

Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Pemecahan Masalah pada Mata Kuliah Persamaan Diferensial

Yuliana P. Naisunis¹, Prida N. L. Taneo², Farida Daniel³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Matematika, STKIP Soe.

E-mail: ¹naisunisina@gmail.com, ³staffaridaniel@stkipsoe.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesalahan apa saja yang dilakukan oleh mahasiswa dalam pemecahan masalah pada mata kuliah persamaan diferensial. Penelitian ini dilaksanakan di Kampus STKIP Soe pada semester genap tahun akademik 2016/2017 dengan subjek penelitian sebanyak 15 mahasiswa. Penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif dengan teknik pengumpulan datanya melalui observasi, analisis hasil kerja dan wawancara. Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis *Miles and Huberman* dengan uji keabsahan data menggunakan triangulasi teknik. Triangulasi teknik dilakukan dengan observasi, analisis hasil kerja mahasiswa dan wawancara. Hasil penelitian ini adalah kesalahan yang dilakukan mahasiswa pada tahap pertama meliputi kesalahan fakta 7%, kesalahan konsep 13.33%, kesalahan dan operasi 7%. Kesalahan tahap kedua yaitu kesalahan fakta 13.33%, kesalahan konsep 13.33% dan juga operasi 13.33%. Kesalahan tahap ketiga adalah kesalahan fakta 12.22, kesalahan konsep 50.56%, kesalahan prinsip 16.67% dan kesalahan operasi 15% serta seluruh mahasiswa melakukan kesalahan tahap empat karena tidak melakukan pengecekan kembali dalam tahapan pemecahan masalah. Solusi yang ditawarkan yaitu mahasiswa harus dibiasakan untuk lebih teliti dalam menyelesaikan soal sesuai tahapan pemecahan masalah khususnya pengecekan kembali serta memperdalam kemampuan dasar turunan dan integralnya..

Kata Kunci: analisis kesalahan, pemecahan masalah, persamaan diferensial.

Analysis of Student Errors Inolving Problems in the Course of Differential Equations

Abstract

The purpose of this is research was to know of errors made by student in solving problems in the course of differential equations. This research was conducted at STKIP Soe Campus in the even semester of academic year 2016/2017 with subjects in this research as many as 15 students. this type of research is qualitative descriptive with the technique of collecting data through observation, analysis of work result and interview. The data analysis technique is Miles and Huberman analysis technique with validity test data by triangulation technique. Triangulation technique is done by observation, analysis of student work and interview. The results of this study is the mistakes made by students in the first stage includes 7% fact errors, 13.33% concept error, 7% error and operation. The second phase error is 13.33% error fact, 13.33% concept error and 13.33% operation. The third stage error is fact errors 12.22, concept error 50.56%, 16.67% principle errors and 15% operation errors and all students make a four stage error for not checking again in the troubleshooting stages. The solution offered is that students begin to be familiarized to solve the problem in accordance with the stages of problem solving, especially the re-checking and the students must deepen their basic and integral abilities. In addition, students must be more thorough in solving the problem so that mistakes that need not be done can be minimized.

Keywords: error analysis, differential equations, problem solving.

PENDAHULUAN

Capaian pembelajaran lulusan di perguruan tinggi yang dirumuskan dalam Standar Nasional Pendidikan Tinggi (SN Dikti) yakni menghasilkan lulusan yang memiliki empat

kompetensi dalam hal sikap, pengetahuan, keterampilan umum dan keterampilan khusus. SN Dikti merumuskan keterampilan umum yang harus dimiliki oleh lulusan sarjana diantaranya tepat dalam pengambilan keputusan dan dalam menyelesaikan masalah sesuai dengan bidang keahliannya yang didasarkan pada hasil analisis informasi dan data yang diperoleh (Permenristekdikti nomor 44 tahun 2015). NCTM (2000, p.7) merumuskan salah satu tujuan pembelajaran matematika yaitu belajar memecahkan masalah (*problem solving*). Pemecahan masalah matematika penting untuk diajarkan, karena dengan belajar memecahkan masalah, mahasiswa tidak akan kehilangan makna dari mempelajari suatu konsep atau prinsip dalam matematika karena dapat diaplikasikan dalam memecahkan masalah (Widodo, 2013).

Organization for Economic Cooperation and Developments/OECD (2016) melakukan studi yang berkaitan dengan kemampuan matematika, membaca dan sains pada siswa menyatakan bahwa Indonesia berada pada peringkat 63 dari 70 negara yang berpartisipasi pada tahun 2015 dalam ajang *the Programme for International Student Assessment (PISA)* dengan perolehan skor 386 dan masih dibawah dari skor rata-rata internasional yaitu 490. Hasil penelitian PISA ini menurut Pranoto mengindikasikan bahwa siswa Indonesia lemah dalam memodelkan dan menafsirkan masalah matematika ke dalam situasi nyata. Persamaan Diferensial merupakan salah satu mata kuliah di perguruan tinggi yang berkaitan dengan permasalahan pemodelan matematika dari masalah kontekstual (Kartikasari dan Khotimah, 2015). Persamaan diferensial merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus diambil oleh mahasiswa pendidikan matematika di STKIP Soe. Berdasarkan analisis hasil kerja mahasiswa dalam menyelesaikan soal persamaan diferensial, diketahui bahwa terdapat kesalahan-kesalahan yang dilakukan mahasiswa. Kesalahan-kesalahan itu diantaranya kesalahan dalam melakukan integral, kesalahan dalam melakukan operasi hitung, kesalahan dalam melakukan turunan pada turunan pertama dan turunan kedua dari suatu fungsi. Menurut Sukirman, kesalahan adalah penyimpangan terhadap hal-hal yang benar yang bersifat sistematis, konsisten dan insidental. Kesalahan yang sifatnya sistematis dan konsisten dipengaruhi oleh kompetensi siswa, sedangkan yang sifatnya insidental tidak dipengaruhi oleh kompetensi siswa (Amir, 2015). Kesalahan terbagi atas empat jenis yakni kesalahan fakta, konsep, prinsip dan operasi. Menurut Hudojo dan Masriyah, fakta adalah segala sesuatu yang telah disepakati untuk menyatakan suatu ide dan dinyatakan dalam bentuk kata maupun simbol, sedangkan konsep adalah ide yang dibentuk dari melihat persamaan sifat-sifat yang digunakan untuk mengelompokkan objek itu sendiri. Pemahaman akan suatu konsep dapat membantu seseorang untuk membedakan suatu ide apakah termasuk ke dalam konsep atau bukan (Amir, 2015).

Analisis hasil kerja mahasiswa dalam menyelesaikan soal persamaan diferensial menunjukkan terdapat beberapa kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa. Kesalahan-kesalahan tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 1.

2. $y'' + 5y' + 4 = 0$ dengan $y = e^{-4x}$.

$y = e^{-4x}$

$y' = 2e^{-5x}$

$y'' = 4e^{-6x}$

$y'' + 5y' + 4 = 0$ dgn $y = e^{-4x}$.

$= 4e^{-6x} + 5(2e^{-5x}) + 4 = 0$

$= 4 + 10 + 4 = 0$

Gambar 1. Hasil Kerja Mahasiswa

Gambar 1 menunjukkan bahwa mahasiswa melakukan kesalahan dalam menurunkan fungsi $y = e^{-4x}$ pada turunan pertama dan kedua, kesalahan ini disebut kesalahan konsep dan juga kesalahan operasi yaitu salah melakukan operasi pada bilangan berpangkat. Kesalahan-kesalahan mahasiswa dalam pemecahan masalah perlu diidentifikasi sehingga bisa dicari solusinya agar kesalahan yang sama tidak berlanjut. Informasi tentang kesalahan pemecahan masalah dapat digunakan untuk meningkatkan mutu kegiatan belajar dan prestasi belajar mahasiswa.

Masalah dalam matematika biasanya berupa soal yang mengharuskan peserta didik untuk menjawab atau menyelesaikannya. Soal tersebut dapat menjadi suatu masalah jika peserta didik tidak mempunyai gambaran ataupun tidak memiliki aturan tertentu yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tetapi mempunyai keinginan untuk dapat menyelesaikannya. Pemecahan masalah adalah proses yang digunakan untuk menyelesaikan masalah (Priansa, 2014, p.185). Tahap pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemecahan masalah dari Polya yaitu tahap memahami masalah, merencanakan penyelesaian, menyelesaikan masalah dan tahap pengecekan kembali (Suhermandkk, 2003, p.91). Berdasarkan langkah-langkah pemecahan masalah dari Polya, maka indikator kesalahan pada setiap langkah diuraikan sebagai berikut:

1. Tahap memahami masalah dengan indikator (a) mahasiswa tidak mampu menentukan hal-hal yang diketahui dan yang ditanyakan dalam soal, (b) mahasiswa tidak dapat menceritakan kembali masalah yang ada pada soal dengan bahasa mereka sendiri. Kesalahan pada tahap ini disebut kesalahan tahap pertama.
2. Tahap merencanakan penyelesaian dengan indikator (a) mahasiswa tidak mengetahui syarat cukup dan syarat perlu dari suatu masalah, (b) mahasiswa tidak menggunakan semua informasi yang telah dikumpulkan. Kesalahan pada tahap ini disebut kesalahan tahap kedua.
3. Tahap menyelesaikan masalah dengan indikator (a) mahasiswa tidak menggunakan langkah-langkah penyelesaian dengan benar, (b) mahasiswa tidak terampil dalam algoritma dan ketepatan dalam menjawab soal. Kesalahan pada tahap ini disebut kesalahan tahap ketiga.

4. Tahap pengecekan kembali dengan indikator mahasiswa tidak melakukan pemeriksaan kembali jawaban yang telah dikerjakan. Kesalahan pada tahap ini disebut kesalahan tahap keempat (Widodo dan Sujadi, 2015).

Hidayat mengelompokkan kesalahan dalam empat jenis yaitu, kesalahan fakta, konsep, prinsip dan kesalahan operasi (Widodo dan Sujadi, 2015).

1. Kesalahan fakta yakni mahasiswa tidak mampu menyampaikan materi yang ada pada soal seperti salah dalam mengubah masalah yang ada pada soal ke dalam model matematika, maupun kesalahan dalam menuliskan simbol matematika.
2. Kesalahan konsep terdiri atas (a) mahasiswa salah menggunakan konsep variabel yang digunakan, (b) penggunaan rumus, teorema atau definisi tidak menyesuaikan dengan kondisi prasyarat berlakunya, dan (c) mahasiswa tidak menuliskan rumus, teorema atau definisi untuk menjawab permasalahan.
3. Kesalahan prinsip yakni mahasiswa salah dalam menerjemahkan soal.
4. Kesalahan operasi terdiri atas (a) kesalahan melakukan penghitungan dan (b) mahasiswa tidak mampu melakukan manipulasi langkah-langkah untuk menjawab suatu masalah.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam pemecahan masalah pada mata kuliah persamaan diferensial dan menerapkan solusi yang ditawarkan untuk mengurangi kesalahan-kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah persamaan diferensial.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif untuk menggambarkan dan melukiskan secara lebih rinci kesalahan mahasiswa dalam memecahkan masalah pada mata kuliah persamaan diferensial. Penelitian ini dilaksanakan di Kampus STKIP Soe pada semester genap tahun akademik 2016/2017 dengan subjek penelitian sebanyak 15 mahasiswa. Data pada penelitian ini berhubungan dengan kesalahan yang dilakukan mahasiswa pada pemecahan masalah dalam mata kuliah persamaan diferensial. Sumber data dalam penelitian ini adalah *persony* yaitu peneliti dan mahasiswa yang mengambil mata kuliah persamaan diferensial, *place* yaitu kampus STKIP Soe dan *paper* adalah hasil kerja mahasiswa yaitu hasil UTS dan UAS mata kuliah persamaan diferensial.

Pengumpulan data pada penelitian ini diperoleh melalui observasi, analisis hasil kerja mahasiswa dan wawancara. Observasi yaitu kegiatan peneliti mengawas mahasiswa menyelesaikan soal UTS dan UAS mata kuliah persamaan diferensial, setelah itu hasil kerja mahasiswa dianalisis untuk mengetahui kesalahan apa saja yang dilakukan kemudian diwawancarai. Wawancara dilakukan kepada delapan orang mahasiswa yang mana diambil dua mahasiswa untuk diwawancarai untuk setiap tahapan kesalahan pemecahan masalah. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis Miles and Huberman. Aktivitas analisis data yaitu *reduction*, *display* dan *conclusion drawing/verification*. Uji keabsahan data dilakukan dengan triangulasi teknik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal UTS dan UAS mata kuliah persamaan diferensial berdasarkan tahapan kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa disajikan pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa keseluruhan mahasiswa melakukan kesalahan pada tahap pengecekan kembali pada saat mengerjakan soal UTS maupun UAS. Kesalahan ini dikarenakan mahasiswa tidak memeriksa kembali jawaban yang telah mereka kerjakan. Selain itu, untuk soal UTS nomor satu seluruh mahasiswa melakukan kesalahan pada tahap menyelesaikan masalah, dikarenakan dalam penyelesaian soal mahasiswa menggunakan rumus, teorema atau definisi dengan tidak menyesuaikan dengan kondisi prasyarat berlakunya. Satu mahasiswa melakukan kesalahan pada tahap memahami masalah dikarenakan dalam penyelesaian soal tersebut mahasiswa tidak menuliskan apa yang diketahui maupun apa yang ditanyakan dalam soal. Terdapat juga dua mahasiswa yang melakukan kesalahan tahap merencanakan penyelesaian pada soal nomor dua. Mahasiswa melakukan kesalahan pada tahapan ini dikarenakan semua informasi yang ada pada soal tidak digunakan dalam proses pemecahan masalah. Berdasarkan Tabel 1 juga diketahui bahwa rata-rata tahapan kesalahan yang paling banyak dilakukan mahasiswa dalam pemecahan masalah pada mata kuliah persamaan diferensial adalah tahap pengecekan kembali dan juga pada tahap menyelesaikan masalah.

Tabel 1. Persentase Mahasiswa yang Melakukan Tahap Kesalahan dalam Menyelesaikan Soal UTS dan UAS Persamaan Diferensial

Kategori soal	Nomor soal	Tahapan kesalahan							
		Memahami masalah		Merencanakan penyelesaian		Menyelesaikan masalah		Pengecekan kembali	
		Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%
UTS	1	0	0	0	0	15	100	15	100
	2	1	6.67	2	13.33	12	80	15	100
UAS	1	0	0	0	0	14	93.33	15	100
	2	0	0	0	0	13	86.67	15	100
	3	0	0	0	0	8	53.33	15	100
	4	1	6.67	0	0	14	93.33	15	100
Rata-rata		13.33		13.33		84.44		100	

Tipe-tipe kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa dalam tahapan pemecahan masalah pada mata kuliah persamaan diferensial ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal UTS dan UAS Persamaan Diferensial Berdasarkan Tipe Kesalahan yang Dilakukan

Kategori	Soal	Tipe Kesalahan			
		Fakta (%)	Konsep (%)	Prinsip (%)	Operasi (%)
UTS	Uang sejumlah 5000\$ diinvestasikan dengan bunga 8% pertahun bertambah secara kontinu berapakah jumlah uang setelah 25 tahun	11.11	61.11	0	16.67
UAS	Carilah penyelesaian persamaan diferensial berikut jika homogen! $(3x + y + 2)dx + (3x - 4y + 1)dy = 0$	13.33	40	33.33	13.33

Tabel 2 menunjukkan bahwa tipe kesalahan yang paling banyak dilakukan mahasiswa dalam menyelesaikan soal UTS maupun UAS adalah kesalahan konsep. Kesalahan konsep dilakukan oleh mahasiswa dikarenakan dalam penggunaan rumus untuk penyelesaian soal UTS dan UAS, mahasiswa tidak menyesuaikan dengan kondisi prasyarat berlakunya, kesalahan fakta dikarenakan kekeliruan mahasiswa dalam penulisan simbol pada operasi hitung. Kesalahan operasi disebabkan karena mahasiswa salah dalam melakukan perhitungan. Berdasarkan Tabel 2 juga diketahui bahwa mahasiswa tidak melakukan kesalahan prinsip dalam penyelesaian soal UTS, tetapi pada saat menyelesaikan soal UAS terdapat beberapa mahasiswa yang melakukan kesalahan prinsip. Kesalahan prinsip dilakukan karena kesalahannya dalam menerjemahkan soal UAS. Deskripsi dari setiap kesalahan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan soal UTS dan UAS Persamaan Diferensial Berdasarkan Tipe Kesalahan yang Dilakukan

Kategori	Soal	Tipe Kesalahan			
		Fakta	Konsep	Prinsip	Operasi
UTS	Uang sejumlah 5000\$ diinvestasikan dengan bunga 8% pertahun bertambah secara kontinu berapakah jumlah uang setelah 25 tahun	Salah menuliskan simbol matematika dalam operasi hitung	Kesalahan dalam melakukan integral pada fungsi $\frac{dy}{dt} = ky$	-	Salah dalam melakukan operasi hitung
UAS	Carilah penyelesaian persamaan diferensial berikut jika homogen! $(3x + y + 2)dx + (3x - 4y + 1)dy = 0$	Salah menuliskan simbol matematika dalam operasi hitung serta salah dalam penulisan simbol ke bentuk matriks	<ul style="list-style-type: none"> Mahasiswa tidak mampu menunjukkan mengapa persamaan diferensial tersebut bukan merupakan persamaan diferensial homogen Mahasiswa melakukan kesalahan dalam pengintegralan 	Mahasiswa salah dalam menentukan konstanta dari variabel x dan y	Mahasiswa salah dalam melakukan operasi hitung

Tabel 3 menunjukkan bahwa kesalahan fakta yang dilakukan mahasiswa dikarenakan kesalahannya dalam menuliskan simbol matematika dan salah dalam penulisan simbol ke bentuk matriks. Kesalahan konsep terjadi karena mahasiswa salah dalam melakukan integral dan juga mahasiswa tidak mampu menunjukkan kehomogenan dari persamaan diferensial.

Kesalahan prinsip dilakukan oleh mahasiswa dikarenakan mahasiswa salah dalam menentukan konstanta dari variabel x dan y . Kesalahan ini dikategorikan sebagai kesalahan prinsip merujuk pada apa yang dikatakan oleh Sukirman bahwa kesalahan prinsip berkaitan dengan hubungan antara dua atau lebih objek (Amir, 2015). Mahasiswa tidak mampu melihat hubungan pada persamaan $(3x + y + 2)dx + (3x - 4y + 1)dy = 0$, sehingga salah dalam menentukan konstanta dari variabel x dan y pada persamaan tersebut. Kesalahan operasi terjadi karena mahasiswa salah dalam melakukan perhitungan.

Kesalahan dalam Memahami Masalah

Kesalahan pada tahap memahami masalah dilakukan oleh 2 mahasiswa yakni mahasiswa PD01 dan PD15. Kedua Mahasiswa tersebut melakukan kesalahan pada tahap ini karena tidak menuliskan apa yang diketahui dan yang ditanyakan dalam soal. Mahasiswa PD01 melakukan kesalahan saat mengerjakan soal UTS dan PD15 melakukan kesalahan saat mengerjakan soal UAS. Kesalahan-kesalahan tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 2.

4). $T(0) = 5000$ sehingga di hasilkan
 $T(0) = T_m + C \cdot e^{-kt}$
 $5000 = 8 + C \cdot e^{-kt}$
 $5000 - 8 = C \cdot e^{-kt}$
 $4992 = C \cdot e^{-kt} \Rightarrow C = 4992$
 jadi, penyelesaian khusus yg memenuhi kondisi tsb adalah
 $T(t) = 8 + 4992 \cdot e^{-kt}$
 • untuk $t = 25$, diperoleh
 $T(t) = 8 + 4992 \cdot e^{-0.08(t)}$
 $T(25) = 8 + 4992 \cdot e^{-0.08(25)}$
 $T(25) = 8 + \frac{4992}{e^2}$
 $T(25) = 8 +$

Gambar 2. Hasil Kerja Mahasiswa PD01

Gambar 2 menunjukkan bahwa mahasiswa PD01 melakukan kesalahan konsep, operasi dan juga fakta. Hasil analisis ini dipertegas dengan wawancara dengan PD01. Transkrip wawancaranya adalah sebagai berikut:

- P : Pada soal nomor 4 mengapa anda tidak menuliskan apa yang diketahui dan yang ditanyakan pada soal?
- PD01 : Karena terburu-buru dengan waktu jadi saya langsung mengerjakannya saja.
- P : Lalu kenapa anda tidak mengganti nilai $t = 0$ ke persamaan yang ada?
- PD01 : Saya lupa menggantinya, jadi t nya tetap saya tulis.
- P : Lalu sampai ke langkah penyelesaian ke 9 mengapa tanda operasinya berubah?
- PD01 : Saya tidak tahu bagaimana cara mengerjakannya, jadi saya tulis seperti itu.

Berdasarkan hasil wawancara diketahui bahwa mahasiswa PD01 tidak menuliskan apa yang diketahui dan yang ditanyakan pada soal tetapi langsung mengerjakannya karena terburu-buru oleh waktu tetapi setelah wawancara lebih lanjut diketahui bahwa mahasiswa tidak tahu bagaimana menyelesaikan soal tersebut maka kesalahan tersebut dikategorikan sebagai kesalahan dalam memahami masalah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Widodo dan Sujadi (2015) yang menyatakan bahwa mahasiswa tidak menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan pada soal dikarenakan mereka tidak memahami masalah sehingga mereka tidak mampu memahami makna ataupun maksud dari soal. Hal ini sejalan dengan pendapat Prakitopong dan Nakamura, yang mengatakan bahwa siswa telah mencapai tahap pemahaman apabila siswa tersebut dapat menjelaskan apa permasalahannya, memahami konteks masalah yang diberikan dan mengetahui apa yang akan dicarinya.

Kesalahan pemahaman terjadi ketika siswa tidak mengetahui ataupun tidak menuliskan keterangan yang ada pada soal dan apa yang akan dilakukannya untuk menyelesaikan soal tersebut (Rahayuningsih dan Qohar, 2014). Ketidakmampuan mahasiswa PD01 memahami masalah ataupun memaknai maksud dari soal mengakibatkan mahasiswa tidak mampu menuliskan apa yang diketahui dan yang ditanyakan dalam soal dan bagaimana menyelesaikan soal tersebut, sehingga kesalahan yang dilakukannya dikategorikan sebagai kesalahan konsep. Hal ini sejalan dengan apa yang diutarakan oleh Sumargiyani bahwa kesalahan konsep dapat ditunjukkan dengan kesalahan pemahaman siswa tentang apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan dalam soal (Widodo, 2013).

Kesalahan dalam Merencanakan Penyelesaian

Terdapat 2 mahasiswa yang melakukan kesalahan pada tahap merencanakan penyelesaian yaitu mahasiswa PD01 dan PD05. Kedua mahasiswa tersebut melakukan kesalahan tahap kedua karena tidak menggunakan semua informasi yang telah dikumpulkan dalam menyelesaikan masalah. Kesalahan-kesalahan tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa mahasiswa PD05 melakukan kesalahan konsep dan fakta. Hasil Analisis ini diperjelas dengan wawancara yang dilakukan kepada mahasiswa dengan transkrip wawancaranya sebagai berikut:

- P : Pada soal nomor 4 setelah melakukan pemisalan, mengapa anda langsung mengintegalkan $\frac{dy}{dt} = ky$?
- PD05 : Karena persamaannya $\frac{dy}{dt} = ky$ jadi saya langsung integralkan saja.
- P : Ok! Yang satu dy dan yang satunya dt , apakah bisa langsung diintegalkan seperti ini?
- PD05 : Setahu saya bisa langsung diintegalkan.
- P : Apakah semua informasi yang ada pada soal, semua digunakan untuk menyelesaikan soal ini?
- PD05 : Iya, semuanya digunakan.

- P : Lalu $T(0) = \frac{8}{100}, \frac{8}{100}$ bukannya nilai dari k ?
- PD05 : $\frac{8}{100}$, Nilai dari dt .
- P : Ok! $T(0) = \frac{8}{100}$, ini didapat dari mana?
- PD05 : Saya kan mau cari jumlah uang setelah t makanya saja hitung nilai k jadi dapatnya $dt = \frac{8}{100}$.
- P : Nilai $k = \frac{8}{100}$, kenapa masih ditulis $k = \frac{8}{100}$?
- PD05 : Oh ia, saya tulis begitu saja kak.

4. Misalkan $y(t)$ Jumlah uang setelah t laju pertambahan uang adalah $\frac{dy}{dt} = ky$ dengan $k = 8\%$

Pasangan diferensial diatas merupakan bentuk matematika untuk pertumbuhan secara kontinu. Langkah ke dua. ubah persamaan dalam bentuk P variabel terpisah. Yaitu:

$$\frac{dy}{dt} = ky$$

$$\int \frac{dy}{dt} = \int ky$$

$$\ln |cdt| = ky + C_0$$

$$\ln |cdt| = \ln e^{k \cdot 8\%} + \ln e^{C_0}$$

$$\ln |cdt| = \ln \cdot c \cdot e^{k \cdot 8\%} + \ln \cdot e^{C_0}$$

$$cdt = c \cdot e^{k \cdot 8\%} \cdot C_0$$

Jadi penyelesaian umum PD. $y(t) = dt + e^{k \cdot 8\%}$

Langkah ke tiga. menghitung jumlah uang setelah T dengan mensubstitusikan $dt = \frac{8}{100}$ maka dihasilkan

$$T = dt + c \cdot e^{k \cdot 8\%} = \frac{8}{100} + c \cdot e^{k \cdot 8\%}$$

Diketahui bahwa $500 = T(0)$

$$T(0) = \frac{8}{100}$$

$$T(0) = dt + c \cdot e^{k \cdot 8\%}$$

$$\frac{8}{100} = 500 + c \cdot e^{k \cdot 8\%}$$

$$\frac{8}{100} - 500 = c \cdot e^{k \cdot 8\%}$$

sehingga dihasilkan

Gambar 3. Hasil Kerja Mahasiswa PD05

Berdasarkan hasil wawancara mahasiswa tidak menggunakan semua informasi yang telah dikumpulkan untuk menyelesaikan masalah tersebut, sehingga kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa PD05 adalah kesalahan dalam merencanakan penyelesaian. Pada tahap ini tipe kesalahan yang dibuat oleh mahasiswa adalah kesalahan konsep dan juga fakta. Kesalahan tersebut dikategorikan sebagai kesalahan konsep sejalan dengan pendapat yang dikemukakan oleh Hudojo dan Masriyah bahwa konsep adalah ide yang dibentuk dengan melihat

persamaan sifat-sifat dari suatu objek yang digunakan untuk mengelompokkan objek itu sendiri (Amir, 2015).

Mahasiswa PD05 melakukan kesalahan konsep karena tidak dapat melihat kesamaan sifat-sifat dari persamaan yang dituliskannya, sehingga mahasiswa PD05 tidak dapat mengelompokkan objek yang sama dari persamaan $\frac{dy}{dt} = ky$ yang berakibat pada kesalahannya dalam pengintegralan pada persamaan tersebut, sedangkan kesalahan fakta terjadi karena mahasiswa salah dalam penulisan simbol. Kesalahan penulisan simbol ini dikategorikan sebagai kesalahan fakta sejalan dengan pendapat Umar, Sudirman dan Susanto yang mengatakan bahwa kesalahan penulisan simbol dikelompokkan sebagai kesalahan fakta (Widodo, 2013). Kesalahan ini terjadi karena kekurangcermatan atau kurangnya perhatian mahasiswa terkait dengan simbol. Pendapat lain juga diutarakan oleh Hudojo dan Masriyah yang menyatakan bahwa fakta adalah segala sesuatu yang telah disepakati bersama untuk menyatakan suatu ide ke dalam kata ataupun simbol (Amir, 2015). Mahasiswa PD05 melakukan kesalahan fakta karena kurangnya ketelitian mahasiswa terkait simbol yang dituliskannya.

Kesalahan dalam Menyelesaikan Masalah

Kesalahan pada tahap menyelesaikan masalah dilakukan oleh 14 mahasiswa. Mayoritas mahasiswa melakukan kesalahan tahap ketiga dikarenakan dalam menyelesaikan soal mahasiswa tidak menggunakan langkah-langkah penyelesaian dengan benar. Kesalahan tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 4.

The image shows a student's handwritten solution to a differential equation problem. The work is on lined paper and contains several errors, particularly in the algebraic manipulation of the equation. The steps are as follows:

$$\begin{aligned}
 &(-4 - 3z) du + (3z - 3)(u dz - 2 du) = 0 \\
 &(3z - 4) du + (3z - 3)(u dz - 2 du) = 0 \\
 &(3z - 4) du + 3zu dz - 3u dz + 6 du = 0 \\
 &(3z^2 + 3z + 2 - 4) du + (3zu - 3u) dz = 0 \\
 &(3z^2 + (3-3)z - 4) du + u(3z - 3) dz = 0 \\
 &(3z^2 - 4) du + u(3z - 3) dz = 0 \quad \text{bagi } u(3z^2 - 4) \\
 &\frac{1}{u} du + \frac{(3z - 3)}{(3z^2 - 4)} dz = 0 \\
 &\int \frac{1}{u} du + \int \frac{3z - 3}{3z^2 + 2z - 4} dz = 0 \\
 &\int \frac{1}{u} du + \int \frac{3z}{(3z - 2)(z + 2)} - \frac{3}{(z + 2)} dz = 0 \\
 &\ln u + 3 \int \frac{z}{(3z - 2)} - 3 \int \frac{1}{z + 2} dz = 0 \\
 &\ln u + 3z \ln(3z - 2) - 3 \ln(z + 2) = \ln C \\
 &\ln u + 3 \ln(3z - 2)^z - \ln(z + 2)^3 = \ln C \\
 &u(3z - 2)^3 = C(z + 2)
 \end{aligned}$$

Gambar 4. Hasil Kerja Mahasiswa PD08

Gambar 4 menunjukkan bahwa mahasiswa melakukan kesalahan konsep, fakta dan operasi. Hasil Analisis ini diperjelas dengan wawancara yang dilakukan kepada mahasiswa dengan transkrip wawancaranya sebagai berikut:

- P : Setelah anda mendapat persamaan $\frac{1}{u} du + \frac{(3z-3)}{(3z^2+2z-4)} dz = 0$ kenapa anda langsung mengintegalkannya?
- PD08 : Saya memang langsung integralkan.
- P : Tidak berpikir untuk mencari nilai z ?
- PD08 : Tidak.
- P : Kenapa?
- PD08 : Tidak ada alasan, hanya saya mau langsung integralkan.
- P : Apakah anda yakin dengan hasil integral dari $\frac{3z}{3z-2}$?

PD08 : Saya kurang yakin dengan jawabannya kak.

Berdasarkan hasil wawancara diketahui bahwa mahasiswa tidak menggunakan langkah-langkah penyelesaian dengan benar dan kesalahan yang dilakukan adalah kesalahan konsep dan juga fakta. Kesalahan fakta yakni salah dalam menuliskan simbol matematika. Menurut Hudojo dan Masriyah fakta adalah segala sesuatu yang telah disepakati bersama untuk menyatakan suatu ide ke dalam bentuk kata ataupun simbol (Amir, 2015). Mahasiswa PD08 melakukan kesalahan penulisan simbol matematika dikarenakan kurangnya ketelitian mahasiswa melihat tanda operasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Widodo (2013) yang menyatakan bahwa mahasiswa yang mengalami kesalahan penggunaan simbol berhubungan dengan kekurangcermatan atau kurang perhatiannya mahasiswa terkait dengan simbol. Kesalahan dalam penulisan simbol mengakibatkan mahasiswa salah dalam melakukan operasi hitung, sehingga kesalahan operasi yang dilakukan oleh mahasiswa bukan merupakan kesalahan operasi karena salah dalam melakukan perhitungan melainkan dikarenakan kesalahannya dalam menuliskan tanda operasi. Kesalahan konsep yang dibuat oleh mahasiswa karena kesalahannya dalam melakukan pengintegralan.

Kesalahan dalam Pengecekan Kembali

Tahapan pengecekan kembali dalam langkah pemecahan masalah, tidak dilakukan oleh seluruh mahasiswa dalam menyelesaikan soal UTS maupun UAS, sehingga seluruh mahasiswa melakukan kesalahan pada tahap ini. Hal ini dipertegas dengan wawancara yang dilakukan kepada dua orang mahasiswa yakni PD11 dan PD12 dengan transkrip wawancaranya sebagai berikut:

- P : Apakah setelah menyelesaikan soal-soal ini, kalian memeriksa kembali jawabannya?
- PD11 : Karena keterbatasan waktu jadi saya tidak memeriksa kembali jawaban saya kak.
- PD12 : Saya tidak terbiasa memeriksa kembali jawaban saya kak, jadi setelah selesai mengerjakannya saya langsung mengumpulkannya.

Berdasarkan hasil wawancara diketahui bahwa mahasiswa tidak melakukan pengecekan kembali dikarenakan keterbatasan waktu dan juga karena tidak terbiasa melakukan pengecekan ulang pada hasil kerjanya. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Widodo

dan Sujadi (2015) yaitu bahwa mahasiswa tidak melakukan tahap pengecekan kembali dikarenakan mereka tidak mengetahui apa yang harus dilakukan pada tahapan ini dan juga mereka tidak terbiasa melakukan pemeriksaan kembali jawaban mereka dalam tahap pemecahan masalah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kesimpulan bahwa:

- 1) Kesalahan-kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam pemecahan masalah pada mata kuliah persamaan diferensial meliputi:
 - a) Tahap pertama kesalahan yang dilakukan: kesalahan fakta 7%, kesalahan konsep 13.33%, dan kesalahan operasi 7%.
 - b) Kesalahan tahap kedua yaitu kesalahan fakta 13.33%, kesalahan konsep 13.33% dan juga operasi 13.33%.
 - c) Kesalahan tahap ketiga adalah kesalahan fakta 12.22, kesalahan konsep 50.56%, kesalahan prinsip 16.67% dan kesalahan operasi 15%.
 - d) Seluruh mahasiswa tidak melakukan pengecekan kembali dalam tahapan pemecahan masalah, sehingga seluruh mahasiswa melakukan kesalahan pada tahap ini.

Kesalahan yang paling banyak dilakukan oleh mahasiswa dalam tahap pemecahan masalah adalah kesalahan konsep. Kesalahan konsep dilakukan karena mahasiswa tidak memahami maksud ataupun makna soal dan juga karena ketidakmampuan mahasiswa melihat kesamaan sifat-sifat dari suatu persamaan.

- 2) Solusi yang ditawarkan oleh peneliti adalah agar mahasiswa membiasakan diri untuk menyelesaikan soal sesuai dengan tahapan pemecahan masalah, terutama tahap pengecekan kembali. Selain itu, mahasiswa juga harus melatih kemampuan dasar yaitu turunan dan integral agar kesalahan yang sama tidak terulang lagi dalam pembelajaran yang akan datang dan dalam penyelesaian soal mahasiswa harus lebih teliti agar kesalahan yang tidak perlu dilakukan dapat diminimalisir.

Berdasarkan kesimpulan di atas, peneliti menyarankan agar dalam proses pembelajaran pada mata kuliah persamaan diferensial dapat memperhatikan kemampuan dasar turunan dan integral dari mahasiswa. Konsep dasar turunan dan integral perlu diperhatikan agar dapat dikembangkan, sehingga kesalahan-kesalahan yang sama dapat diminimalisir pada kegiatan pembelajaran yang akan datang. Pembelajaran juga harus membiasakan mahasiswa untuk menyelesaikan soal sesuai tahapan pemecahan masalah.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, M. F. 2015. Analisis Kesalahan Mahasiswa PGSD Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dalam Menyelesaikan Soal Pertidaksamaan Linear. *Jurnal Edukasi*, 2 (1), 131-145.
- Kartikasari, M. dan Khotimah, R. P. 2015. Pola Pikir Mahasiswa dalam Menyelesaikan Persamaan Diferensial ditinjau dari Gaya Kognitif *Field Dependent* dan Gaya Belajar *Reflectors*. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika UMS 2015*. ISBN: 978.602.719.934.7

- Organization for Economic Cooperation and Developments (OECD). 2016. *PISA Result in focus*.
- Permenristekdikti No. 44 Tahun 2015 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi.
- Priansa, D. J. 2015. *Manajemen Peserta Didik dan Model Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Rahayuningsih, P. dan Qohar, A. 2014. Analisis Kesalahan Menyelesaikan Soal Cerita Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV) dan *Scaffoldingnya* Berdasarkan Analisis Kesalahan *Newman* pada Siswa Kelas VIII SMP Negeri 2 Malang. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 2 (2), 109-116.
- Suherman, E, dkk. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). 2000. *Principles and standards for school mathematics*. USA: *Library of Congress Cataloguing in Publication*.
- Widodo, S. A. 2013. Analisis kesalahan dalam Pemecahan Masalah Divergensi Tipe Membuktikan pada Mahasiswa Matematika. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 46 (2), 106-113.
- Widodo, S.A, dan Sujadi, A. A. 2015. Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah Trigonometri. *Jurnal Sosiohumaniora*, 1 (1), 51-63.