

ANALISIS KESALAHAN MAHASISWA PENDIDIKAN MATEMATIKA DALAM MENYELESAIKAN SOAL GEOMETRI PADA TOPIK BANGUN RUANG [ERROR ANALYSIS OF STUDENTS IN THE MATHEMATICS DEPARTMENT IN SOLVING GEOMETRY PROBLEMS ON THE TOPIC OF SOLID FIGURES]

Tanti Listiani¹, Kurnia P. S. Dirgantoro², Melda J. Saragih³, Kimura P. Tamba⁴
^{1,2,3,4}Universitas Pelita Harapan, Tangerang, BANTEN

Correspondence email: tanti.listiani@uph.edu

ABSTRACT

Geometry is a branch of science in mathematics and a course taken by students of mathematics education. Based on students' final exam scores, results were not optimal with several types of errors detected. This study aimed at identify student mistakes in solving geometry problems on the topic of solid figures. The subjects of this study were mathematics education students in the even semester of the 2018/2019 academic year at Universitas Pelita Harapan in Tangerang. The type of research was a qualitative descriptive study. The data collection technique used was a test. The results showed that students' errors in solving geometry problems were concept errors, calculation errors, and a lack of accuracy because they were in a hurry.

Keywords: error analysis, geometry, solid figure

ABSTRAK

Geometri merupakan salah satu cabang ilmu dalam matematika dan merupakan matakuliah yang wajib diikuti oleh mahasiswa program studi pendidikan matematika. Berdasarkan nilai ujian akhir semester mahasiswa didapatkan hasilnya masih kurang maksimal, hal ini memungkinkan terdapat beberapa tipe kesalahan jawaban dari mahasiswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal UAS geometri pada topik bangun ruang. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa pendidikan matematika semester genap Universitas Pelita Harapan Tangerang tahun akademik 2018/2019. Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah tes. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal geometri adalah kesalahan konsep, kesalahan hitung, dan kurang teliti karena terburu-buru.

Kata Kunci: analisis kesalahan, geometri, bangun ruang

PENDAHULUAN

Matematika adalah ilmu penting untuk dipelajari karena matematika merupakan ilmu yang mempunyai ciri khas sebagai ilmu yang memiliki objek abstrak, berpola pada pemikiran deduktif aksiomatik, dan juga berlandaskan pada kebenaran. Dengan adanya ciri khas

tersebut, matematika berguna dalam menumbuh kembangkan kemampuan serta membentuk pribadi siswa. Matematika sebagai ilmu dasar juga diperlukan untuk mencapai keberhasilan yang berkualitas tinggi. Oleh karena itu matematika diajarkan pada semua jenjang sekolah, dari tingkat dasar hingga perguruan tinggi (Susanto, 2018:183). Di samping itu matematika juga merupakan ilmu yang dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Salah satu cabang dari matematika adalah geometri. James dalam Ruseffendi (1995:2) mengatakan bahwa geometri adalah ilmu yang berhubungan dengan bentuk dan besarnya (ukurannya) benda-benda. Sedangkan menurut Ruseffendi (1995:2) geometri itu ialah suatu sistem aksiomatik dan kumpulan generalisasi, model dan bukti tentang bentuk-bentuk benda bidang dan ruang. Geometri merupakan matakuliah yang wajib ditempuh oleh mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pelita Harapan.

Sampai saat ini geometri masih menjadi matakuliah yang sulit, hal ini terlihat dari rendahnya nilai geometri yang diperoleh mahasiswa. Hasil belajar mahasiswa yang tidak memenuhi harapan menunjukkan adanya permasalahan. Masalah tersebut adalah nilai akhir semester yang rendah serta beberapa mahasiswa mengaku bahwa mereka kesulitan saat mengerjakan soal-soal geometri khususnya pada soal UAS. Mahasiswa mengaku mampu mengaplikasikan rumus ke dalam soal namun jika diberikan soal yang berbeda dengan contoh yang diberikan mereka merasa kesulitan, hal ini memungkinkan konsep mereka atau rumus yang mereka pelajari belum dipahami dengan baik. Selain itu ketika mahasiswa dihadapkan dengan soal-soal yang menuntut kemampuan visual dalam mengerjakan soal bangun ruang, mahasiswa kebingungan harus memulai mengerjakan dari mana. Permasalahan ini sangat memungkinkan bahwa konsep dasar mahasiswa belum begitu matang.

Matakuliah geometri merupakan matakuliah dasar sebagai materi prasyarat untuk mengambil matakuliah geometri analitik, hal ini tertuang pada kontrak perkuliahan yang mengacu pada Peraturan Rektor Universitas Pelita Harapan Nomor. 002.16 Tahun 2016 tentang Kurikulum Operasional Tahun 2016 Program Studi Pendidikan Pendidikan Matematika. Mengetahui bahwa geometri merupakan matakuliah yang penting maka perlu untuk dosen atau pengajar memberikan pengajaran yang dapat mengakomodasi permasalahan mahasiswa.

Hasil nilai UAS mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika menunjukkan bahwa rata-rata yang diperoleh adalah 61 dari 100. Sementara terdapat satu nomor soal yang hanya mampu dikerjakan oleh 4 mahasiswa dari total 37, untuk data lengkapnya disajikan di pembahasan. Melihat hasil yang kurang maksimal tersebut maka perlu dilakukan analisis jenis kesalahan apa saja yang dilakukan mahasiswa dalam menyelesaikan soal UAS geometri pada topik bangun ruang pada mahasiswa pendidikan matematika semester genap tahun akademik 2018/2019 di Universitas Pelita Harapan.

Hasil penelitian dari Luneta (2015) menunjukkan bahwa sebagai pendidik yang profesional, sebaiknya perlu dilakukannya analisis kesalahan siswa khususnya dalam belajar matematika, sehingga adanya tanggapan mengenai kesalahan siswa dan diperlukan suatu langkah untuk mengantisipasinya di pengajaran kedepannya. Dengan teridentifikasinya kesalahan yang dibuat oleh mahasiswa maka akan didapatkan jenis-jenis kesalahan mahasiswa dalam memahami konsep geometri topik bangun ruang. Sehingga dengan teridentifikasinya jenis kesalahan mahasiswa dalam mengerjakan soal Geometri, diharapkan hal ini dapat memberikan petunjuk dan solusi tentang kesulitan mahasiswa dalam memahami konsep geometri.

Sependapat dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Retnawati, Arlinwibowo, & Sulistyaningsih (2017) bahwa *“the role that the teachers might take will be identifying the students’ difficulties so that they can create a learning process that might be dealing with the students’ difficulties”* yang artinya guru mungkin dapat mengambil peran dalam mengidentifikasi kesulitan siswa sehingga guru dapat merancang proses pembelajaran yang dapat membantu mengatasi dengan kesulitan siswa. Dalam hal ini pengajar dapat menyusun suatu model pembelajaran atau modul pembelajaran untuk mengurangi permasalahan yang terjadi. Sehingga bukan hanya mahasiswa yang belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran namun juga dosen sebagai pendidik juga perlu untuk belajar dalam mengemas materi pembelajaran yang menarik dan bermakna. Seperti yang dikemukakan oleh Hendriks dalam Sari & Gunanto (2018) belajar adalah suatu proses pertumbuhan karena selama manusia hidup, manusia bertumbuh. Bertumbuh menjadi pribadi yang lebih baik dan dapat belajar dari kesalahan.

Dari permasalahan yang terjadi dan melihat pentingnya seorang pengajar dalam menganalisis soal yang berguna sebagai *improvement* dalam pengajarannya maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal geometri pada topik bangun ruang.

TINJAUAN LITERATUR

Analisis Kesalahan Soal

Analisis kesalahan adalah suatu proses untuk mereview jawaban mahasiswa guna mengidentifikasi pola-pola yang tidak dimengerti. Analisis kesalahan lebih fokus kepada kelemahan-kelemahan mahasiswa dan membantu seorang pengajar dalam mengidentifikasi kesalahan-kesalahan mahasiswa tersebut (Ketterline-Geller & Yovanoff, 2009). Menurut Mirna (2018), *“Errors of students in solving problems can be a clue to know the extent of student learning problems”* yang artinya kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal dapat menjadi petunjuk untuk mengetahui sejauh mana terjadinya permasalahan belajar pada siswa. Analisis kesalahan soal bermanfaat untuk menemukan kelemahan-kelemahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal geometri serta agar pembelajaran kedepannya dapat

diarahkan untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan tersebut. Analisis kesalahan berguna untuk mendapatkan gambaran umum maupun khusus dari rangkaian percobaan yang dilakukan untuk mengetahui kekurangan yang terjadi (Wahbi dan Bey, 2015).

Menurut Clements dalam Raifana, Saad, & Dollah (2016), kesalahan dibagi dalam dua bagian yaitu kesilapan adalah kesalahan dalam tingkat wajar: sesuatu kesalahan yang masih dapat di toleransi, lain halnya dan miskonsepsi adalah kesalahan sebahagian konsep secara kognitif sehingga diperlukan suatu bentuk konfirmasi untuk mengarahkan kepada tujuan yang hendak.

Analisis kesalahan dapat digunakan oleh pendidik, yaitu guru dan dosen untuk mengetahui letak kesalahan yang telah dilakukan oleh anak didiknya. Menurut Surya, Suastika, & Sesanti (2019), analisis kesalahan perlu dilakukan untuk seseorang yang berkecimpung di Pendidikan Matematika baik dosen pengajar maupun guru yang mengajar di bidang matematika, hal ini dilakukan karena diperlukan solusi untuk menghindari terjadinya bentuk-bentuk kesalahan dalam penyelesaian masalah yang diberikan.

Menurut Malau dalam Dirgantoro, Saragih, & Listiani (2019), menjelaskan bahwa hal yang dapat menjadi penyebab terjadinya kesalahan soal meliputi: kurangnya pemahaman siswa akan materi pokok atau bahkan materi prasyarat, kurangnya penguasaan siswa dalam bahasa atau simbol matematika, siswa keliru dalam menafsirkan atau menggunakan rumus, siswa salah atau kurang teliti dalam perhitungan, siswa lupa konsep, cara mengajar guru yang kurang mendukung pemahaman atas materi atau konsep yang diajarkan, serta guru kurang memperhatikan siswa dalam belajar.

Dari beberapa pendapat para ahli di atas dapat disimpulkan bahwa perlu seorang pendidik untuk melakukan analisis kesalahan anak didiknya khusus untuk pembelajaran dalam bidang matematika yang berguna untuk meminimalisir kesalahan yang dibuatnya.

Tipe-tipe Kesalahan Soal

Terdapat beberapa macam analisis yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa dalam mengerjakan soal. Salah satunya adalah menurut Luneta (2015) yang membagi kesalahan soal menjadi 3 tipe. Tipe tersebut adalah *Error 1 (slip)*, *Error 2 (kesalahan konsep)* dan *Error 3 (kesalahan prosedural)*. Menurut Luneta dan Makonye (2010) kesalahan terjadi jika mahasiswa belum mampu membangun prosedur dari pengetahuan konseptualnya.

Pada penelitian ini digunakan 3 tipe kesalahan untuk menggolongkan jenis kesalahan mahasiswa dalam mengerjakan soal geometri, yaitu slip karena terburu-buru, kesalahan konsep, dan kesalahan prosedural.

Geometri

Subjek matakuliah yang digunakan untuk penelitian ini adalah geometri. Geometri merupakan bagian dari matematika yang mempelajari tentang titik, garis, bidang, dan ruang (Bird J, 2002). Geometri wajib diberikan kepada mahasiswa program studi pendidikan matematika. Dalam mata kuliah geometri, mahasiswa akan melihat keunikan bentuk bangun geometri yang merepresentasikan keindahan ciptaan Allah Trinitas. Mahasiswa prodi pendidikan matematika FIP UPH akan mempelajari secara lebih dalam mengenai bangun datar dan bangun ruang yang mencakup unsur, sifat, keliling, luas dan volume sehingga pada akhirnya mahasiswa akan mengagumi, mencintai, serta menghargai ciptaan Tuhan. Sementara menurut Juwita (2010: 266), geometri adalah studi hubungan ruang. Dari beberapa kajian di atas dapat disimpulkan bahwa geometri merupakan matakuliah yang wajib diberikan oleh mahasiswa pendidikan matematika yang mempelajari tentang bangun datar dan bangun ruang.

Pembelajaran Geometri

Pembelajaran adalah tentang bagaimana seseorang belajar. Menurut Spears dalam Siregar, Nara, & Jamludin (2010: 4), pembelajaran adalah bagaimana seseorang mengobservasi, meniru, melakukan sesuatu pada dirinya, mendengarkan, dan mengikuti aturan atau perintah. Geometri merupakan bagian dari matematika, menurut Van de Walle (2012: 13), "*doing mathematics*" atau melakukan matematika berarti melakukan strategi untuk menyelesaikan masalah, menerapkannya dengan suatu pendekatan, melihat apakah strategi tersebut dapat menemukan suatu solusi, dan memeriksa apakah solusi dari permasalahan tersebut benar dan tepat. Geometri merupakan cabang dari ilmu matematika, ketika seseorang belajar geometri maka dapat dikatakan bahwa seseorang dituntut melakukan strategi matematika seperti yang diutarakan oleh Van de Walle.

NCTM (2000: 21) mengemukakan bahwa prinsip pembelajaran matematika memiliki dua ide besar. Pertama, belajar matematika dengan pemahaman adalah penting. Belajar matematika tidak hanya memerlukan keterampilan menghitung tetapi juga memerlukan kecakapan berpikir dan beralasan secara matematis untuk menyelesaikan permasalahan dan mempelajari ide-ide yang dihadapi siswa selanjutnya. Kedua, siswa dapat belajar matematika dengan pemahaman.

Belajar geometri merupakan komponen penting dari pembelajaran matematika karena memungkinkan siswa menganalisis dan menafsirkan benda-benda di sekitar mereka serta membekali siswa dengan pengetahuan yang dapat diterapkan dalam bidang matematika lainnya (Ozerem, 2012). Dapat dikatakan bahwa melalui pembelajaran geometri, siswa dapat mengembangkan kemampuan spasialnya serta dapat menggunakan pemikirannya tentang hubungan-hubungan antar pengetahuan yang sudah mereka miliki dengan permasalahan kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, siswa perlu membangun

pemahaman tentang konsep-konsep geometris serta mendapatkan keterampilan yang memadai berkaitan dengan pembelajaran geometri.

Bangun Ruang

Bangun ruang adalah suatu bentuk benda tiga dimensi (memiliki panjang, lebar, dan tinggi sekaligus) yang digambarkan berupa ruas garis yang membentuk sisi, rusuk, dan titik sudut” (Nurhayati.N, 2009:243). Bangun ruang terdiri dari beberapa bangun, antara lain bangun ruang kubus, balok, prisma tegak, limas, kerucut, bola dan tabung.

Bangun ruang adalah suatu bentuk-bentuk dimensi tiga yang merupakan abstraksi dan idealisasi dari benda-benda konkret yang ada di alam. Abstraksi adalah pemahaman melalui pengamatan tentang sifat-sifat yang tidak dimiliki (Ruseffendi, 1995:266). Melalui proses abstraksi ini benda-benda konkret yang ada di alam menjadi dapat diidentifikasi sebagai bangun-bangun ruang sederhana, sehingga dalam perhitungannya menjadi lebih mudah. Bangun ruang disebut juga bangun berdimensi tiga karena mengandung tiga unsur, yaitu panjang, lebar dan tinggi (Negoro & Harahap, 2005)

Bangun ruang terdiri atas berbagai bentuk. Bentuk-bentuk bangun ruang yang umum adalah kubus, balok, prisma dan limas. Kubus, balok, prisma dan limas merupakan bangun ruang yang termasuk bangun ruang sisi datar. Bangun ruang sisi datar memiliki bagian-bagian yang disebut sisi, rusuk dan titik sudut. Sisi suatu bangun ruang adalah permukaan benda ruang. Misalnya sisi balok berbentuk persegi panjang (Negoro & Harahap, 2005). Sedangkan rusuk adalah mana ruas garis yang terdapat pada bangun ruang seperti prisma siku-siku bertemu pada ruas garis yang disebut rusuk adalah nama ruas garis yang terdapat pada bangun ruang seperti prisma siku-siku, setiap dua sisi prisma siku-siku bertemu pada ruas garis yang disebut rusuk (Negoro & Harahap, 2005). Adapun titik sudut pada bangun ruang merupakan titik persekutuan rusuk-rusuk bangun yang bergabung dan bersekutu di titik ujungnya.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif. Pada penelitian ini akan dideskripsikan mengenai tipe-tipe kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal geometri pada topik bangun ruang. Partisipan penelitian ini berjumlah 37 orang pada semester genap pada program studi Pendidikan Matematika Fakultas Pendidikan Matematika di Universitas Pelita Harapan Tangerang. Mahasiswa yang mendapat kuliah ini merupakan mahasiswa yang baru lulus Sekolah Menengah Atas, dan sedang belajar mengenai bangun ruang. Subjek penelitian ini adalah 3 mahasiswa pendidikan matematika semester genap tahun ajaran 2018/2019 FIP UPH yang dipilih secara purposif. Mahasiswa yang terpilih adalah mahasiswa yang melakukan kesalahan terbanyak dalam menyelesaikan soal UAS geometri pada topik bangun ruang.

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah tes geometri. Data yang disajikan berupa hasil pekerjaan mahasiswa langsung pada lembar soal beserta langkah-langkahnya. Tes yang dikerjakan merupakan soal tes ujian akhir semester geometri. Terdapat 5 soal yang ditekankan namun disini akan dianalisis 3 soal yang lebih fokus kepada materi bangun ruang. Tes dikerjakan secara individu dan tidak diperkenankan menggunakan alat bantu kalkulator. Dari 37 mahasiswa yang mengerjakan soal tes, kemudian dipilih tiga mahasiswa yang mengalami kesalahan.

Berikut ini adalah klasifikasi kesalahan menurut Luneta (2015).

Tabel 1. Tipe Kesalahan Soal

Kategori	Tipe Kesalahan	Keterangan
Error 1	<i>Slip</i>	Kekeliruan, kesalahan kecil akibat terburu-buru.
Error 2	Kesalahan Konsep	Kurangnya pengetahuan tentang konsep/penguasaan fakta-fakta dasar, konsep dan keterampilan yang tidak memadai.
Error 3	Kesalahan prosedur	Siswa mengetahui konsepnya tetapi tidak dapat menerapkannya pada masalah. Menerapkan prosedur tanpa benar-benar mengetahui apa yang sedang dilakukan.

PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai identifikasi jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa berdasarkan jawaban tertulis dan wawancara mahasiswa. Sebelum disampaikan mengenai hasil penyelesaian dari mahasiswa. Berikut ini akan ditunjukkan mengenai jumlah mahasiswa yang menjawab salah dan menjawab benar dalam mengerjakan soal nomor 1, 2 dan 3. Dari 37 mahasiswa yang telah mengerjakan soal maka didapat hasil berikut ini:

Tabel 2. Kategori Jawaban Mahasiswa Total

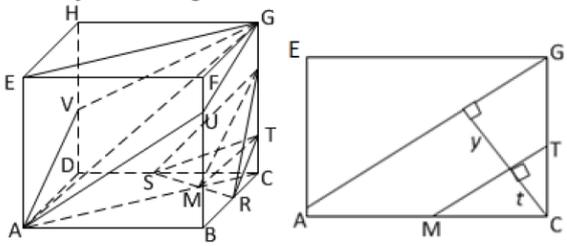
Kategori Jawaban	Pertanyaan Nomor		
	1	2	3
Benar	4	22	28
Salah	33	15	9
Total	37	37	37

Dari soal yang sudah terjawab maka terlihat bahwa banyak mahasiswa yang memberikan jawaban salah pada soal nomor 1, yaitu terdapat 33 mahasiswa menjawab salah dan hanya 4 mahasiswa menjawab benar. Sementara soal nomor 2, tergolong memiliki tingkat kesulitan soal sedang. Hal ini terlihat sebanyak 15 mahasiswa menjawab benar dan terdapat 22 soal menjawab salah. Jadi porsi yang menjawab benar lebih banyak daripada yang salah. Dan yang terakhir adalah soal nomor 3, dari tabel terlihat bahwa soal nomor 3 merupakan soal paling mudah dari ketiganya karena terdapat 28 mahasiswa yang mampu menjawab soal dengan tepat, dan hanya 9 mahasiswa yang memberikan jawaban salah. Dari hasil nilai mahasiswa dapat disimpulkan bahwa soal nomor 1 adalah soal yang paling susah dikerjakan, soal nomor 2 soal yang masuk dalam kategori sedang dan yang terakhir soal nomor 3 merupakan soal yang paling mudah dari ketiganya. Untuk menganalisis bagaimana terjadinya kesalahan mahasiswa dalam mengerjakan soal, maka dipilih mahasiswa yang memberikan jawaban salah. Berikut ini adalah pemaparan hasil jawaban mahasiswa dalam menyelesaikan 3 soal UAS geometri khusus pada materi bangun ruang.

Berikut ini adalah soal nomor 1 yang diberikan kepada mahasiswa beserta kunci jawabannya. Soal ini merupakan soal yang paling sulit dikerjakan oleh mahasiswa, karena soal ini menuntut mahasiswa mampu untuk memvisualkan gambar tiga dimensi berupa kubus. Dari mahasiswa diminta untuk menentukan jarak antara bidang dengan bidang.

Berikut ini adalah soal nomor 1 yang diberikan kepada mahasiswa:

1. Diberikan kubus ABCD.EFGH dengan panjang sisi 1 satuan. Sementara U dan V adalah titik tengah BF dan DH. R dan S titik tengah BC dan CD. T pada CG sehingga $CT:TG = 1:3$. Tentukan jarak bidang AUV dan RST!



Gambar 1. Soal Nomor 1

Jawaban yang benar untuk soal nomor 1 adalah sebagai berikut:

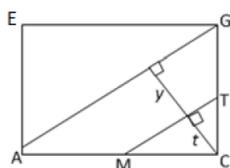
Diketahui :

- Sisi kubus = 1 satuan
- U dan V adalah titik tengah BF dan DH
- R dan S titik tengah BC dan CD
- T pada CG sehingga CT:TG = 1:3

Ditanyakan : Jarak bidang AUV dan RST ?

Jawab :

Soal di atas dikerjakan dengan cara perbandingan dari luas segitiga. Langkah pertama diperluas bangun AUV menjadi bangun AUGV. Untuk memudahkan digunakan bangun di bawah ini!



Maka jarak yang ditanyakan sebenarnya adalah jarak antara segmen AG dengan segmen MT yaitu y .

Jadi jarak $AG = \text{jarak } MT = y$. Selanjutnya pada segitiga ACG, dapat menggunakan luas ACG untuk menentukan jaraknya.

$$\text{Luas } ACG = \frac{1}{2}(\text{alas} \times \text{tinggi}) = \frac{1}{2}\{AG \times (y + t)\} = \frac{1}{2}(AC \times CG)$$

$$\text{Dari } \frac{1}{2}\{AG \times (y + t)\} = \frac{1}{2}(AC \times CG)$$

$$\Leftrightarrow \{AG \times (y + t)\} = (AC \times CG)$$

$$\Leftrightarrow (y + t) = \frac{(AC \times CG)}{AG}$$

$$\Leftrightarrow (y + t) = \frac{\sqrt{2} \times 1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{6}}{3}$$

Nilai AC, CG dan AG adalah dari teorema Pythagoras dengan sisinya 1 satuan yang sudah diketahui dari soal.

$$\Leftrightarrow (y + t) = \frac{\sqrt{6}}{3}$$

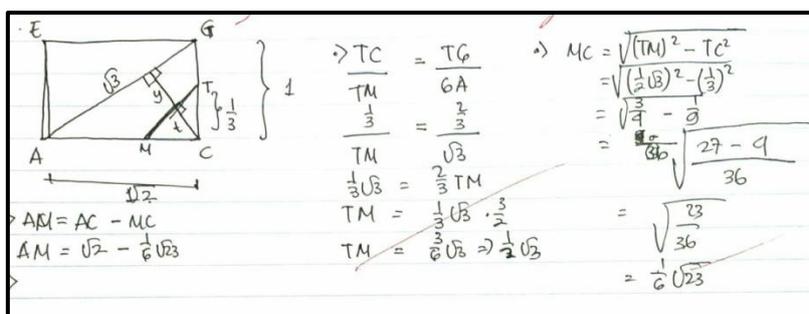
Selanjutnya dari soal diketahui bahwa $CT:TG = 1:3$ maka $CT:TG = t : y = 1:3 \Leftrightarrow t = \frac{1}{3}y$

$$\text{Substitusikan } t = \frac{1}{3}y \text{ ke } (y + t) = \frac{\sqrt{6}}{3} \text{ maka } (y + \frac{1}{3}y) = \frac{\sqrt{6}}{3} \Leftrightarrow \frac{4}{3}y = \frac{\sqrt{6}}{3} \Leftrightarrow 4y = \frac{3\sqrt{6}}{3} \Leftrightarrow y = \frac{\sqrt{6}}{4}$$

Jadi jarak AUV dengan RST adalah $\frac{\sqrt{6}}{4}$ satuan.

Gambar 2. Kunci Jawaban Soal Nomor 1

Berikut ini adalah jawaban yang diberikan oleh mahasiswa-mahasiswa dalam menyelesaikan soal nomor 1. Terdapat 3 jawaban mahasiswa yang akan dianalisis tipe kesalahannya.



Gambar 3. Jawaban Mahasiswa 1 untuk Soal Nomor 1

Pada jawaban mahasiswa 1 di atas untuk soal nomor 1 menunjukkan bahwa jawaban yang diberikan adalah jawaban yang salah. Kesalahan yang terjadi adalah mahasiswa masih bingung dengan visualisasi dari gambar bangun ruang. Hal ini dikarenakan konsep dasar mahasiswa masih belum dipahami dengan baik. Mahasiswa belum mampu menunjukkan bahwa sebenarnya jarak antara bidang AUV dan RST disini adalah segmen y (lihat pada Gambar 3. di atas) namun yang dicari adalah segmen MC. Jelas jika mahasiswa belum mengerti mana jarak yang dicari maka pada langkah-langkah selanjutnya mahasiswa akan mengalami kesalahan dalam menentukan prosedurnya. Kesalahan yang terjadi ini merupakan kesalahan tipe Error 2 atau tipe kesalahan konsep karena kurangnya pengetahuan mahasiswa tentang konsep yang disebabkan oleh penguasaan fakta-fakta dasar, konsep dan keterampilan yang tidak memadai.

① Dik: 1 satuan
 $CT : TG = 1 : 3$
 Dit: Jarak bidang AUV dan RST
 Jb: $RC = \frac{1}{2}$ $CT : TG = 1 : 3$
 $x + 3x = 1 \text{ satuan}$
 $4x = 1$
 $x = \frac{1}{4}$
 $CT = \frac{1}{4}$; $TG = \frac{3}{4}$

② $TR = \sqrt{RC^2 + CT^2}$
 $= \sqrt{(\frac{1}{2})^2 + (\frac{1}{4})^2}$
 $= \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{1}{16}}$
 $= \sqrt{\frac{5}{16}}$
 $= \frac{1}{4} \sqrt{5}$

③ $TS = \sqrt{TC^2 + SC^2} \rightarrow SC = \frac{1}{2}$
 $= \sqrt{(\frac{1}{4})^2 + (\frac{1}{2})^2}$
 $= \sqrt{\frac{5}{16}}$
 $= \frac{1}{4} \sqrt{5}$

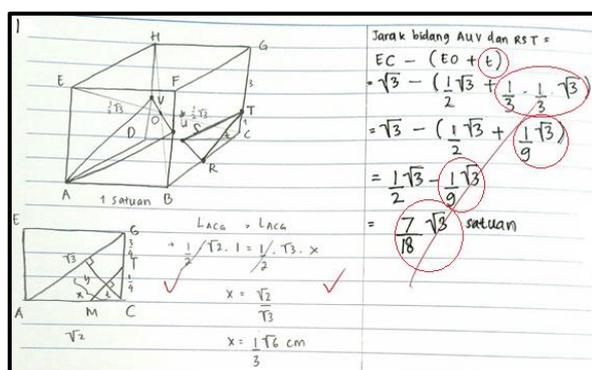
④ $AU = \sqrt{AD^2 + UD^2}$ ⑤ $AU = \sqrt{AR^2 + RU^2}$
 $= \sqrt{1^2 + (\frac{1}{2})^2}$ $= \sqrt{1^2 + (\frac{1}{2})^2}$
 $= \sqrt{1 + \frac{1}{4}}$ $= \sqrt{\frac{5}{4}}$
 $= \frac{\sqrt{5}}{2}$ $= \frac{1}{2} \sqrt{5}$

⑥ Diagonal ruang = $\sqrt{3}$
 $CM = \frac{1}{4} \sqrt{3}$
 Jarak bidang AUV dan RST = $\frac{2}{4} \sqrt{3}$
 $= \frac{1}{2} \sqrt{3}$

Gambar 4. Jawaban Mahasiswa 2 untuk Soal Nomor 1

Analisis jawaban mahasiswa 2 di atas dalam menyelesaikan soal nomor 1 menunjukkan bahwa kesalahan yang terjadi merupakan kesalahan konsep. Mahasiswa secara visualisasi belum mengerti bahwa sebenarnya jarak yang dicari adalah nilai y nya. Karena kesalahan konsep ini maka mahasiswa juga mengalami kesalahan pada prosedurnya. Pada soal 1 ini sebenarnya mahasiswa diberikan petunjuk untuk memudahkan dalam mengerjakan, namun mahasiswa tidak menggunakan petunjuk tersebut dan inilah yang mengakibatkan mahasiswa mengalami kesalahan dalam mengerjakan. Kesalahan yang dialami mahasiswa ini merupakan kesalahan tipe kesalahan Error 2 atau tipe kesalahan konsep karena kurangnya

pengetahuan tentang konsep yang disebabkan oleh penguasaan fakta-fakta dasar, konsep dan keterampilan yang tidak memadai.



Gambar 5. Jawaban Mahasiswa 3 untuk Soal Nomor 1

Mahasiswa 3 di atas memberikan jawaban yang belum tepat. Konsep dasar mahasiswa ini sudah benar namun mahasiswa mengalami kesalahan dalam menentukan nilai t nya. Dari soal sudah diberikan keterangan bahwa $CT:CG = 1:3$. Dari sini dapat diketahui bahwa nilai t nya adalah sepertiga dari nilai y . Namun mahasiswa tidak menggunakan petunjuk yang ada pada soal, mahasiswa memilih untuk mencari nilai t dengan langkah sendiri. Karena hal ini mahasiswa mengalami tipe kesalahan Error 3, mahasiswa tahu konsepnya tetapi tidak dapat menerapkannya pada masalah serta menerapkan prosedur tanpa benar-benar mengetahui apa yang sedang dilakukan.

Selanjutnya yang akan dianalisis adalah soal nomor 2. Soal nomor 2 merupakan tergolong soal sedang, karena dari 37 mahasiswa yang menjawab terdapat 22 mahasiswa yang mampu menjawab dengan tepat dan mendapatkan skor sempurna. Berikut ini merupakan soal nomor 2 yang diberikan kepada mahasiswa.

2. Dua buah bola memiliki perbandingan luas kulit 1:9. Perbandingan volume kedua bola tersebut adalah...

Gambar 6. Soal Nomor 2

Soal nomor 2 ini merupakan soal umum yang wajib dipahami oleh mahasiswa pendidikan matematika, apalagi materi ini adalah materi yang sebenarnya juga sudah diajarkan dibangku sekolah menengah. Berikut ini adalah kunci jawaban yang benar untuk soal nomor 2.

$\begin{aligned} \text{Luas}_1 : \text{Luas}_2 &= 1 : 9 \\ 4\pi r_1^2 : 4\pi r_2^2 &= 1 : 9 \\ r_1^2 : r_2^2 &= 1 : 9 \\ r_1^2 &= \frac{1}{9} r_2^2 \\ r_1 &= \sqrt{\frac{1}{9} r_2^2} \\ r_1 &= \frac{1}{3} r_2 \end{aligned}$	$\begin{aligned} \text{Volume}_1 : \text{Volume}_2 &= \frac{4}{3}\pi r_1^3 : \frac{4}{3}\pi r_2^3 \\ &= r_1^3 : r_2^3 \\ &= \left(\frac{1}{3}r_2\right)^3 : r_2^3 \\ &= \frac{1}{27}r_2^3 : r_2^3 \\ &= 1 : 27 \end{aligned}$ <p style="text-align: center;">Jadi perbandingannya adalah 1 : 27.</p>
---	--

Gambar 7. Kunci Jawaban untuk Soal Nomor 2

Berikut ini adalah jawaban yang diberikan oleh mahasiswa-mahasiswa dalam menyelesaikan soal nomor 2. Tiga jawaban mahasiswa yang akan dianalisis tipe kesalahannya. Sementara jawaban yang diberikan mahasiswa dalam menyelesaikan soal nomor 2 adalah sebagai berikut.

Perbandingan 2 bola (luas kulit):
 $L_1 : L_2 = 1 : 9$
 Dit $V_1 : V_2 = \dots?$
 $\rightarrow L_1 : L_2 = V_1 : V_2$
 $1 : 9 = \frac{4}{3}\pi r_1^3 : \frac{4}{3}\pi r_2^3$
 $1 : 9 = r_1^3 : r_2^3$
 $\therefore V_1 : V_2 = \frac{4}{3}\pi : 108\pi$

Gambar 8. Jawaban Mahasiswa 1 untuk Soal Nomor 2

Dari jawaban mahasiswa di atas terlihat bahwa mahasiswa sudah mampu memahami soal dengan baik. Mahasiswa mampu menggunakan rumus luas dan volume dari bola namun mahasiswa mengalami kesalahan menyelesaikan soal pada saat diminta untuk membandingkan volume bola. Pada soal diberikan petunjuk perbandingan pada luas bola yang pertama dan kedua adalah 1:9. Namun penghitungan yang diberikan oleh mahasiswa pada saat membandingkan ditemukan adanya kesalahan. Pada tanda lingkaran di atas mahasiswa langsung memasukkan nilai perbandingannya dengan mensubstitusikan langsung jari-jari pada luas dengan nilai perbandingannya. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa sebenarnya sudah paham akan konsep pada luas dan volume bola. Hal ini dikarenakan materi mengenai bangun ruang bola sudah sering dibahas bahkan dibangku sekolah menengah. Namun yang terjadi, ketika dihadapkan dengan soal perbandingan mahasiswa mengalami kesalahan pada prosedurnya. Kesalahan yang terjadi ini merupakan tipe kesalahan Error 3 karena mahasiswa tahu konsepnya tetapi tidak dapat menerapkannya pada masalah serta menerapkan prosedur tanpa benar-benar mengetahui apa yang sedang dilakukan.

2.) Perbandingan luas 2 bola $\Rightarrow 1 : 9$
 $4\pi r^2 : 4\pi r^2$
 $1 : 9$
 $r : r$
 $1 : 3$ Tidak ada penjelasan ini jari-jari pertama atau kedua

Maka perbandingan volume:
 $\frac{4}{3}\pi r^2 : \frac{4}{3}\pi r^2$
 $\frac{4}{3} \cdot \frac{2^2}{7} \cdot 1^3 : \frac{4}{3} \cdot \frac{2^2}{7} \cdot 3^3$
 $\frac{28+66}{21} : \frac{264}{7}$
 $\frac{94}{21} : \frac{792}{21}$
 $1 : 8,4$ kurang efektif, tidak ada keterkaitan antara luas dengan volume bola

Gambar 9. Jawaban Mahasiswa 2 untuk Soal Nomor 2

Dari jawaban mahasiswa di atas, kesalahan mahasiswa dapat dilihat pada lingkaran-lingkaran merah yang sudah ditandai. Sebenarnya mahasiswa sudah mampu menentukan luas dari bola. Namun pada lingkaran merah pertama mahasiswa menuliskan jawaban tanpa menunjukkan penjelasan bahwa itu merupakan jari-jari pada lingkaran pertama atau yang kedua. Dari sinilah mahasiswa tidak dapat mensubstitusikan salah satu jari-jari bola dari luas yang diketahui ke dalam volume bolanya. Karena jawaban mahasiswa demikian maka kesalahan selanjutnya juga terjadi saat mahasiswa membandingkan volume bola. Rumus volume bola yang diberikan mahasiswa juga masih salah, jari-jari yang dituliskan adalah pangkat dua seharusnya adalah pangkat 3. Kemudian pada saat membandingkan mahasiswa masih kurang efektif dalam melakukan penghitungan. Karena dalam memberikan rumus volumenya tidak tepat serta mahasiswa tidak mampu menentukan keterkaitan antara petunjuk pada soal dengan jawaban yang diminta maka dapat dikatakan bahwa mahasiswa ini memiliki tipe kesalahan Error 2 yaitu kesalahan konsep.

2. perbandingan luas = 1:9.
 $l = 4\pi r^2$ $v = \frac{4}{3}\pi r^3$
 $\Rightarrow \frac{4\pi r^2}{4\pi r^2} = \frac{1}{9} = \frac{36\pi r^2}{4\pi r^2} = 4\pi r^2$
 $\Rightarrow \frac{\frac{4}{3}\pi r^3}{\frac{4}{3}\pi r^3} : \frac{36\pi r^2}{4\pi r^2} = \frac{16}{3} \cdot \frac{r^3}{r^2} = \frac{16}{3} : \frac{1}{48}$ Perbandingan volume

Gambar 10. Jawaban Mahasiswa 3 untuk Soal Nomor 2

Jawaban mahasiswa di atas juga belum tepat. Dari jawaban di atas menunjukkan bahwa mahasiswa sudah paham akan konsep dari luas dan volume bola. Namun sama seperti pada mahasiswa pertama, mahasiswa ini juga mengalami kesulitan dalam menentukan perbandingannya. Pada luas bola, mahasiswa bukannya menentukan salah satu dari jari-jari bola namun mengalikan silang antara luas bola dengan perbandingan yang diketahui. Hal ini

menimbulkan kesalahan hasil karena perbandingan luas yang diperoleh menjadi 36:4. Sementara hasil perbandingan ini, ia substitusikan ke volume bola. Jelas dari awal salah maka untuk prosedur selanjutnya mahasiswa pasti akan jawaban yang salah. Tipe kesalahan ini adalah tipe kesalahan Error 3, yaitu salah prosedur.

3. Bola besi dimasukkan kedalam sebuah tabung gelas dengan sisi bola tepat menyinggung pada bidang atas, bawah dan selimut gelas. Jika jari-jari dan tinggi pada tabung adalah 7 cm dan 14 cm. Volume udara dalam tabung gelas yang ada diluar bola adalah

Gambar 11 Soal Nomor 2

Jawaban yang benar adalah sebagai berikut:

Langkah biasa: Volume tabung: $V = \text{Luas alas} \times \text{tinggi}$ $= \pi r^2 t$ $= \frac{22}{7} \cdot 7^2 \cdot 14$ $= \frac{22}{7} \cdot 49 \cdot 14$ $= 2156 \text{ cm}^3$	Volume bola: $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$ $= \frac{4}{3} \cdot \frac{22}{7} \cdot 7^3$ $= \frac{4}{3} \cdot \frac{22}{7} \cdot 343$ $= 1437,33 \text{ cm}^3$	Volume udara diluar bola : $V = \text{Vol tabung} - \text{vol bola}$ $= 2156 \text{ cm}^3 - 1437,33 \text{ cm}^3$ $= 718,67 \text{ cm}^3$	Langkah praktis: $\text{Vol bola} = \frac{2}{3} \times \text{vol tabung}$ Volume udara di luar bola $V = \frac{1}{3} \times \text{Volume tabung}$ $= \frac{1}{3} \times 2156 \text{ cm}^3$ $= 718,67 \text{ cm}^3$ Jadi jawabannya $718,67 \text{ cm}^3$
--	---	--	--

Gambar 12. Kunci Jawaban untuk Soal Nomor 3

Berikut adalah jawaban mahasiswa pada soal nomor 3. Jawaban di bawah ini adalah jawaban dari mahasiswa pertama.

Dik. r tabung = 7 cm. } 2 bola besi
 t tabung = 14 cm.
 Dit. Volume udara tabung diluar bola adalah ...
 $\rightarrow V \text{ bola} = \frac{4}{3} \pi r^3$
 $= \frac{4}{3} \cdot \frac{22}{7} \cdot 7^3$
 $= \frac{4}{3} \cdot \frac{22}{7} \cdot 343$
 $= \frac{4}{3} \cdot 22 \cdot 49$
 $= \frac{4 \cdot 22 \cdot 49}{3} = 148 \text{ cm}^3$
 $V \text{ 2 bola} = 2 \cdot 148 \text{ cm}^3 = 296 \text{ cm}^3$

$V \text{ tabung} = \pi r^2 t$
 $= \frac{22}{7} \cdot 7^2 \cdot 14$
 $= 22 \cdot 7 \cdot 14$
 $= 2156 \text{ cm}^3$
 $V \text{ udara dalam tabung diluar bola} = V \text{ tabung} - V \text{ 2 bola}$
 $= 2156 \text{ cm}^3 - 296 \text{ cm}^3$
 $= 1860 \text{ cm}^3$

Tidak perlu dikali 2 pada volume bola

Gambar 13. Jawaban Mahasiswa 1 untuk Soal Nomor 3

Dari jawaban mahasiswa di atas, mahasiswa terlihat sudah paham akan konsep dari volume tabung dan volume bola. Namun jawaban yang diberikan masih terdapat kesalahan. Soal yang diminta adalah untuk mencari volume udara dalam tabung di luar bola. Itu artinya bisa menggunakan langkah mengurangi volume tabung dengan volume bola. Atau bisa juga dengan menggunakan langkah praktis volume udara di luar bola adalah sepertiganya dari volume tabung. Jawaban di atas secara konsep sudah tepat dalam menentukan rumus volume bola dan volume tabung. Namun dalam menentukan volume bola, mahasiwa ini salah

adalah tipe kesalahan Error 1, yaitu *Slip* karena mahasiswa terburu-buru dalam mengerjakan soal.

Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan untuk jumlah terjadinya tipe kesalahan pada mahasiswa yang mengerjakan 3 soal yang ada.

Tabel 2. Jumlah Kesalahan pada Tiap Soal

Tipe Kesalahan	Pertanyaan Nomor			Total Error
	1	2	3	
Error 1			3	3
Error 2	2	1		3
Error 3	1	2		3
Total Mahasiswa	3	3	3	

Pada Tabel 2. di atas, dapat diketahui bahwa pada soal nomor 1 terdapat 2 tipe kesalahan Error 2 (kesalahan konsep) dan 1 tipe kesalahan Error 3 (kesalahan prosedural). Hal ini berarti pada soal nomor 1 merupakan soal yang jumlah kesalahannya terbanyak dari soal lain. Dan dari hasil identifikasi tipe kesalahan pada 3 mahasiswa yaitu kesalahan yang terjadi adalah karena siswa belum paham betul akan konsep pada bangun ruang khususnya dalam menentukan jarak antar bidang. Mahasiswa mengalami kesalahan konsep karena kurangnya penguasaan dasar, serta keterampilan yang kurang memadai. Selain itu terdapat mahasiswa yang sebenarnya sudah paham akan konsep materi namun masih kesulitan dalam menerapkan prosedur tanpa benar-benar mengetahui apa yang sedang dilakukan. Menurut Soedjadi (2000:13), mahasiswa akan mengalami kesalahan konsep dalam menyelesaikan soal ketika ia tidak dapat memahami dengan benar apa yang ditanyakan dalam soal. Selain itu mahasiswa juga tidak dapat menggunakan rumus dalam menyelesaikan soal matematika. Sejalan dengan penelitian Luneta (2015), bahwa pemahaman konsep sangat mempengaruhi penguasaan materi mahasiswa. Jika mahasiswa tidak mampu memahami konsep dengan baik maka ia akan kebingungan jika diperhadapkan dengan soal-soal yang bervariasi.

Selanjutnya pada soal nomor 2 terdapat terdapat 1 tipe kesalahan Error 2 (kesalahan konsep) dan 2 tipe kesalahan Error 3 (kesalahan prosedural). Hal ini berarti pada soal nomor 2, terdapat mahasiswa yang belum paham akan konsep pada bangun ruang. Selain itu beberapa mahasiswa sebenarnya sudah paham akan konsep materi namun tidak menerapkan prosedur dengan benar. Permasalahannya adalah karena mahasiswa masih bingung dengan perbandingan luas dari dua bola yang berhubungan untuk mencari perbandingan pada volume bola tersebut.

Soal yang terakhir adalah soal nomor 3. Dari 3 soal yang di analisis, ditemukan 3 mahasiswa memiliki 3 tipe kesalahan Error 1 (*Slip*). Soal nomor 3 adalah soal yang paling mudah dari ketiganya. Walaupun ini merupakan soal termudah namun masih terdapat kesalahan, tipe kesalahan yang terjadi adalah kesalahan kecil yaitu salah dalam menghitung perkalian. Hal ini terjadi karena mahasiswa terburu-buru dalam mengerjakan soal serta mahasiswa tidak mengecek kembali jawabannya.

KESIMPULAN

Dari hasil identifikasi tipe kesalahan mahasiswa dalam mengerjakan soal geometri topik bangun ruang di atas, maka dapat disimpulkan terjadinya tipe kesalahan sebagai berikut:

1. Error 1 (*slip*), merupakan kesalahan karena mahasiswa terburu-buru soal serta kurang teliti dalam menyelesaikan soal. Kesalahan ini terjadi pada soal nomor 2 dan 3.
2. Error 2 (kesalahan konsep), merupakan kesalahan akibat mahasiswa belum paham akan konsep bangun ruang serta penguasaan dasar dalam belajar bangun ruang. Kesalahan ini terjadi pada soal nomor 2 dan 3.
3. Error 3 (kesalahan prosedural), merupakan kesalahan karena mahasiswa kesulitan dalam menghubungkan konsep dengan langkah pengerjaannya/prosedurnya. Kesalahan ini terjadi pada soal nomor 2 dan 3.

Saran

Dari tipe-tipe kesalahan yang ada diperlukan peran dosen untuk meminimalisir kesalahan yang terjadi. Mengingat matakuliah geometri pada topik bangun ruang merupakan materi yang harus dikuasai oleh mahasiswa calon guru matematika. Dosen dapat mencoba untuk menyadarkan mahasiswa akan kesalahan mereka serta menciptakan suasana agar mahasiswa dapat menemukan kesalahan mereka. Dosen juga dapat menggunakan pembelajaran *open ended* agar mahasiswa terbiasa berpikir terbuka, jika mahasiswa diperhadapkan dengan soal yang berbeda dari contoh maka mahasiswa mampu menyelesaikannya. Alasan kenapa dapat menggunakan pembelajaran *open ended* dapat dikaji dari penelitian yang dilakukan oleh Yuniarti, Kusumah, Suryadi, & Kartasmita (2017), bahwa *open ended* efektif digunakan untuk mendorong kemampuan berpikir kreatif matematika seseorang. Sementara sebagai mahasiswa, diperlukan peran aktif dalam kegiatan perkuliahan, banyak melatih diri dalam menyelesaikan soal-soal latihan, teliti dan rajin mengecek ulang jawaban sebelum mengumpulkan jawaban serta memiliki inisiatif yang tinggi untuk mencari sumber-sumber materi yang terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- Bird, J. (2002). *Matematika dasar: Teori dan aplikasi praktis*. Jakarta, Indonesia: Erlangga.
- Dirgantoro, K. P. S., Saragih, M. J., & Listiani, T. (2019). Analisis kesalahan mahasiswa PGSD dalam menyelesaikan soal statistika penelitian pendidikan ditinjau dari prosedur Newman. *JOHME: Journal of Holistic Mathematics Education*, 2(2), 83-96. <https://doi.org/10.19166/johme.v2i2.1203>
- Retnawati, H., Arlinwibowo, J., & Sulistyaningsih, E. (2017). The students' difficulties in completing geometry items of national examination. *International Journal on New*

- Trends in Education and Their Implications*, 8(4), 28-41. Retrieved from http://www.ijonte.org/FileUpload/ks63207/File/03.heri_retnawati.pdf
- Ketterline-Geller, L. R., & Yovanoff, P. (2009). Diagnostic assessments in mathematics to support instructional decision making. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 14(16), 2-11. Retrieved from <https://pareonline.net/getvn.asp?v=14&n=16>
- Luneta, K. (2015). Understanding students' misconceptions: An analysis of final grade 12 examination questions in geometry. *Pythagoras*, 36(1), 1–11. <https://doi.org/10.4102/pythagoras.v36i1.261>
- Luneta, K., & Makonye, P. J. (2010). Learner errors and misconceptions in elementary analysis: A case study of a grade 12 class in South Africa. *Acta Didactica Napocensia*, 3(3), 35-46. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1056125.pdf>
- Mirna, M. (2018). Errors analysis of students in mathematics department to learn plane geometry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 335(1), 1-4. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/335/1/012116>
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Negoro, S. T., & Harahap, B. (2005). *Ensiklopedia matematika*. Bogor, Indonesia: Ghalia Pustaka.
- Ozerem, A. (2012). Misconception in geometry and suggested solutions for seventh grade students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 55, 720-729. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.557>
- Raifana, S. N., Saad, N. S., & Dollah, M. U. (2016). Analisis jenis kesilapan melalui kaedah newman error dalam penyelesaian masalah berayat matematik dalam kalangan murid tahun 5. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*, 6(2), 109–119. Retrieved from <http://ir.upsi.edu.my/1077/>
- Ruseffendi, E. T. (1995). *Materi pokok pendidikan matematika 3*. Jakarta, Indonesia: Depdikbud.
- Sari, E. P., & Gunanto, Y. E. (2018). Penerapan metode *giving questions and getting answers* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa kelas X-MIA di sekolah 'Fanós' Kupang. *Polyglot: Jurnal Ilmiah*, 14(2), 239-253. <https://doi.org/10.19166/pji.v14i2.846>
- Siregar, E., Nara, H., & Jamludin. (2010). *Teori belajar dan pembelajaran*. Bogor, Indonesia: Ghalia Indonesia.

- Soedjadi, R. (2000). *Kiat pendidikan matematika di Indonesia: Konstatasi keadaan masa kini menuju harapan masa depan*. Jakarta, Indonesia: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional.
- Surya, I. T. M., Suastika, I. K., & Sesanti, N. R. (2019). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal-soal materi operasi bentuk aljabar berdasarkan tahapan Newman di kelas VII SMP NU Bululawang. *Jurnal Terapan Sains & Teknologi (RAINSTEK)*, 1(1), 25–33. Retrieved from <http://ejournal.unikama.ac.id/index.php/jtst/article/view/3058/2110>
- Susanto, A. (2018). *Teori belajar & pembelajaran di sekolah dasar*. Jakarta, Indonesia: Prenada Media.
- Yuniarti, Y., Kusumah, Y. S., Suryadi, D., & Kartasasmita, B. G. (2017). The effectiveness of open-ended problems based analytic-synthetic learning on the mathematical creative thinking ability of pre-service elementary school teachers. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 12(3), 655-666. Retrieved from <https://www.iejme.com/download/the-effectiveness-of-open-ended-problems-based-analytic-synthetic-learning-on-the-mathematical.pdf>
- Van de Walle, J. A. (2012). *Matematika sekolah dasar dan menengah: Pengembangan pengajaran*. Jakarta, Indonesia: Erlangga.