dan mengerjakan soal mengenai turunan fungsi aljabar dengan baik. Pemberian soal pada desain ini berdasarkan Teori Piaget. Menurut (Ibda, 2015) siswa pada usia 12 tahun ke atas akan memiliki kemampuan untuk menggunakan penalaran secara lebih abstrak,

idealis dan logis. Atas dasar tersebut, siswa dapat memahami sifat/aturan turunan fungsi aljabar dengan dilatih mengerjakan latihan-latihan soal agar konsep abstrak dalam materi turunan fungsi aljabar ini dapat tereduksi.

Prediksi respon siswa setelah diberikan soal tersebut yakni siswa masih salah dalam mengklasifikasikan rumus yang dipakai untuk menyelesaikan soal tersebut. Solusinya, siswa diberikan jawaban yang sesuai dan diminta untuk memperbaiki dan mengevaluasi jawaban tersebut.

Tabel 2. Antisipasi Didaktis Pedagogis Pertemuan Kedua

No	Learning Obstacle	Antisipasi Didaktis	Antisipasi Pedagogis
1.	Siswa masih mengalami hambatan pada materi prasyarat yaitu tentang pengoperasian bentuk aljabar.	Siswa memperbanyak latihan mengenai operasi hitung aljabar yang berkaitan dengan fungsi turunan.	Guru selalu melakukan interaksi dengan siswa dan mendiskusikan serta melakukan tanya jawab mengenai soal-soal khususnya terkait operasi hitung aljabar.
2.	Siswa mengalami hambatan dalam mengklasifikasikan rumus yang digunakan untuk menyelesaikan masalah mengenai sifat turunan suatu fungsi bentuk aljabar.	Siswa mengkontruksi pengetahuan mengenai sifat-sifat/aturan turunan fungsi aljabar dan memahami penyelesaian masalah turunan suatu fungsi aljabar.	Guru mengecek jawaban penyelesaian siswa mengenai permasalahan sifat/aturan turunan fungsi aljabar.

c. Desain Didaktis Pertemuan Ketiga

Hasil dari uji *learning obstacle* memperlihatkan bahwa siswa mengalami hambatan dalam mengklasifikasikan rumus yang digunakan untuk mencari persamaan garis singgung dari suatu fungsi dan titik singgung yang diberikan.

Pada penelitian (Arumsari, Rosita, & Maharani, 2019) sebagian siswa mengalami kesulitan dalam memahami pernyataan yang telah diberikan dalam soal persamaan garis singgung sehingga siswa kesulitan untuk menuliskan jawaban yang diberikan. Solusi yang diberikan pada penelitian tersebut berupa diberikannya masalah mengenai persamaan garis singgung kurva sebagai antisipasi didaktis dan menggunakan metode tutor sebaya sebagai

antisipasi pedagogis.

Pada penelitian ini peneliti mengatasi hambatan belajar yang muncul dengan menstimulus siswa untuk mengingat cara mencari gradien kurva di suatu titik dan hubungannya dengan turunan fungsi aljabar. Hal ini ditunjukkan agar siswa memahami bahwa gradien garis singgung dapat dikaitkan dengan penggunaan turunan pertama suatu fungsi atau bisa juga di tuliskan dalam $m=f'(x_1)$.

Selanjutnya, guru memberikan contoh menyelesaikan permasalahan mengenai gradien suatu garis singgung kurva di sebuah titik menggunakan turunan pertama suatu fungsi juga menggunakan aturan/sifat turunan fungsi yang sudah dipelajari pada pertemuan sebelumnya.

Contoh
Tentukan gradien garis singgung fungsi $f(x) = -x^2 + 4x - 2$ di titik (3,1)!



Jawab:

$$f(x) = -x^2 + 4x - 2$$

$$f'(x) = -2x + 4$$

$$m = f'(x_1)$$

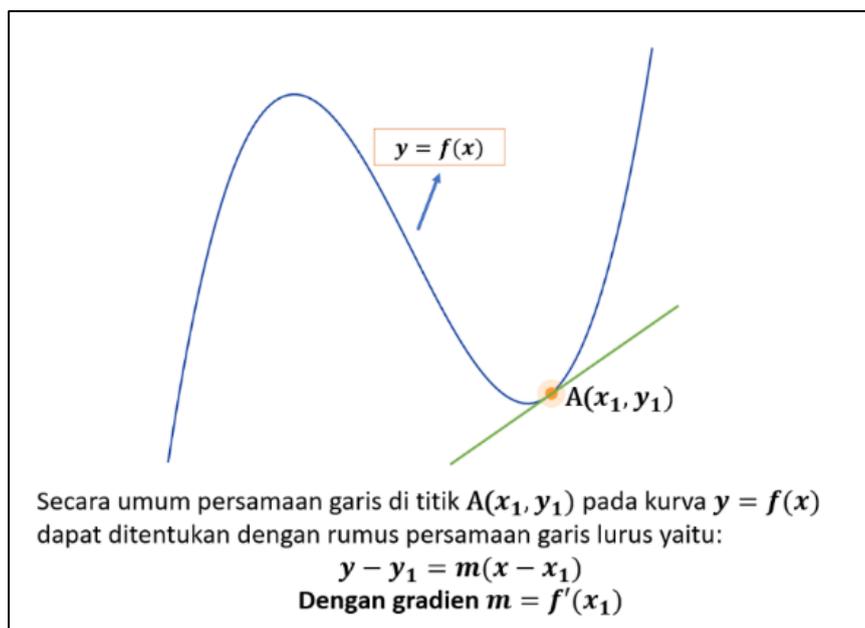
$$m = -2(3) + 4$$

$$m = -6 + 4$$

$$m = 2$$

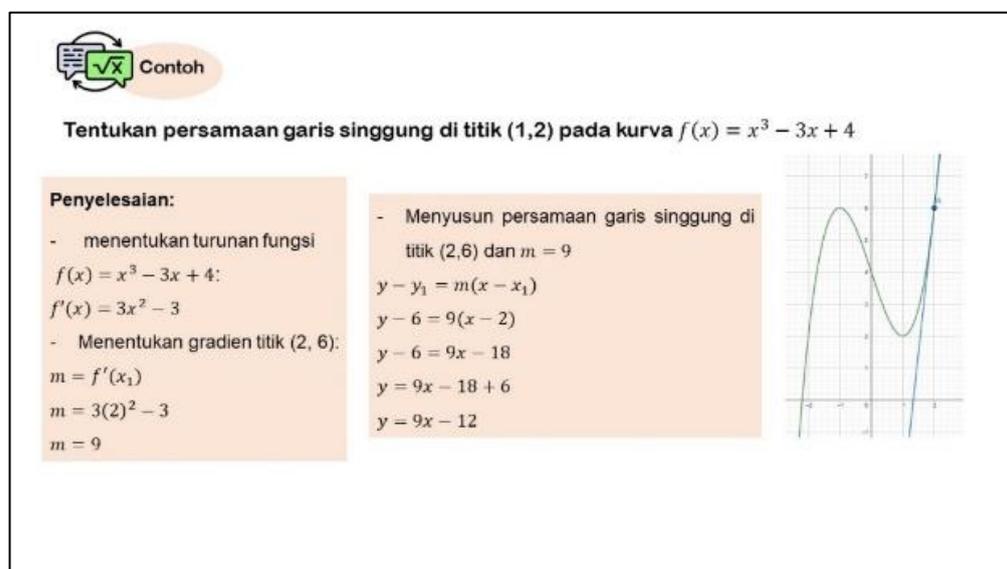
Gambar 14. Desain Didaktis Contoh Mencari Gradien Garis Singgung

guru memberikan ilustrasi gambar mengenai konsep garis singgung dan persamaan garis singgung sebagai berikut:



Gambar 15. Desain Didaktis Konsep Persamaan Garis Singgung

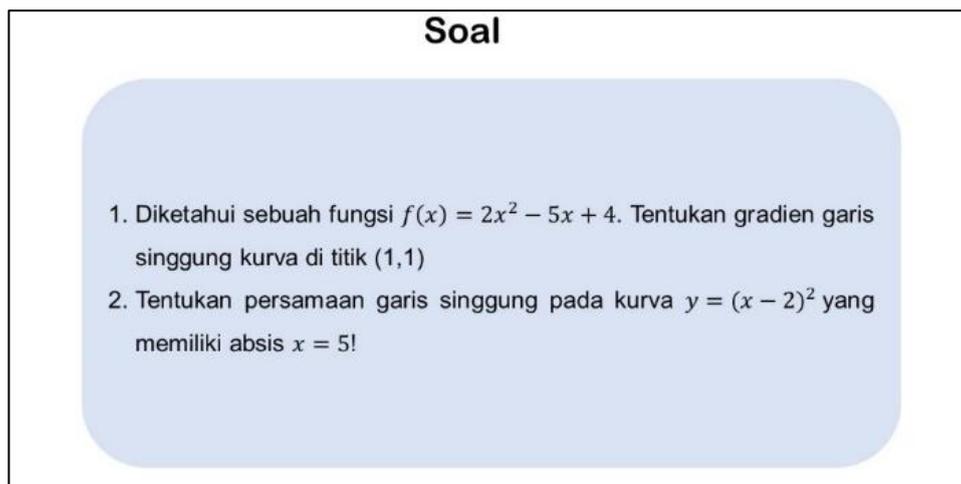
Desain tersebut bertujuan agar siswa dapat mengkonstruksi pengetahuan tentang persamaan garis singgung kurva disuatu titik. Selanjutnya, guru memberikan contoh soal mengenai persamaan garis singgung.



Gambar 16. Desain Didaktis Soal Persamaan Garis Singgung

Pada saat pembelajaran berlangsung, guru siswa mengirimkan jawaban yang benar, Sebagian membuka sesi diskusi sebagai interaksi dengan siswa mengirimkan jawaban yang kurang tepat dan siswa sesuai dengan teori vygotski yang mana Sebagian lainnya tidak merespon karena tidak bisa. interaksi pembelajaran walaupun berbasis daring Antisipasinya yaitu guru memberikan klarifikasi akan sangat berguna untuk membantu siswa dalam jawaban yang benar. memahami pembelajaran. Latihan Soal dibuat dalam bentuk sebagai berikut:

Respon siswa yang terprediksi yaitu Sebagian



Gambar 17. Latihan Soal Desain Pembelajaran Ketiga

Tabel 3. Antisipasi Didaktis Pedagogis Pertemuan

No	Learning Obstacle	Antisipasi Didaktis	Antisipasi Pedagogis
1.	Siswa mengalami hambatan dalam meng-klasifikasikan rumus yang digunakan untuk mencari persamaan garis singgung dari suatu fungsi dan titik singgung yang diberikan.	Siswa mengkontruksi pengetahuan tentang hubungan konsep gradien garis singgung dengan turunan pertama suatu fungsi dan menstimulus siswa tentang persamaan garis singgung di suatu titik.	Guru selalu melakukan interaksi dengan siswa dan mendiskusikan serta melakukan tanya jawab tentang contoh soal mencari gradien maupun persamaan garis singgung kurva di suatu titik.

Implementasi desain didaktis dilaksanakan 3 pertemuan dan setiap pertemuan dirancang untuk dapat mempelajari sub bab yang telah ditentukan. Siswa dapat mengikuti alur pembelajaran dengan baik dan aktif pada saat pembelajaran. Tetapi beberapa kendala masih muncul sehingga guru perlu membuat antisipasi respon siswa yang dibutuhkan.

Setelah implementasi desain didaktis dilakukan, peneliti kembali memberikan soal-soal *learning obstacle* untuk mengetahui hambatan yang masih muncul setelah implementasi desain. Dari hasil uji *Learning obstacle* yang diberikan, hambatan-hambatan yang muncul sebelum implementasi dilakukan terlihat berkurang.

Tunjukkan bahwa $f(x) = x^{\frac{1}{5}}$ tidak memiliki turunan di titik $x = 0$!

jawab

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{[(0+h)^{\frac{1}{5}} - (0)^{\frac{1}{5}}]}{h}$$

$$= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{0^{\frac{1}{5}} - 0^{\frac{1}{5}}}{h}$$

$$= \lim_{h \rightarrow 0} 0$$

Gambar 18. Jawaban Siswa Terhadap Uji *Learning Obstacle* Akhir Nomor 1

Dilihat dari gambar, siswa sudah menggunakan langkah yang tepat untuk menyelesaikan soal namun siswa melakukan kesalahan operasi sehingga siswa mendapatkan hasil akhir yang tidak sesuai. Siswa juga tidak memberikan kesimpulan bahwa fungsi tersebut tidak mempunyai turunan di suatu titik. Pada saat diwawancara siswa menjawab hanya mengerti

definisi turunan yaitu $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h)-f(x)}{h}$ dan tidak memahami pengecualian jika hasil limitnya tidak ada maka fungsi tersebut tidak bisa didiferensialkan. Siswa juga kurang memperhatikan contoh yang serupa.

$$\begin{aligned}
 f(x) &= \frac{x^2 + 8}{x \cdot \sqrt{x}} \text{ tentukan } f'(x) \\
 f(x) &= \frac{x^2 + 8}{x \sqrt{x}} = \frac{x^2}{\sqrt{x}} = -2 \cdot x^{-\frac{1}{2}} \\
 f'(x) &= x^{-\frac{3}{2}} = 0 \\
 &= \frac{-2}{\sqrt{x}} + 2x \cdot \frac{0}{x \sqrt{x}} \\
 &= \frac{-2}{\sqrt{x}} + \frac{0}{\sqrt{x}} = 0
 \end{aligned}$$

Gambar 19. Jawaban Siswa Terhadap Uji *Learning Obstacle* Akhir Nomor 2

Pada gambar, siswa belum memahami cara mencari turunan hasil bagi dan belum menggunakan langkah yang sesuai untuk mencari turunan hasil bagi suatu fungsi.

Berikut merupakan hambatan siswa untuk uji *learning obstacle* akhir yang masih muncul setelah implementasi:

1. Siswa hanya memahami Sebagian mengenai definisi turunan yaitu $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h)-f(x)}{h}$ tanpa memperhatikan nilai limit yang didapat.
2. Siswa masih melakukan kesalahan operasi bentuk aljabar terutama bentuk pecahan.
3. Siswa masih belum memahami aturan yang digunakan untuk mencari turunan fungsi aljabar terutama pada aturan hasil bagi, hasil kali dan fungsi komposisi.

Learning obstacle yang masih muncul selanjutnya dijadikan evaluasi untuk membuat suatu desain didaktis revisi (desain empiric). Sebagian besar dari desain didaktis awal masih dapat di gunakan hanya terdapat perbaikan dibagian-bagian tertentu.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dianalisis, maka peneliti dapat memberikan kesimpulan sebagai berikut:

Learning obstacle pada konsep materi turunan fungsi aljabar yaitu: 1) siswa masih belum memahami tentang definisi dan konsep

turunan fungsi aljabar yang berkaitan dengan konsep limit fungsi aljabar, 2) siswa belum memahami notasi yang digunakan untuk menyatakan turunan fungsi aljabar, 3) siswa masih mengalami hambatan pada materi prasyarat seperti pengoperasian bentuk aljabar, 4) siswa mengalami hambatan dalam mengklasifikasikan rumus yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan sifat-sifat turunan fungsi aljabar, dan 5) siswa mengalami hambatan dalam mengklasifikasikan rumus yang digunakan untuk mencari persamaan garis singgung dari suatu fungsi dan titik singgung yang diberikan.

Desain Didaktis dikembangkan berdasarkan hasil identifikasi *learning obstacle* berupa desain pembelajaran daring yang dilengkapi dengan handout dengan teori belajar yang relevan. Desain didaktis terdiri dari 3 Pertemuan dengan bahasan tiap pertemuan masing-masing mengenai konsep turunan fungsi aljabar, sifat/aturan turunan fungsi dan persamaan garis singgung.

Implementasi desain didaktis konsep materi turunan fungsi aljabar berdasarkan pembelajaran daring berupa respon dan antisipasi guru pada saat pembelajaran. Siswa memberikan respon yang sesuai dengan prediksi desain yang telah dibuat. Adapun respon yang tidak terprediksi dapat diantisipasi dengan solusi yang diambil pada saat pembelajaran daring berlangsung.

Desain didaktis revisi (*empiric desain*) disusun berdasarkan hasil implementasi desain didaktis yang telah dibuat dan analisis *learning obstacle* akhir. Sebagian besar dari desain didaktis awal masih dapat di gunakan hanya terdapat perbaikan dibagian-bagian tertentu.

REFERENSI

- Apriliyanto, B. (2019). Analisis Kesalahan Siswa dalam Pemecahan Masalah Turunan Fungsi ALjabar. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 117-125.
- Arumsari, W., Rosita, C. D., & Maharani, A. (2019). Desain Bahan Ajar Materi Turunan untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa. *Edu-Mat*, 1-7.
- Brousseau, G. (2002). *Theory of Didactical Situation*. New York: Kluwer Academic Publisher.
- Dewi, W. A. (2020). Dampak Covid-19 Terhadap Implementasi Pembelajaran Daring di Sekolah Dasar. *Edukatif*, 55-61.
- Haqq, A. A., Nasihah, D., & Muchyidin, A. (2018). Desain Didaktis Materi Lingkaran Pada Madrasah Tsanawiyah. *EduMa*, 71-82.
- Ibda, F. (2015). Perkembangan Kognitif: Teori jean Piaget. *Intelektualita*, 27-38.
- Jumarni, Sugita, G., & Tandiayuk, M. B. (2019). Penerapan Model Kooperatif tipe STAD untuk Meningkatkan Hasil Belajar Turunan Fungsi Aljabar. *Jurnal Elektronik Pendidikan Matematika Tadulako (JEPMT)*, 169-482.
- KEMENDIKBUD. (2019). *Penguasaan Materi Ujian Nasional (UN)*. hasilun.puspendik.kemdikbud.go.id.
- Lestari, A. I., Senjaya, A. J., & Ismunandar, D. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android Menggunakan Appy Pie untuk Melatih Pemahaman Konsep Turunan Fungsi Aljabar. *Pedagogy*, 1-9.
- Parawansa, F. A., & Siswanto, R. D. (2021). Hambatan Epistemologi Peserta Didik dalam menyelesaikan Aritmatika Sosial Berdasarkan Gaya Belajar dan Perbedaan gender. *Jurnal Cendekia*, 2532-2547.
- Rahayu, L. D., & Kusuma, A. B. (2019). Peran Pendidikan Matematika di Era Globalisasi. *Sendika*, (pp. 534-541).
- Rahman, A., Sukayasa, & Murdiana, I. (2016). Penerapan Model Pembelajaran Langsung untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Turunan Fungsi Aljabar di Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Balaesang. *Aksioma*, 326-341.
- Suryadi, D. (2013). Didactical Design Research (DDR) dalam Pembelajaran Matematika. *STKIP Siliwangi* (pp. 3-12). Bandung: Academia.
- Wahyuni, A. (2017). Analisis Hambatan Belajar Mahasiswa pada Mata Kuliah Kalkulus Dasar. *JNPM*, 10-23.
- Wanasima, I. B., & Utami, L. D. (2019). Desain Bahan Ajar Berbasis Koneksi Matematis. (pp. 752-757). Semarang: Universitas Negeri Semarang.