

ANALISIS KESULITAN MAHASISWA PENDIDIKAN MATEMATIKA DALAM MENYELESAIKAN SOAL KALKULUS PEUBAH BANYAK DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Astin Umi Sholikah, Slamet HW
Universitas Muhammadiyah Surakarta
astinumisholikah@gmail.com

ABSTRAK. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kesulitan mahasiswa pendidikan matematika dalam menyelesaikan soal Kalkulus Peubah Banyak khususnya pada mahasiswa program studi Pendidikan Matematika semester tiga. Jenis penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Subjek penelitian diambil dari mahasiswa program studi Pendidikan Matematika semester tiga FKIP UMS. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah wawancara dan dokumentasi. Teknik analisis data menggunakan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal kalkulus peubah banyak. *Pertama*, sebesar 13% mahasiswa mengalami kesulitan dalam aspek perseverasi, yaitu: mahasiswa tidak dapat berkonsentrasi dalam mengerjakan soal, tidak bisa memperkirakan waktu saat mengerjakan, serta mahasiswa kurang teliti dalam menuliskan jawabannya. *Kedua*, sebesar 14,5% mahasiswa mengalami kesulitan dalam aspek pemahaman konsep, meliputi: (1) kesulitan dalam memaknai soal, yaitu mahasiswa masih bingung dalam menentukan konsep yang tepat untuk menyelesaikan soal; (2) kesulitan mengingat konsep. *Ketiga*, sebesar 18% mahasiswa mengalami kesulitan dalam aspek perhitungan meliputi: (1) kesulitan dalam menghitung turunan, yaitu mahasiswa belum dapat menurunkan suatu fungsi; (2) kesulitan dalam operasi hitung, yaitu mahasiswa kurang teliti dalam menghitung operasi perkalian.

Kata Kunci: Kalkulus Peubah Banyak; Kesulitan; Mahasiswa

1. PENDAHULUAN

Matematika merupakan ilmu yang paling penting dalam bidang pendidikan. Matematika merupakan dasar ilmu dari berbagai cabang ilmu pengetahuan baik ilmu eksak maupun ilmu non-eksak. Keberhasilan belajar matematika dapat diukur dari sejauh mana mahasiswa dapat mengikuti kegiatan tersebut. Keberhasilan belajar juga dapat ditinjau dari tingkat pemahaman dan penguasaan materi mahasiswa dalam belajar. Namun, kenyataannya dapat dilihat bahwa pemahaman dan penguasaan dalam matematika mahasiswa belum maksimal. Kenyataan tersebut mendorong peneliti untuk menganalisis kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan soal matematika.

Kalkulus Peubah Banyak merupakan mata kuliah yang tidak asing lagi bagi mahasiswa Pendidikan Matematika. Namun, realita yang ada di perguruan tinggi masih banyak mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal Kalkulus Peubah Banyak. Hal ini menyebabkan mahasiswa terpaksa mengambil kelas revisi di semester selanjutnya. Kalkulus ada dua cabang yaitu Kalkulus defferensial atau turunan dan Kalkulus Integral. Kalkulus merupakan cabang dari ilmu matematika yang diterapkan untuk menyelesaikan berbagai problema dalam berbagai bidang ilmu seperti teknik, fisika, kedokteran, kimia, ekonomi dan berbagai ilmu lainnya.

Kesulitan belajar atau bisa disebut *learning difficulty* atau *learning disorder* adalah suatu kelainan yang membuat individu yang bersangkutan sulit untuk melakukan kegiatan belajar secara efektif (Jamaris, 2014: 3). Menurut Mulyadi (2010: 6) kesulitan belajar adalah suatu kondisi tertentu yang ditandai dengan adanya hambatan-hambatan dalam kegiatan mencapai tujuan, sehingga memerlukan usaha lebih giat lagi untuk dapat

mengatasi. Menurut Lerner (dalam Abdurrahman 2010: 259) ada beberapa karakteristik berkesulitan belajar matematika, yaitu (1) adanya gangguan dalam hubungan keruangan, (2) abnormalitas persepsi visual, (3) asosiasi visual-motor, (4) perseverasi, (5) kesulitan mengenal dan memahami simbol, (6) gangguan penghayatan tubuh, (7) kesulitan dalam bahasa dan membaca, dan (8) *Performance IQ* jauh lebih rendah dari pada sektor Verbal IQ.

Kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan soal Kalkulus Peubah Banyak ini perlu di analisis untuk mengetahui kesulitan yang dialami mahasiswa. Baik, kesulitan dalam aspek perseverasi, kesulitan dalam aspek pemahaman konsep maupun kesulitan dalam aspek perhitungan. Analisis kesulitan dalam menyelesaikan soal Kalkulus Peubah Banyak digunakan untuk peningkatan hasil belajar mahasiswa dan mengatasi kesulitan mahasiswa dalam pembelajaran sehingga dapat meminimalisir terjadinya revisi mata kuliah Kalkulus Peubah Banyak. Berdasarkan hasil Ujian Tengah Semester Kalkulus Peubah Banyak tahun ajaran 2016/2017 terdapat 85,45% mahasiswa yang memiliki nilai rendah.

Berkaitan dengan kesulitan belajar matematika, hasil penelitian lain, Kumalasari, A. dan Sugiman (2015) menunjukkan bahwa kesulitan belajar matematika mahasiswa terletak pada pengetahuan faktual 12,2%, pengetahuan konseptual 19,7%, pengetahuan prosedural 20,7%, dan pengetahuan metakognitif 47,4%. Adapun penelitian Abidin, Zainal (2012) mengungkapkan bahwa kesalahan yang dilakukan mahasiswa adalah kesalahan fakta, kesalahan ketrampilan, kesalahan konsep, dan kesalahan prinsip.

Berdasarkan uraian tersebut peneliti bertujuan untuk mengidentifikasi kesulitan mahasiswa Pendidikan Matematika dalam menyelesaikan soal Kalkulus Peubah Banyak di Universitas Muhammadiyah Surakarta. Peneliti mengidentifikasi kesulitan mahasiswa ditinjau dari aspek perseverasi, kesulitan pemahaman konsep dan kesulitan dalam melakukan perhitungan.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini berdasarkan pendekatan kualitatif. Penelitian ini dengan desain penelitian deskriptif, peneliti berusaha memperoleh informasi tentang kesulitan mahasiswa yaitu dalam menyelesaikan soal Kalkulus Peubah Banyak. Data pada penelitian ini adalah hasil pekerjaan mahasiswa yang berupa lembar jawaban soal Kalkulus Peubah Banyak dan hasil wawancara mahasiswa semester III Pendidikan Matematika FKIP UMS yang menempuh mata kuliah Kalkulus Peubah Banyak.

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dengan wawancara, observasi, dan dokumentasi. Pengumpulan data dilakukan melalui pengumpulan hasil Ujian Tengah Semester (UTS) mahasiswa semester III Pendidikan Matematika FKIP UMS. Wawancara sebagai tindak lanjut dari pengumpulan data primer tersebut, wawancara dilakukan dengan mewawancarai mahasiswa semester III Pendidikan Matematika yang menempuh mata kuliah Kalkulus Peubah Banyak, ditinjau dari aspek kesalahan yang dilakukan saat menyelesaikan soal UTS Kalkulus Peubah Banyak. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode interaktif. Proses analisis data dengan metode interaktif yaitu pengumpulan data, reduksi data, penyajian data, dan verifikasi.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini, data analisis diperoleh dari hasil Ujian Tengah Semester mahasiswa semester III. Data tersebut adalah hasil pekerjaan mahasiswa berupa lembar jawab tertulis. Berdasarkan hasil pekerjaan tersebut, akan didefinisikan letak kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan soal Kalkulus Peubah Banyak. Penelitian dilakukan dengan mengambil sampel 110 mahasiswa. Dari 110 mahasiswa yang mengikuti Ujian

Tengah Semester terdapat 85,45% mahasiswa yang memperoleh nilai kurang dari 60 dan 14,55% mahasiswa yang memperoleh nilai lebih dari 60.

Terdapat tiga aspek kesulitan yang terdiri dari kesulitan dalam aspek perseverasi, kesulitan dalam aspek pemahaman konsep, dan kesulitan dalam aspek perhitungan. Berikut ini merupakan tabel presentase analisis hasil Ujian Tengah Semester mahasiswa.

Aspek Kesulitan		Nomor Soal					Total
		1	2	3	4	5	
Perseverasi	N	41	67	35	25	45	213
	P	2,5%	4%	2%	1,5%	3%	13%
Pemahaman Konsep	N	51	71	17	42	57	238
	P	3,1%	4,3%	1%	2,6%	3,5%	14,5%
Perhitungan	N	66	69	39	61	62	297
	P	4%	4,1%	2,4%	3,7%	3,8%	18%

Keterangan:

N : Banyaknya Mahasiswa

P : Persentase

Berdasarkan tabel menunjukkan bahwa terdapat kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan soal Kalkulus Peubah Banyak. Terdapat persentase sebesar 13% mahasiswa mengalami kesulitan dalam aspek perseverasi, sebesar 14,5% mahasiswa mengalami kesulitan dalam aspek pemahaman konsep, dan 18% mahasiswa mengalami kesulitan dalam aspek perhitungan. Berdasarkan data yang diperoleh, deskripsi letak kesulitan-kesulitan yang dialami mahasiswa ketika menyelesaikan soal Kalkulus Peubah Banyak sebagai berikut.

Kesulitan yang dialami mahasiswa pada aspek perseverasi ini adalah kurangnya konsentrasi saat mengerjakan soal Kalkulus Peubah Banyak. Kurangnya konsentrasi tersebut disebabkan terlalu tergesa-gesa dalam menyelesaikan soal dan mengikuti teman-temannya yang sudah selesai lebih awal dari mahasiswa tersebut. Mahasiswa tidak memperhatikan soal ketika akan mengerjakan dan mahasiswa tidak teliti dalam menyelesaikan langkah-langkah soal tersebut. Letak kesulitan pada aspek ini banyak dialami mahasiswa pada soal nomor 3 dan nomor 4.

Soal nomor 3

Diketahui fungsi $F(x, y, z, u, v): x^2 + y^2 + z^2 - u^2 - v^2 = -2$ dan $G(x, y, z, u, v): x^2 - y^2 + z - u + v = 0$.

Hitunglah $\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{y,z}$ dan $\left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)_{x,z}$ di titik $x = 1, y = 2, z = -1, u = 2, v = 2$

Hasil pekerjaan serta wawancara terhadap mahasiswa pada soal nomor 3 sebagai berikut.

$(U, V, Z, U, V) = (x^2 + y^2 + z^2 - u^2 - v^2) = -2$
 $(U, V, Z, U, V) = (x^2 + y^2 + z^2 - u^2 + v^2) = 0$

$\frac{\partial(F, G)}{\partial(x, y, z)}$	F_x F_y	$2x$ $-2v$	
$\frac{\partial(F, G)}{\partial(x, y, z)}$	G_x G_y	$2x$ 1	$(2x + 4v)$ $-2v - 4v$
$\frac{\partial(F, G)}{\partial(x, y, z)}$	F_x F_z	$-2u$ $-2v$	$(-2u - 2v)$ $-2u - 2v$
$\frac{\partial(F, G)}{\partial(x, y, z)}$	G_x G_z	-1 1	$-2 - 2$ $-2 - 2$
			$-2 - 8$
			$-4 - 4$
			-10
			-8

Hasil pekerjaan S7

Berdasarkan hasil pekerjaan S7 tersebut langkah awal dalam pengerjaannya, S7 kurang memperhatikan soal yang ditanyakan. Fungsi yang tercantum di dalam soal seharusnya $x^2 - y^2 + z - u + v = 0$ akan tetapi S7 menuliskan pada lembar jawab $x^2 + y^2 + z - u + v = 0$. S7 menurunkan fungsi berdasarkan apa yang dituliskan di dalam lembar jawab. Sehingga pada turunannya S7 menjawab tidak sesuai dengan soal yang sebenarnya. Berdasarkan hasil wawancara S7 tersebut, dapat dilihat bahwa S7 terburu-buru dalam menuliskan soal. S7 menuliskan soal yang diketahui dengan keburu-bururan sehingga mengakibatkan kesulitan dalam menuliskan tanda *minus* dengan *plus*. Berdasarkan hasil pekerjaan dan wawancara S7 tersebut dapat disimpulkan bahwa mahasiswa tidak konsentrasi saat tes berlangsung.

Kesulitan yang dialami mahasiswa lain saat mengerjakan soal nomor 3 sebagai berikut.

$\frac{\partial(F, G)}{\partial(x, y, z)}$ = $\begin{vmatrix} F_x & F_u \\ G_x & G_u \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2x & -2v \\ 2x & 1 \end{vmatrix} = 2x + 2xv$
 $\frac{\partial(F, G)}{\partial(x, y, z)}$ = $\begin{vmatrix} F_u & F_v \\ G_u & G_v \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -2u & -2v \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = -2u - 2v$
 $\frac{\partial U}{\partial x}$ = $\frac{2x + 4xv}{-2u - 2v} = \frac{2x(1+v)}{2(-u-v)} = \frac{x + xv}{-u-v}$
 $\frac{\partial(F, G)}{\partial(y, u)}$ = $\begin{vmatrix} F_y & F_u \\ G_y & G_u \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2y & -2v \\ -2y & -1 \end{vmatrix} = -2y - 1yv$
 $\frac{\partial(F, G)}{\partial(u, v)}$ = $\begin{vmatrix} F_u & F_v \\ G_u & G_v \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -2u & -2v \\ 1 & -1 \end{vmatrix} = 2u + 2v$
 $\frac{\partial U}{\partial y}$ = $\frac{-2y - 1yv}{2u + 2v} = \frac{-2(-y - yv)}{2(u+v)} = \frac{-4 - 2yv}{4 + v}$

Hasil pekerjaan S1

Pada hasil pekerjaan S1 tersebut terlihat bahwa S1 tersebut sebenarnya sudah benar dalam menjawab soal tersebut. Akan tetapi S1 tersebut menjawab dengan mengeluarkan $2x$ tanpa memperhatikan yang di dalam kurung. S1 tidak menuliskan angka 2 sebagai koefisien dari variabel v . Hal itu terjadi karena S1 tidak konsentrasi dalam memanipulasi $2x + 4xv$. Berdasarkan hasil wawancara S1 terlihat bahwa S1 kurang teliti dalam menyelesaikan soal. S1 saat memanipulasi tidak memperhatikan lagi apakah sudah benar apa belum. Selain itu juga S1 tidak menuliskan tanda *minus* pada rumusnya. Berdasarkan hasil pekerjaan dan wawancara terhadap S1 dapat disimpulkan bahwa S1 mengalami ketidaktelitian dalam menyelesaikan soal nomor 3 tersebut.

Soal nomor 4

Buktikan bahwa $U(x, y, z) = (x^2 + y^2 + z^2)^{-1/2}$ memenuhi persamaan Laplace :

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 0.$$

P : “Untuk nomor 3, soalnya apa yang ditanyakan dek? Kok kamu bisa nulis soal dengan tanda positif?”

S7 : “Oh, itu harusnya minus mbak.”

P : “Itu kenapa kamu tulis positif?”

S7 : “Mungkin itu mbak, keburu-buru.”

P : “Jadi kamu gak konsen gitu dek?”

S7 : “Iya mbak, buyar gitu lho mbak, kurang teliti.”

P : “Kalau konsepnya ada kesulitan enggak dek?”

S7 : “Enggak ada mbak.”

P : “Apakah UTS kemarin ada kesulitan dalam mengerjakan soal?”

S1 : “Iya, soalnya bingung mbak saat mengerjakan. Padahal ya ada rumusnya tapi kalau lupa rumus kan juga bingung mbak.”

P : “Bingungnya dimana?”

S1 : “Bingung mau diturunkan gimana dan jawabnya susah.”

P : “Untuk nomor 3 ini apakah ada kesulitan dek? Nah, ini kok pas diperhitungannya salah?”

S1 : “Karena rumusnya salah mbak, yang di dalam kurung ini kurang tanda minus mbak. Saya kurang teliti.”

Hasil pekerjaan mahasiswa disertai dengan wawancara untuk menunjukkan letak kesulitan yang dialaminya.

Handwritten mathematical work for problem 4, showing partial derivatives and Laplace's theorem. The student has calculated partial derivatives of u with respect to x , y , and z , and then applied Laplace's theorem to find the second-order partial derivative u_{xx} . The final result is 0, which is marked as "Terbukti" (proven).

Hasil pekerjaan S7

P : "Yang nomor 4 kamu ada kesulitan enggak dek?"

S7 : "Sebenarnya enggak mbak, tapi pas substitusiin ke persamaan Laplacenya agak bingung."

P : "Jadi dalam penurunan sebenarnya enggak ada kesulitan ya dek. Nah ini, turunan keduanya kan sebenarnya udah benar, kenapa pas kamu mensubstitusikan disini kok variabelnya hilang satu?"

S7 : "Enggak tau mbak, tak kirain enggak ada variabel lagi. Kan itu 2 nya udah tak coret jadi aku enggak lihat variabelnya mbak."

P : "Jadi kamu mengiranya tinggal satu gitu dek?"

S7 : "Iya mbak, soalnya enggak tau kalau masih ada variabel lagi."

P : "Jadi kebawahnya jadi fatal ya?"

S7 : "Iya mbak."

Hal ini dapat dilihat pada jawaban S7 yang hanya menuliskan variabel x pada turunan keduanya. Padahal jawaban sebelumnya sudah benar, tetapi jawaban selanjutnya variabel x dihilangkan. Begitu juga dengan turunan kedua $\frac{\partial^2 U}{\partial y^2}$ dan $\frac{\partial^2 U}{\partial z^2}$, mahasiswa menghilangkan variabel y dan z . Berdasarkan hasil wawancara dengan S7 terlihat kesulitan yang dialami S7 adalah kurang memperhatikan jawaban saat mengerjakan soal. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa mahasiswa tidak teliti dalam menyelesaikan soal.

Kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan soal Kalkulus Peubah Banyak ditinjau dari aspek perseverasi. Kesulitan pada aspek ini dialami mahasiswa terletak pada gangguan konsentrasi saat menyelesaikan soal. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan Lestari (2015) yang menyimpulkan bahwa mahasiswa mengalami kesulitan belajar sebesar 94,82% dipengaruhi oleh faktor lain seperti persepsi mahasiswa, ada bagian-bagian dalam urutan belajar yang belum dipahami mahasiswa, kondisi mahasiswa yang lelah, serta lingkungan tempat tinggal mahasiswa. Mahasiswa juga mengungkapkan ketika mengerjakan soal tidak dapat berkonsentrasi jika sudah ada temannya yang selesai lebih dahulu dari pada mahasiswa tersebut.

Kesulitan pada aspek pemahaman konsep ini adalah kesulitan mahasiswa untuk menggunakan konsep yang tepat pada tipe-tipe soal tertentu. Dalam aspek ini mahasiswa mengalami kesulitan dalam menghafalkan rumus dan bingung untuk menentukan rumus yang mana. Letak kesulitan penggunaan konsep pada soal nomor 1, 2, dan 5.

Soal nomor 1

Tentukan $\frac{\partial u}{\partial s}$ dan $\frac{\partial u}{\partial t}$ dari fungsi berikut: $u = \frac{x-y}{1+xyz}$ dengan $x = 2s + 3t$, $y = 3s - 4t$, $z = 5t$

Hasil pekerjaan mahasiswa serta hasil wawancara yang dilakukan untuk mengetahui letak kesulitan yang dialami mahasiswa.

$$\frac{\partial u}{\partial s} = \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial s} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial s} + \frac{\partial u}{\partial z} \frac{\partial z}{\partial s}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial z} \frac{\partial z}{\partial t}$$

Hasil pekerjaan S6

Hasil pekerjaan S6 tersebut terlihat bahwa dalam penulisan konsep untuk nomor 1a, masih ada yang kurang. Di dalam soal nomor 1a dituliskan terdapat 3 parameter yaitu x , y , dan z . S6 dalam menuliskan konsep hanya ditulis $\frac{\partial u}{\partial s} = \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial s} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial s}$, konsep yang benar seharusnya masih ditambah lagi dengan $\frac{\partial u}{\partial z} \frac{\partial z}{\partial s}$. Begitu juga dengan pertanyaan yang kedua $\frac{\partial u}{\partial t}$, S6 juga tidak menambahkan $\frac{\partial u}{\partial z} \frac{\partial z}{\partial t}$ saat mengerjakan soal tersebut. Berdasarkan hasil wawancara dengan S6 terlihat mahasiswa tersebut tidak mengetahui konsep yang digunakan apabila terdapat parameter z . Mahasiswa hanya mengetahui konsep $\frac{\partial u}{\partial s} = \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial s} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial s}$. Jadi, S6 hanya menggunakan konsep yang pernah dikerjakan sebelumnya. Kesimpulan dari hasil pekerjaan dan wawancara tersebut adalah mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam mengingat rumus.

Kesulitan pada nomor 1 juga dialami oleh mahasiswa lain, mahasiswa menggunakan konsep yang seharusnya digunakan pada soal nomor 3. Letak kesulitan tersebut dapat dilihat pada hasil pekerjaan serta wawancara mahasiswa pada nomor 1 berikut.

menentukan x_t dan y_t dari fungsi-fungsi berikut

$$2x + 3y = 2$$

$$x + 4y = 3$$

$$D = \begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 1 & 4 \end{vmatrix} = 2 \cdot 4 - 3 \cdot 1 = 8 - 3 = 5$$

$$x_t = \frac{\begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 3 & 4 \end{vmatrix}}{5} = \frac{2 \cdot 4 - 3 \cdot 3}{5} = \frac{8 - 9}{5} = \frac{-1}{5}$$

$$y_t = \frac{\begin{vmatrix} 2 & 2 \\ 1 & 3 \end{vmatrix}}{5} = \frac{2 \cdot 3 - 2 \cdot 1}{5} = \frac{6 - 2}{5} = \frac{4}{5}$$

Hasil pekerjaan S4

P : “Untuk soal nomor 1 UTS kemarin kesulitannya di mana dek?”

S6 : “Enggak tau rumusnya.”

P : “Untuk penurunan fungsi u nya bisa enggak dek?”

S6 : “Lupa caranya nuruninnya kalau bentuk per mbak.”

P : “Kamu tau konsep yang digunakan hanya $\frac{\partial u}{\partial s} = \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial s} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial s}$? Harusnya masih ditambahkan lagi dengan $\frac{\partial u}{\partial z} \frac{\partial z}{\partial s}$ dek.”

S6 : “Kan enggak tau rumusnya, jadi nuruninnya apa adanya saja mbak.”

P : “Taunya cuma gitu?”

S6 : “Iya mbak, kan aku ngerjainnya yang b dulu mbak. Jadi aku nyesuaiin yang b mbak, jadi aku enggak menuliskan $\frac{\partial u}{\partial z} \frac{\partial z}{\partial s}$.”

P : “Untuk nomor 1 ada kesulitan enggak dek saat mengerjakan?”

S4 : “Ini mbak mencari turunannya mbak, masih agak bingung mbak cara penjabarannya.”

P : “Dengan soal seperti itu kamu bisa membayangkan rumus yang akan digunakan enggak dek?”

S4 : “Sebenarnya bisa mbak, tapi masih agak bingung mbak.”

P : “Yang sulit itu dimananya sih dek?”

S4 : “Aku paling enggak ngerti tuh pas penjabarannya. Sebenarnya rumusnya tuh agak ngerti tapi, pas penjabaran kurang mengerti mbak.”

P : “Terus saat memahami soal, kamu tau langkah awal yang akan kamu lakukan dengan soal itu apa?”

S4 : “Sebenarnya tau mbak, tapi masih bingung mbak.”

Hasil pekerjaan S4 tersebut terlihat bahwa konsep yang digunakan tidak sesuai dengan yang ditanyakan di soal. S4 tersebut menjawab soal dengan menggunakan konsep

$$\frac{\partial u}{\partial s} = \left| \frac{\frac{\partial(x,y)}{\partial(s,t)}}{\frac{\partial(x,y)}{\partial(t,s)}} \right|, \text{ konsep tersebut sebenarnya kurang tepat untuk menyelesaikan soal nomor}$$

1. S4 saat menyelesaikan soal tersebut juga tidak menurunkan fungsi u untuk diaplikasikan ke dalam konsep. Berdasarkan hasil wawancara S4 tersebut, dapat dilihat S4 masih bingung dalam penggunaan konsep. S4 hanya sekedar tau rumusnya, tetapi tidak tau bagaimana menjabarkan rumus tersebut. Berdasarkan dari hasil pekerjaan serta hasil wawancara tersebut dapat disimpulkan bahwa mahasiswa masih bingung dan kurang begitu paham dalam penggunaan rumus.

Soal nomor 5

Diberikan $z = x^3 + 2x^2y + 3xy^2$. Tentukan d^3z

Hasil pekerjaan mahasiswa serta hasil wawancara yang dilakukan peneliti untuk mengetahui kesulitan yang dialami mahasiswa pada aspek pemahaman konsep.

Hasil pekerjaan S2

P : “Yang nomor 5 ada kesulitan enggak dek? Konsepnya ada kesulitan enggak dek?”

S2 : “Enggak hafal rumusnya mbak, yang ini saya belajarnya yang d^2z tapi kok yang keluar malah d^3z mbak.”

P : “Ini pakai konsep hukum segitiga *pascal* itu kan bisa dek.”

S2 : “Enggak diajarin, pakai segitiga *pascal* mbak.”

P : “Jadi kesulitannya ada pada konsep ya dek?”

S2 : “Iya mbak, kurang menghafal rumus.”

Telihat bahwa jawaban S2 tersebut untuk penjabaran rumus d^3z menggunakan rumus d^2z . S2 menuliskan $\frac{d}{dx} \left(\frac{d^2z}{dxdy} \right)$ untuk mencari d^3z . S2 tersebut mencari d^2z terlebih dahulu kemudian mensubstitusikan ke $d^3z = \frac{d}{dx} \left(\frac{d^2z}{dxdy} \right)$. Berdasarkan hasil wawancara tersebut dapat dilihat bahwa S2 mengalami kesulitan dalam menghafalkan rumus. Terlalu banyaknya rumus yang harus dihafalkan mahasiswa mengalami kesulitan dalam mengingat rumus. Rumus yang terlalu panjang membuat S2 sulit untuk menjabarkan rumus d^3z . Berdasarkan hasil pekerjaan dan wawancara terhadap S2 dapat disimpulkan mahasiswa kesulitan dalam menerapkan rumus dan menghafal atau mengingat rumus. Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Carlson, P. M., Madison, & Richard (2015) menyimpulkan bahwa selama 25 tahun terakhir banyak peneliti pendidikan matematika telah menemukan kesulitan siswa dalam memahami ide-ide kunci dari kalkulus berakar pada pemahaman mereka yang lemah dari konsep fungsi.

Soal nomor 2

Diberikan $z = x^2y + 3xy^2z^3 - 3xy + 2xz + y$. Tentukan $\frac{\partial z}{\partial x}$ dan $\frac{dz}{dx}$.

Hasil pekerjaan mahasiswa mengenai pemahaman konsep pada soal nomor 2.

$$\begin{aligned}
 z &= x^2y + 3xy^2z^3 - 3xy + 2xy + y \\
 \frac{\partial z}{\partial x} &= 2xy + 3y^2z^3 - 3y + 2y \\
 \frac{dz}{dx} &= \frac{\partial z}{\partial x} \cdot dx \\
 &= 2xy + 3y^2z^3 - 3y + 2y \quad (dx)
 \end{aligned}$$

Hasil pekerjaan S8

P : “Kenapa kamu yang nomor 2 ngerjainnya hanya sampai sini saja ?”

S8 : “Ini kan harusnya dipindah ruas dulu kan mbak, tapi enggak tak pindah ruas mbak jadi f dan di sama dengankan nol jadi fungsi implisit.”

P : “Kenapa enggak kamu pindah ruas ?”

S8 : “Itu yang nomor 2 aku ngerjainnya terakhir. Waktunya mepet mbak jadi keburu.”

P : “Kamu ingat rumusnya enggak dek yang nomor 2 ?”

S8 : “Tau, misalkan z nya dipindah ruas terus disama degankan nol. Ini rumusnya itu mbak, $\frac{\partial z}{\partial x}$ itu rumusnya $\frac{\partial z}{\partial x}$ dikali ∂x ”

P : “Kamu ingat enggak dek ?”

S8 : “Enggak mbak.”

Terlihat pada jawaban mahasiswa tersebut, untuk mencari $\frac{\partial z}{\partial x}$ mahasiswa hanya menurunkan yang ada di soal saja. Begitu juga yang $\frac{dz}{dx}$ mahasiswa hanya menuliskan rumus $\frac{dz}{dx} = \frac{\partial z}{\partial x} dx$. Seharusnya pada soal tersebut menggunakan konsep $\frac{dz}{dx} = -\frac{F_x}{F_z} - \frac{F_y}{F_z} \frac{dy}{dx}$. Berdasarkan hasil wawancara dengan S8 terlihat bahwa kesulitan mahasiswa dalam mengingat rumus yang digunakan. Selain itu mahasiswa juga mengalami kesulitan dalam memahami konsep yang digunakan dalam soal tersebut. Dari hasil pekerjaan dan wawancara terhadap mahasiswa dapat disimpulkan bahwa mahasiswa mengalami kesulitan dalam mengingat dan menentukan konsep untuk diaplikasikan dalam soal.

Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Phonapichat, P., Wongwanich, S., & Sujiva, S. (2014) yang menyatakan bahwa ada beberapa kesulitan dalam pemecahan masalah yaitu 1) Siswa mengalami kesulitan dalam memahami kata kunci yang muncul dalam masalah, sehingga tidak dapat menafsirkan mereka dalam kalimat matematika; 2) Siswa tidak dapat mengetahui apa yang harus berasumsi dan informasi apa dari masalah ini diperlukan untuk memecahkan itu; 3) Setiap kali siswa tidak memahami masalah, mereka cenderung untuk menebak jawaban tanpa proses berpikir; 4) Siswa tidak sabar dan tidak suka membaca masalah matematika; dan 5) siswa tidak suka membaca masalah lama.

Mahasiswa kesulitan menentukan konsep yang akan digunakan untuk mencari $\frac{\partial u}{\partial s}$ dan $\frac{\partial u}{\partial t}$ dan lemahnya mahasiswa dalam mengingat rumus. Sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan Sutopo (2014) menyimpulkan bahwa kesulitan mahasiswa dalam mahasiswa dalam menyelesaikan soal kalkulus terletak pada kesalahan konsep, kesalahan sistematis, kesalahan strategi, dan kesalahan hitung. Mahasiswa bahkan tidak tau rumus untuk menyelesaikan soal, sehingga mahasiswa tidak dapat menuliskan konsep dengan benar. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Gafoor, K. Abdul dan Kurukkan Abidha (2015), menyimpulkan bahwa siswa kesulitan dalam mengingat materi yang diajarkan pada kelas sebelumnya, cepat melupakan materi belajar dan kesulitan dalam memahami konsep-konsep matematika.

Kesulitan pada aspek perhitungan adalah kesulitan mahasiswa dalam menurunkan suatu fungsi baik turunan pertamanya maupun turunan kedua dari suatu fungsi.

Soal nomor 1

Tentukan $\frac{\partial u}{\partial s}$ dan $\frac{\partial u}{\partial t}$ dari fungsi berikut:

$$u = \frac{x-y}{1+xyz} \text{ dengan } x = 2s + 3t, y = 3s - 4t, z = 5t$$

Hasil pekerjaan mahasiswa mengenai kesulitan dalam aspek perhitungan pada soal nomor 1.

P : “Nomor 1 kamu ada kesulitan enggak dek?”

S15 : “Ada mbak.”

P : “Kesulitannya dimana dek ?”

S15 : “Ada diturunannya mbak, lupa. Itu tak turuin biasa mbak yang itu.”

P : “Kenapa dek ?”

S15 : “Lupa rumusnya mbak.”

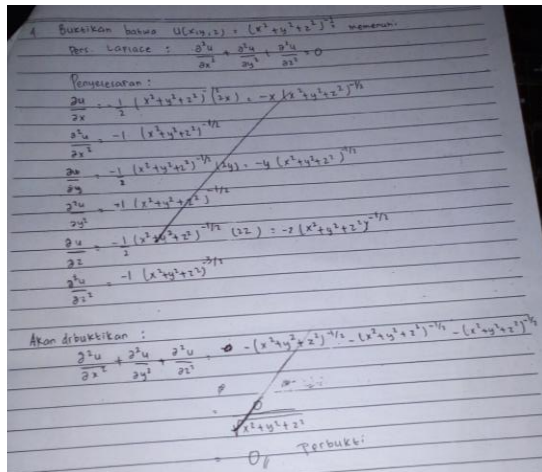
Hasil pekerjaan S15

Pada pekerjaan S15 tersebut terlihat bahwa dalam menurunkan fungsi u , mahasiswa hanya menurunkan penyebut dan pembilangnya. Untuk menurunkan turunan dari fungsi u tersebut seharusnya menggunakan penurunan fungsi $\frac{u'v-uv'}{v^2}$ akan tetapi mahasiswa tidak menggunakannya. Berdasarkan hasil wawancara tersebut dapat dilihat S15 kesulitan dalam menurunkan fungsi. S15 lupa cara menurunkan fungsi pecahan. Dari hasil pekerjaan dan wawancara mahasiswa dapat disimpulkan bahwa mahasiswa mengalami kesulitan dalam menurunkan fungsi. Sesuai juga dengan hasil penelitian lain yang telah dilakukan oleh Hashemi, N., Abu Mohd S., Kashefi, H., & Rahimi, K. (2014) yang menyimpulkan bahwa mengalami kesulitan serius dalam memahami konseptual derivasi.

Soal nomor 4

Buktikan bahwa $U(x, y, z) = (x^2 + y^2 + z^2)^{-1/2}$ memenuhi persamaan Laplace : $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 0$.

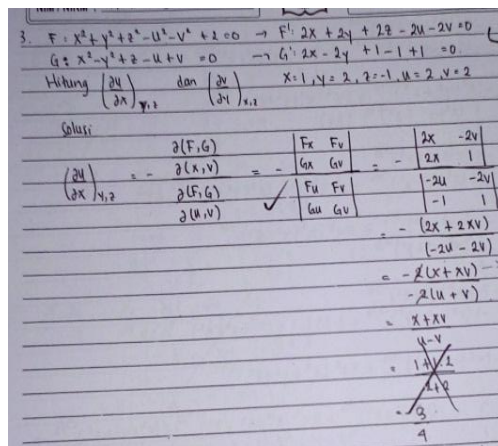
Hasil pekerjaan disertai wawancara terhadap mahasiswa mengenai kesulitan dalam perhitungan pada soal nomor 4.



Hasil pekerjaan S13

Hasil pekerjaan tersebut terlihat S13 pada turunan pertama sudah hampir benar. Pada turunan pertamanya S13 tidak mengurangi pangkatnya. Selanjutnya untuk turunan keduanya S13 juga hanya menurunkan $-x$ nya saja. Berdasarkan hasil wawancara tersebut dapat dilihat bahwa kesulitan yang dialami S13 adalah cara menurunkan fungsi. S13 kesulitan dalam menggunakan rumus turunan parsial, bahkan tidak tau dalam penggunaan turunan parsial. Dari hasil pekerjaan dan wawancara mahasiswa dapat disimpulkan bahwa mahasiswa mengalami kesulitan dalam menurunkan fungsi.

Berikut hasil pekerjaan disertai dengan wawancara terhadap mahasiswa pada soal nomor 3.



Hasil pekerjaan S3

Terlihat pada jawaban tersebut S3 tidak mengalikan angka 2 pada salah satu koefisien. S3 hanya memperoleh hasil $-(2x+2xv)$, seharusnya $-(2x+4xv)$. Berdasarkan hasil wawancara tersebut dapat dilihat bahwa S3 kesulitan dalam berkonsentrasi. S3 lupa dalam perhitungan perkalian, meskipun angkanya tidak terlalu besar tetapi ketika mengalikan mahasiswa kurang memperhatikan angka. Dari hasil pekerjaan dan wawancara mahasiswa tersebut dapat disimpulkan mahasiswa mengalami kesulitan dalam konsentrasi menghitung. Hal ini dapat diperkuat dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Nicette N. Ganal dan Marissa R. Guiab (2014) yang menyatakan bahwa prestasi yang buruk pada matematika disebabkan oleh masalah dan kesulitan yang mencakup masalah pribadi (kemampuan dan sikap), masalah psikologis (emosional), masalah

P : “Nomer 4 ada kesulitan enggak dek?”

S13 : “Nomor 4, saya bingung cara menurunkannya gimana mbak.”

P : “Fungsi u nya ini, kan turunannya dua kali, turunan pertamamu ini kan masih kurang. Harusnya pangkatnya dikurangi satu juga ya dek.”

S13 : “Iya mbak aku bingung cara nuruninnya, ini kan harus nya $-3/2$ mbak.”

P : “Harusnya kan pangkatnya dikurangi satu, jadi $-3/2$.”

S13 : “Iya mbak harusnya dikurangi.”

P : “Nah ini kan kamu bisa pakai turunan parsial dek ?”

S13 : “Enggak tau mbak.”

P : “Kenapa kok pada perkalian nomor 3 kamu tidak mengalikan 2 nya dek?”

S3 : “Lupa enggak tak kaliin mbak, jadi cuma tak tulis 2 mbak.”

P : “Kenapa hanya kamu tulis 2 ?”

S3 : “Kurang konsentrasi mbak.”

instruksional (strategi dalam mengajar dan sikap), masalah keluarga (keuangan dan hubungan), penyesuaian dengan kehidupan kampus, masalah rekan, dan kegiatan kurikuler.

Kesulitan mahasiswa ditinjau dari aspek perhitungan dalam menyelesaikan soal Kalkulus Peubah Banyak adalah kesulitan mahasiswa dalam menghitung perkalian dan menurunkan fungsi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan Al Jupri (2014) menyimpulkan bahwa kesulitan belajar yang dialami adalah kesulitan dalam melakukan perhitungan. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan Mutakin (2015) yang menyimpulkan bahwa ada dua faktor yang menyebabkan mahasiswa mengalami kesulitan dalam mengikuti mata kuliah Kalkulus 1 yaitu minat belajar dan kemampuan dasar Kalkulus yang rendah. Mahasiswa hanya belajar SKS (Sistem Kebut Semalam) sehingga belajarnya banyak yang terlewat. Selain itu mahasiswa juga lupa akan konsep untuk menurunkan fungsi pecahan saat tes berlangsung.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh dari subyek penelitian serta pembahasan hasil penelitian, diperoleh simpulan sebagai berikut. Kesulitan ditinjau dari aspek perseverasi sebesar 13% mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam aspek perseverasi. Kesulitan dalam aspek perseverasi tersebut meliputi mahasiswa tidak dapat berkonsentrasi dalam mengerjakan soal, tidak bisa memperkirakan waktu saat mengerjakan, serta mahasiswa kurang teliti dalam menuliskan jawabannya.

Kesulitan ditinjau dari aspek pemahaman konsep sebesar 14,5% mahasiswa mengalami kesulitan dalam aspek pemahaman konsep. Kesulitan dalam aspek pemahaman konsep tersebut meliputi: Kesulitan memaknai soal yaitu Mahasiswa masih bingung dalam menentukan konsep yang tepat untuk menyelesaikan soal; Kesulitan mengingat konsep yaitu Mahasiswa tidak bisa mengingat konsep dengan baik dan masih belum menguasai cara penjabarannya.

Kesulitan ditinjau dari aspek perhitungan sebesar 18% mahasiswa mengalami kesulitan dalam aspek perhitungan. Kesulitan dalam aspek tersebut meliputi: Kesulitan menghitung turunan yaitu Mahasiswa belum dapat menurunkan suatu fungsi dengan baik dan tidak memahami cara menurunkan fungsi; Kesulitan dalam operasi hitung yaitu Mahasiswa sudah memahami soal dengan baik, namun kurang ketelitian dalam menghitung operasi perkalian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdurrahman, Mulyono. 2010. Pendidikan *Bagi Anak Berkesulitan Belajar*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- [2] Abidin, Zainal. 2012. Analisis kesalahan mahasiswa prodipendidikan matematika fakultas tarbiyah iain ar-raniry dalam mata kuliah trigonometri dan kalkulus I. *Jurnal ilmiah didaktika*, 12, 1, 183-196.
- [3] Carlson, P.M., Madison, B., & West, D.R. 2015. A Study of Students Readiness to Learn Calculus. *Math Edu.*, 1, 209-233.
- [4] Gafoor, K. Abdul dan Kurukkan Abidha. 2015. Learner and Teacher Perception on Difficulties in Teaching Mathematics: Some Implications. *Nasional Conference on Mathematics Teaching-Approacher and Challenges*, 233-242.
- [5] GanalNicette N. dan Marissa R. Guiab. 2014. Problems And Difficulties Encountered By Students Towards Mastering Learning Competencies In Mathematics. *International Refereed Research Journal*, 5, 4, 25-37.

- [6] Hashemi, N., Abu Mohd S., Kashefi, H., & Rahimi, K. 2014. Undergraduate Students' Difficulties in Conceptual Understanding of Derivation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 143 (2014) 358 – 366.
- [7] Jamaris, Martini. 2014. *Kesulitan Belajar*. Jakarta: Ghalia Indonesia..
- [8] Jupri, A., Drijvers, P., & Heuvel-Panhuizen, M. van den. 2014. Student Difficulties in Solving Equations from an Operational and a Structural Perspective. *Mathematics Education*, 9, 1, 39-55.
- [9] Kumalasari, Ade & Sugiman. 2015. Analisis Kesulitan Belajar Mahasiswa pada Mata Kuliah Kapita Selekta Matematika Sekolah Menengah. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 2, 1, 16–27.
- [10] Lestari, S.B.A. 2015 . Analisis Kesulitan Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika STKIP PGRI Pasuruan pada Pokok Bahasan Teknik Pengintegralan. *Jurnal Psikologi*, 3, 1, 20-27.
- [11] Phonapichat, P. , Wongwanich, S., & Sujiva, S. 2014. An Analysis of Elementary School Students' Difficulties in Mathematical Problem Solving. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 116 (2014) 3169 – 3174.
- [12] Sutopo. 2014. Pemahaman Masalah Kalkulus Pada Mahasiswa Tadris Matematika Lain Tulungagung. *Elementary*, 1, 1, 123-141.