

IDENTIFIKASI KESALAHAN MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL-SOAL PADA MATA KULIAH GEOMETRI ANALITIK

Asep Ikin Sugandi^{*1}, Deddy Sofyan², Linda³, Dewi Ratnasari⁴

^{1,3,4} IKIP Siliwangi, Jl. Terusan Jenderal Sudirman, Cimahi, Jawa Barat, Indonesia

² IPI Garut Jl. Pahlawan Sukagalih No. 32 Tarogong, Garut, Jawa Barat, Indonesia

*asepikinsugandi@gmail.com

Diterima: 20 Juni, 2022; Disetujui: 17 Juli, 2022

Abstract

The purpose of this study is to describe the errors made by students when solving problems on the material of circles and conic sections. The method used in this study is a qualitative descriptive method. The subjects in the study consisted of 30 students of the Mathematics Education Study Program, IKIP Siliwangi Bandung. The instrument of this research is a written test in the form of a description of 4 questions. The data processing was carried out in three stages, namely the reduction stage, the presentation and drawing conclusions from the data. Based on the results of the study, it showed that students' errors in solving analytic geometry problems consisted of conceptual, procedural and technical errors. The causes of conceptual errors are student errors in stating the formula used when solving the problems presented, students do not understand the material and do not know how to solve problems. The cause of procedural errors is that students lack practice when completing the given practice questions, students do not understand the process of solving problems correctly. The cause of technical errors is the lack of skill of students in the process of calculating in an operation and students' inaccuracy in the calculation process, less thorough and in a hurry when solving problems so they do not re-check what has been done.

Keywords: Analytical geometry, Identification, Error

Abstrak

Tujuan pada penelitian ini untuk mendeskripsikan kesalahan yang dilakukan mahasiswa pada saat menyelesaikan soal-soal pada materi lingkaran dan irisan kerucut. Metode pada penelitian ini digunakan adalah metode deskriptif kualitatif. Subyek pada penelitian terdiri dari 30 mahasiswa Prodi Pendidikan matematika IKIP Siliwangi Bandung. Instrumen penelitian ini adalah tes tertulis berbentuk uraian sebanyak 4 soal. Pengolahan data dilakukan dengan tiga tahap yaitu tahap reduksi, penyajian dan menarik kesimpulan dari data. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal-soal geometri analitik terdiri dari kesalahan konsep, procedural dan kesalahan Teknik. Adapun penyebab kesalahan konsep adalah kesalahan siswa dalam menyatakan rumus yang dipergunakan pada saat menyelesaikan permasalahan yang disajikan, mahasiswa tidak memahami materi dan tidak tahu cara pada saat menyelesaikan masalah. Penyebab kesalahan procedural ialah mahasiswa kurang berlatih pada saat menyelesaikan soal latihan yang diberikan, mahasiswa tidak memahami proses dalam penyelesaian masalah secara benar. Penyebab kesalahan teknik adalah kurang terampilnya mahasiswa dalam proses menghitung dalam suatu operasi dan ketidaktepatan mahasiswa dalam melakukan proses perhitungan, kurang teliti dan tergesa-gesa pada saat penyelesaian masalah sehingga tidak melakukan pengecekan ulang terhadap apa yang telah dikerjakan.

Kata Kunci: Geometri analitik, Identifikasi, Kesalahan

How to cite: Sugandi, A. I., Sofyan, D., Linda, L., & Ratnasari, D. (2022). Identifikasi Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal-soal pada Mata Kuliah Geometri Analitik. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 5 (4), 1209-1220.

PENDAHULUAN

Geometri analitik datar adalah cabang matematika yang membahas tempat kedudukan titik yang terdiri dari garis, lingkaran dan irisan kerucut. Geometri analitik disebut juga sebagai geometri koordinat yang merupakan pembahasan geometri menggunakan aljabar. Dalam bidang matematika memberikan sumbangan gagasan atau memberikan cara menyelesaikan persoalan mengenai jarak antara dua titik, mengenai jarak ke garis dan menentukan persamaan lingkaran dan irisan kerucut lainnya. Selain itu geometri analitik dipelajari dari sekolah tingkat menengah sampai tingkat perguruan tinggi (Yazidah, 2017; Fauzi & Arisetywa, 2020). Dengan demikian, mata kuliah geometri analitik menjadi mata kuliah prasyarat untuk beberapa mata kuliah seperti kalkulus, program linear, fungsi variabel kompleks dan sebagainya.

Geometri merupakan materi yang dianggap sangat penting pada pembelajaran matematika (Safrina, Ikhsan, Ahmad, 2014). Jika kita bandingkan dengan materi-materi lain pada matematika, geometri merupakan suatu hal yang sangat sulit dipahami dalam bidang matematika (Nur'aini, Harahap, Badruzzaman, & Darmawan, 2017). Kesulitan yang dialami siswa bukan cara memahami konsep geometri analitik tetapi bagaimana menyelesaikan persoalan yang disajikan dengan menggunakan beberapa rumus. Sebagian besar mahasiswa masih kebingungan dalam menetapkan rumus yang dipergunakan dalam penyelesaian permasalahan yang disajikan

Didasarkan pada hasil penelitian dalam mengajar mata kuliah geometri, dalam evaluasi pembelajaran masih ditemui beberapa kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa, diantaranya kesalahan konsep yang berbentuk kesalahan mahasiswa dalam menggunakan rumus atau teorema pada saat menyelesaikan masalah yang dihadapi. Hal tersebut sesuai dengan Hidayat (2019) bahwa kesalahan dalam menetapkan definisi dan menerapkan rumus merupakan faktor penyebab kesalahan siswa dalam menyelesaikan persoalan Geometri.

Disamping kesalahan konsep, kesalahan yang dialami oleh mahasiswa pada saat melakukan penyelesaian pada soal geometri bidang yaitu kesalahan Prosedural, berupa kesalahan pada saat melakukan langkah-langkah dalam penyelesaian masalah dan yang terakhir adalah kesalahan teknis adalah kesalahan dalam melakukan perhitungan. Hal ini sejalan dengan penelitian Yulanda & Yarman (2018) yang menyatakan bahwa kesalahan yang dilakukan oleh siswa maupun mahasiswa dalam menyelesaikan matematika adalah kesalahan konsep, procedural dan teknis.

Penelitian terdahulu mengenai kesalahan mahasiswa pada saat penyelesaian masalah geometri analitik sudah dilaksanakan para peneliti, diantaranya Imswatama & Muhsanah (2016) yang meneliti pada geometri bidang mengenai persamaan garis serta lingkaran yang menemukan bahwa kesalahan yang dialami mahasiswa berbentuk kesalahan fakta, strategi/ sistematis dan perhitungan, Masud (2020) yang meneliti pada geometri analitik ruang yang menemukan kesalahan yang dialami siswa berbentuk kesalahan konsep dan fakta; Ikshaum, Mustika, Wulantina, & Cahyo (2021) meneliti dalam geometri analitik bidang menemukan kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam rangka representasi simbolik diantaranya tidak pahami terhadap konsep yang dipelajari, kesalahan dalam membaca data yang tertera di gambar,

kesalahan dalam melaksanakan operasi pada matematik; Junaedi (2012) yang meneliti pada geometri analitik yang menemukan kesalahan siswa berbentuk kesalahan dalam membaca, kesalahan melakukan transformasi, kesalahan memahami, kesalahan keterampilan melaksanakan proses dan keterampilan penulisan penyelesaian akhir.

Meskipun sudah banyak penelitian yang membahas kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal geometri analitik, namun penelitian mengenai kesalahan yang berfokus pada konsep, procedural dan Teknik masih sangat minim dan dengan diketahui kesalahan yang dialami siswa maka guru akan memperbaiki pembelajaran sehingga kesalahan tersebut tidak akan terulang lagi pada masa yang akan datang. Oleh karena itu, Peneliti memandang perlu melaksanakan penelitian terhadap kesalahan konsep, procedural maupun teknik yang dilakukan mahasiswa pada saat penyelesaian masalah pada geometri analitik bidang datar khususnya dalam materi lingkaran dan irisan kerucut. Adapun tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan kesalahan mahasiswa pada saat penyelesaian masalah geometri berdasarkan Kastolan.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian dekriptif kualitatif dengan menggunakan pendekatan kasus. Penelitian ini melibatkan 30 mahasiswa Angkatan 2020 Pogram Studi Pendidikan Matematika IKIP Siliwangi yang mengalami kesalahan dalam menyelesaikan soal geometri analitik datar. Adapun tahapan dalam penelitaian ini adalah tahap pertama mahasiswa diberikan soal-soal Ujian Akhir Semester mengenai geometri analitik sebanyak 5 soal dan wawancara, tahap dua mengoreksi jawaban mahasiswa berdasarkan jawaban benar dan salah dan tahap ketiga mengklasifikasi jawaban mahasiswa berdasarkan kesalahan yang dilakukan, yang terdiri kesalahan konsep, kesalahan prosedur dan kesalahan tekhnikal.

Data yang dikumpulkan dalam penelitaian ini terdiri dari hasil pekerjaan dan wawancara mahasiswa. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes berbentuk soal urain sebanyak 5 soal untuk mengukur kemampuan mahasiswa dalam mata kuliah geometri analitik dengan materi lingkaran dan irisan kerucut, soal tersebut sudah divalidasi terlebih dahulu dan direvisi sesuai dengan masukan dari para validator.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Dari Tabel 1 didapat hasil analisis jawaban mahasiswa mengenai kesalahan konsep, prosedur dan teknis sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Klasifikasi Jawaban Mahasiswa Pada Penyelesaian Masalah Lingkaran dan Irisan Kerucut

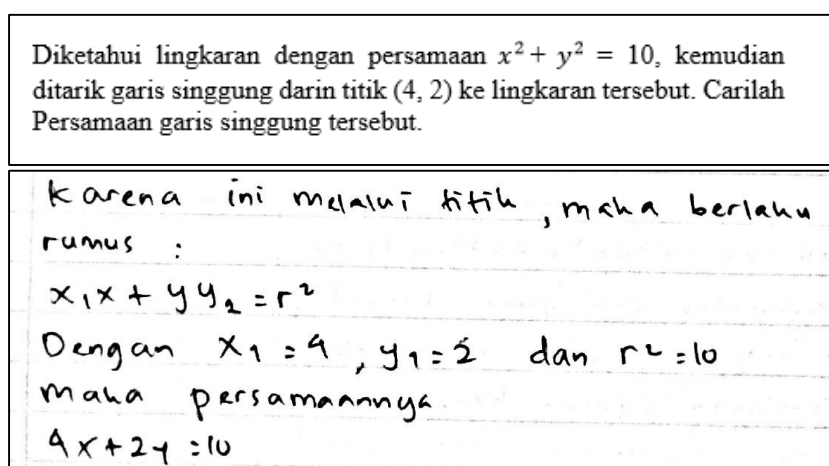
No.	Jenis Kesalahan	Prosentase Kesalahan				
		Nomor 1	Nomor 2	Nomor 3	Nomor 4	Rata-rata
1.	Kesalahan Konsep	3,33%	50,00%	3,33%	3,33%	18,33%
2.	Kesalahan Prosedural	3,33%	30,00%	3,33%	36,67%	23,33%
3.	Kesalahan Teknik	46,67%	0%	30%	16,67%	23,17%

Berdasarkan Tabel 1 didapat mahasiswa yang melakukan kesalahan konsep untuk nomor 1, 2, 3, dan 4 berturut-turut sebesar 3,33%, 63,33%, 3,33% dan 3,33%; kesalahan Prosedural berturut-turut sebesar 3,33%, 50,00%, 33,33% dan 36,67% sedangkan kesalahan Teknik berturut-turut sebesar 46,67%, 0%, 30% dan 16,67%. Dari masing-masing jenis kesalahan pada tiap nomor soal diambil dari satu mahasiswa untuk menjelaskan kesalahan yang dilakukannya, oleh karena itu didapat 12 mahasiswa yang dijadikan subyek penelitian.

Pembahasan

Berdasarkan hasil yang telah diuraikan didapat beberapa penyebab kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam mengerjakan soal geometri bidang mengenai lingkaran serta irisan kerucut sebagai berikut :

Kesalahan Konsep pada Soal Nomor 1. Kesalahan konsep pada soal pertama adalah melakukan kesalahan berupa penerapan definisi, rumus dan teorema yang tidak relevan dengan prasyarat berlakunya definisi, rumus ataupun teorema tersebut. Adapun contoh soal 1 dan kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Kesalahan siswa dalam menentukan rumus yang digunakan

Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat bahwa subyek 1 menggunakan rumus garis singgung yang titik diketahuinya terletak pada lingkaran sedangkan dari soal titik yang diketahui berada di luar lingkaran sehingga mahasiswa melakukan kesalahan berupa penerapan definisi, rumus ataupun teorema yang tidak memenuhi prasyarat untuk berlakunya definisi, rumus, ataupun teorema.

Wawancara 1

Dosen : Bagaimana caranya anda menyelesaikan soal nomor 1 tersebut

Mahasiswa : Menurut saya titik (4,2) terletak pada lingkaran $x^2 + y^2 = 10$, sehingga didapat persamaan garis singgung $x_1x + y_1y = r^2$, sehingga didapat $4x + 2y = 10$

Dari cuplikan wawancara 1 kita ketahui bahwa mahasiswa melakukan kesalahan dalam memilih rumus yang digunakan, kesalahan ini dimulai dari mahasiswa tidak mensubstitusikan titik (4,2) ke $x^2 + y^2 = 10$, sehingga didapat $4^2 + 2^2 = 16 + 4 = 20 \neq 10$, ini menunjukkan bahwa titik (4,2) berada di luar lingkaran dengan persamaan $x^2 + y^2 = 10$. Adapun rumus yang seharusnya digunakan adalah rumus $y = mx \pm r\sqrt{1 + m^2}$. Penyebab kesalahan tersebut adalah mahasiswa tidak memahami konsep yang ditanyakan dan siswa hanya sekedar menghafal rumus yang mengakibatkan mahasiswa cepat lupa..

Kesalahan Konsep pada soal 2, mahasiswa melakukan kesalahan berupa tidak dapat menentukan rumus untuk menjawab suatu masalah. Adapun soal 2 sebagai berikut: Seorang pemain bola ingin menendang bola dari jarak jauh ke gawang lawan, sehingga bola tersebut membentuk lintasan parabola. Apabila koordinat tertinggi lintasan parabola itu (1, 5) dan titik yang ditargetkan oleh pemain adalah (5,4). Tentukan lintasan bola yang diinginkan oleh penendang bola. Dari 30 siswa terdapat 15 orang mahasiswa tidak dapat menentukan rumus untuk menjawab suatu masalah, sehingga lembar kerja mahasiswa tidak diisi.

Kesalahan Konsep pada soal 3, mahasiswa melakukan kesalahan dalam memilih dan menentukan rumus. Adapun soal 3 dan kesalahan yang dilakukan mahasiswa adalah sebagai berikut:

Carilah persamaan lingkaran yang orthogonal pada lingkaran $x^2 + y^2 + 2x - 2y + 1 = 0$ dan $x^2 + y^2 + 4x - 4y + 3 = 0$ dan pusat terletak pada $3x - y - 2 = 0$.

③. $(x-2)^2 + (y+1)^2 = 2^2$
 $x^2 - 4x + 4 + y^2 + 2y + 1 = 4$
 $x^2 + y^2 - 4x + 2y + 1 = 0$

Gambar 2. Kesalahan konsep yang dilakukan mahasiswa

Berdasarkan Gambar di atas terlihat subyek 2 mengalami kesalahan pada saat menentukan rumus persamaan lingkaran yang orthogonal terhadap dua lingkaran dengan diketahui pusatnya pada sebuah garis.

Wawancara 2

Dosen : bagaimana caranya anda menyelesaikan soal nomor 3?

Mahasiswa : Pertama Cari berkas garis kuasa dari lingkaran $x^2 + y^2 + 2x - 2y + 1 = 0$ dan $x^2 + y^2 + 4x - 4y + 3 = 0$ kemudian hasilnya eliminasi dengan $3x - y - 2 = 0$, maka didapat hasil $x^2 + y^2 - 4x + 2y + 1 = 0$

Dari cuplikan wawancara 2 diketahui bahwa subyek 2 melakukan kesalahan dalam menentukan rumus yang seharusnya digunakan, langkah pertama cari dulu persamaan lingkaran yang orthogonal terhadap lingkaran $x^2 + y^2 + 2x - 2y + 1 = 0$ didapat persamaan 4, kemudian cari persamaan lingkaran yang orthogonal terhadap lingkaran $x^2 + y^2 + 4x - 4y + 3 = 0$ didapat persamaan 5, lalu substitusi pusat lingkaran $(-\frac{1}{2}A, -\frac{1}{2}B)$ didapat persamaan 6, kemudian eliminasi 4 dan 5 lalu hasilnya dieliminasi dengan persamaan 6, maka didapat hasil lingkaran yang orthogonal terhadap $x^2 + y^2 + 2x - 2y + 1 = 0$ dan $x^2 + y^2 + 4x - 4y + 3 = 0$ dan pusatnya terletak pada $3x - y - 2 = 0$ yaitu $x^2 + y^2 - 3x - 5y + 1 = 0$.

Kesalahan Konsep pada soal 4. Adapun soal 4 sebagai berikut: Diketahui persamaan irisan kerucut sebagai berikut : $4x^2 + 9y^2 + 32x - 18y + 37 = 0$, tentukan Pusat, focus, persamaan direktriks dan Panjang Latus Rectum. Dari 30 siswa terdapat 1 orang mahasiswa yang tidak dapat menentukan rumus untuk menjawab suatu masalah, sehingga lembar kerja mahasiswa tidak diisi. Kesalahan konsep adalah suatu kesalahan yang paling banyak dilakukan pada saat mengerjakan soal pada materi lingkaran serta irisan kerucut. Hal ini sejalan dengan penelitian Luneta (2015); Ozerem (2012) yang menyatakan bahwa kesalahan yang paling banyak dilakukan oleh mahasiswa pada saat mengerjakan soal geometri adalah kesalahan konsep.

Bentuk Kesalahan Konsep yang dilakukan oleh mahasiswa pada saat mengerjakan soal geometri analitik pada materi lingkaran serta irisan kerucut adalah penerapan definisi, rumus, maupun teorema yang tidak relevan dengan keadaan prasyarat bagi berlakunya definisi rumus, maupun teorema. Hal ini sejalan dengan penelitian Afdila, Fajriyati, Roza, & Maimunah (2018) yang menyatakan bahwa salah satu kesalahan konsep yang dilakukan mahasiswa berupa kesalahan dalam menerapkan rumus. Selanjutnya bentuk kesalahan konsep yang dilakukan mahasiswa adalah tidak dapat menentukan rumus untuk menjawab suatu masalah sehingga mahasiswa sama sekali tidak mengerjakan soal. Hal ini sejalan dengan pendapat Damayanti & Firmansyah (2019) yang menyatakan bahwa kesalahan konsep yang dilakukan mahasiswa adalah mahasiswa tidak menjawab soal sama sekali. Faktor penyebab mahasiswa tidak menjawab soal sama sekali adalah ketidakseriusan mahasiswa dalam belajar yang mengakibatkan mahasiswa tidak memahami materi serta tidak memahami bagaimana cara mengerjakan suatu persoalan (Yulanda & Yarman, 2018).

Kesalahan Prosedur Dalam Menyelesaikan Soal Nomor 1. Kesalahan prosedur yang dilakukan mahasiswa pada saat menyelesaikan soal nomor 1 berupa mahasiswa tidak mengerjakan soal sampai pada tahap akhir atau dalam bentuk yang sederhana mungkin Adapun jawaban siswa sebagai berikut :

Handwritten work for problem 1:

$$\begin{aligned} \text{Jawaban 1} \\ \textcircled{1} \quad y - y_1 &= m(x - x_1) \\ y - 2 &= m(x - 4) \\ y &= mx - 4m + 2 \quad \dots (1) \\ \Rightarrow \text{Subs ke } x^2 + y^2 &= 10 \\ x^2 + (mx - 4m + 2)^2 &= 10 \\ x^2 + m^2x^2 - 4m^2x + 4m^2x + 16m^2 - 8m + 2mx - 8m + 4 &= 10 \\ x^2 + m^2x^2 - 8m^2x + 4mx + 16m^2 - 16m + 4 &= 10 \\ (1 + m^2)x^2 - (8m^2 + 4m)x + (16m^2 - 16m + 4) &= 0 \\ a = 1 + m^2 \quad b = -8m^2 + 4m \quad c = 16m^2 - 16m + 4 & \end{aligned}$$

Gambar 3. Kesalahan Prosedur pada Soal Nomor 1

Berdasarkan gambar 3 terlihat subyek 3 tidak berhasil menyelesaikan jawabannya secara lengkap, karena ada beberapa langkah lagi untuk menyelesaikan soal nomor tersebut.

Wawancara 3

Dosen : Bagaimana caranya anda menyelesaikan soal nomor 1?

Mahasiswa : pertama substitusi titik (4,2) ke persamaan $y - y_1 = m(x - x_1)$ lalu substitusikan ke persamaan lingkaran $x^2 + y^2 = 0$, kemudian bentuk menjadi persamaan kuadrat $Ax^2 + Bx + C = 0$, kemudian cari koefisien A, B dan C seterusnya saya lupa melanjutkan langkah selanjutnya

Dari cuplikan wawancara subyek 3 tidak menyelesaikan permasalahan tersebut sampai langkah terakhir karena mahasiswa lupa menuliskan langkah selanjutnya yaitu mencari $D=0$ atau $B^2 - 4AC = 0$.

Kesalahan Prosedur Dalam Menyelesaikan Soal Nomor 2. Kesalahan prosedur dalam menyelesaikan soal nomor 2 berupa mahasiswa tidak dapat menyelesaikan soal yang disajikan sesuai dengan langkah yang diminta. Adapun kesalahan yang dilakukan mahasiswa sebagai berikut :

2. Puncak (1,5)
 Fokus (5,4)
 $p(1,5) = p(h,k)$ $h=1$ $k=5$
 $f(h,k+p) = p(1,5+p) = f(5,4)$ $5+p=4$ $p=4-5=-1$
 jadi persamaan parabola atau lintasan yg diinginkan
 $(x-h)^2 = 4p(x-k)$
 $(x-1)^2 = 4(-1)(x-5)$
 $(x-1)^2 = -4(x-5)$

Gambar 4. Kesalahan Prosedur Pada Soal Nomor 2

Berdasarkan gambar 4 terlihat subyek 4 tidak berhasil menyelesaikan jawabannya secara lengkap, karena ada langkah yang tidak sesuai aturan

Wawancara 4

Dosen : Bagaimana Caranya menyelesaikan soal nomor 2 tersebut?

Mahasiswa : Pertama menentukan puncak parabola yaitu (1,5) kepersamaan $(x-h)^2 = -4(y-k)$, namun saya salah dalam menentukan titik (4,5) sebagai titik focus.

Berdasarkan Hasil wawancara tersebut di atas dapat kita simpulkan bahwa subyek 4 salah menafsirkan titik (4,5) sebagai titik focus yang seharusnya titik yang terletak pada parabola $x-h)^2 = -4(y-k)$.

Kesalahan Prosedur Dalam Menyelesaikan Soal Nomor 3. Kesalahan prosedur dalam menyelesaikan soal nomor 3 berupa mahasiswa tidak memproses jawaban secara berurutan. Adapun jawaban siswa sebagai berikut :

3) $x^2 + y^2 + 2x - 2y + 1 = 0$
 maka didapat $A = 2, B = -2, C = 1$
 $x^2 + y^2 + 4x - 4y + 3 = 0$
 maka didapat $A = 4, B = -4, C = 3$
 $AA_1 + BB_1 = (2)(4) + (-2)(-4) = 8 + 8 = 16$
 $2(C + C_1) = 2(1 + 3) = 8$, karena $AA_1 + BB_1 \neq 2(C + C_1)$
 maka kedua lingkaran bersinggungan
 $x^2 + y^2 + Ax + By + C = 0$
 Menentukan persamaan lingkaran
 $x^2 + y^2 - 3x - 5y + 1 = 0$, maka $A_1 = -3, B_1 = -5, C_1 = 1$
 Sehingga syarat kedua lingkaran tersebut bersinggungan
 adalah $AA_1 + BB_1 = 2(C + C_1)$ atau $A(-3) + B(-5) = 2(C + 1)$

Gambar 5. Kesalahan Prosedur pada Soal Nomor 3

Berdasarkan gambar 5 mahasiswa mengalami kesalahan dalam menuliskan urutan dalam mengerjakan soal seharusnya dimulai dari syarat dua lingkaran saling orthogonal, kemudian mensubstitusikan titik pusat ke persamaan yang diketahui. Selanjutnya Kesalahan Prosedur Dalam Menyelesaikan Soal Nomor 4. Kesalahan prosedur pada soal nomor 4 berupa mahasiswa tidak dapat mengerjakan soal hingga pada tahap akhir atau dalam bentuk yang sederhana mungkin. Adapun jawaban siswa sebagai berikut :

4) $4x^2 + 9y^2 + 32x - 18y + 37 = 0$
 $4x^2 + 32x + 9y^2 - 18y = -37$
 $4(x^2 + 8x) + 9(y^2 + 2y) = -37$
 $4\left(x^2 + 8x + \frac{1}{2}(8)^2\right) + 9\left(y^2 + 2y + \frac{1}{2}(2)^2\right) = -37 + 32 + 9$
 $4(x^2 + 8x + 16) + 9(y^2 + 2y + 1) = -32$

Gambar 6. Kesalahan Prosedur Nomor 4

Berdasarkan gambar 6 mahasiswa tidak menyelesaikan soal tersebut secara tuntas dan masih ada kesalahan dalam perhitungan. Kesalahan procedural yang banyak dilakukan mahasiswa pada saat mengerjakan soal geometri analitik terletak pada mahasiswa tidak dapat mengerjakan soal hingga pada tahap akhir atau bentuk yang sesederhana mungkin (Raharti & Yuniarta, 2020). Penyebab kesalahan tersebut adalah kurang berlatihnya mahasiswa pada saat mengerjakan soal latihan yang diberikan dosen (Dwilistyowati, 2018). Kesalahan prosedur yang kedua adalah kesalahan mahasiswa tidak menyelesaikan soal sesuai langkah yang diminta (Lutfia & Zanthi, 2019; Putra, Jeng, & Sukayasa, 2016).

Adapun penyebabnya adalah mahasiswa tidak mengetahui prosedur/algorithm yang benar dalam mengerjakan soal (Widyantari, 2016). Selanjutnya kesalahan prosedur yang lainnya adalah mahasiswa mengerjakan soal dengan prosedur/algorithm yang tidak berurutan. Adapun penyebabnya adalah tidak terbiasanya mahasiswa dihadapkan dengan soal yang baru atau soal yang non rutin, akibatnya mahasiswa tidak mampu untuk menentukan langkah yang tepat dan relevan dalam proses penyelesaian persoalan yang disajikan (Prafianti, Dasari & Jupri, 2018).

Kesalahan Teknik Dalam Menyelesaikan Soal Nomor 1. Kesalahan Teknik pada soal nomor 1 berupa kesalahan mahasiswa dalam melakukan perhitungan. Adapun mahasiswa melakukan kesalahan sebagai berikut :

$y - y_1 = m(x - x_1)$ Dikel: Pers. lingkaran
 $y - 2 = m(x - 4)$ $x^2 + y^2 = 10$
 $y = (mx - 4m) + 2 \dots (1)$ ditarik $(4, 2)$

 $\rightarrow$ Persamaan lingkarannya $x^2 + y^2 = 10 \dots (2)$
 $\rightarrow$ Substitusi pers. persamaan (1) dan (2), didapat:
 $x^2 + [(mx - 4m) + 2]^2 = 10$
 $x^2 + (mx - 4m)^2 + 4(mx - 4m) + 4 = 10$
 $x^2 + m^2x^2 - 8m^2x + 16m^2 + 4mx - 16m + 4 = 10$
 $x^2 + m^2x^2 - 8m^2x + 16m^2 + 4mx - 16m + 4 - 10 = 0$
 $(1 + m^2)x^2 - (8m^2 + 4m)x + (16m^2 - 16m - 6) = 0$
 Jadi, $a = (1 + m^2)$ $b = 8m^2 + 4m$ dan
 $c = 16m^2 - 16m - 6$

 $D = 0$
 $b^2 - 4ac = 0$
 $= (8m^2 + 4m)^2 - 4(1 + m^2)(16m^2 - 16m - 6) = 0$
 $= 64m^4 + 64m^3 + 16m^2 - 4(16m^2 - 16m - 6 + 16m^3 - 16m^2 - 6)$
 $= 64m^4 + 64m^3 + 16m^2 - 64m^3 - 64m^2 - 24m + 24 + 24$
 $= 64m^4 - 48m^2 - 24m + 48$
 $= 4m^2 - 6m^2 - 6 > 0$

Gambar 7. Kesalahan Teknik Pada Soal Nomor 1

Berdasarkan gambar 7 mahasiswa melakukan kesalahan berupa salah dalam perhitungan yaitu ketika $D = 0$ atau $B^2 - 4AC = 0 \Leftrightarrow (-8m^2 + 4m)^2 - 4(1 + m^2)(16m^2 - 16m - 6) = 0 \Leftrightarrow 64m^4 - 64m^3 + 16m^2 - 4(16m^2 - 6m - 16 + 16m^4 - 16m^3 - 6m^2) = 0 \Leftrightarrow 64m^4 - 64m^3 + 16m^2 - 64m^4 + 64m^3 + 24m^2 = 0 \Leftrightarrow -24m^2 + 64m + 24 = 0 \Leftrightarrow 3m^2 - 8m - 3 = 0 \Leftrightarrow (3m + 1)(m - 3) = 0$, didapat $m = -\frac{1}{3}$ atau $m = 3$.

Kesalahan Teknik Dalam Menyelesaikan Soal Nomor 3. Kesalahan Teknik pada soal nomor 3 berupa kesalahan dalam menyalin penulisan koefisien variabel dari suatu langkah ke langkah berikutnya Adapun kesalahan yang dilakukan mahasiswa sebagai berikut :

pusat lingkaran $(-\frac{1}{2}A, -\frac{1}{2}B)$ terletak pada
 $3x - y - 2 = 0$ maka didapat:
 $3(-\frac{1}{2}A) - (-\frac{1}{2}B) = 2$ ←
 $3A + B = 4 \dots (4)$ ←
 Eliminasi (3) dan (4) didapat:

$$\begin{array}{r} 2A - 2B = 4 \quad \cdot 1 \quad 2A - 2B = 4 \\ 3A + B = 4 \quad \cdot 2 \quad 6A + 2B = 8 \\ \hline 2A = 12 \\ A = 3 \end{array}$$

Gambar 8. Kesalahan Teknik Pada Soal nomor 3

Berdasarkan gambar 8 mahasiswa melakukan kesalahan dalam penulisan yaitu Ketika $3(-\frac{1}{2}A) - (-\frac{1}{2}B) = 2$ didapat $3A + B = 4$, seharusnya $-3A + B = 2$, sehingga dieliminasi didapat :

$$\begin{array}{r} -3A + B = 4 \quad | \times 2 \quad \text{maka didapat } -6A + 2B = 8 \\ 2A - 2B = 4 \quad | \times 1 \quad \underline{2A - 2B = 4} \\ \hline -4A = 12 \quad A = -3 \text{ dan } B = -5 \end{array}$$

Kesalahan Teknik Dalam Menyelesaikan Soal Nomor 4. Kesalahan Teknik dalam menyelesaikan nomor 4 berupa kesalahan mahasiswa dalam melakukan perhitungan .dan juga melakukan kesalahan berupa. tidak tepat dalam mensubstitusikan nilai ke dalam variabel. Adapun kesalahan yang dilakukan mahasiswa sebagai berikut :

Jawab :
 $4x^2 + 9y^2 + 32x - 18y + 37 = 0$
 $(4x^2 + 32x) + (9y^2 - 18y) = -37$
 $4(x^2 + 8x) + 9(y^2 - 2y) = -37$
 $4(x^2 + 4x + (\frac{1}{2}(8))^2) + 9(y^2 - 2y + (\frac{1}{2}(-2))^2) = -37 + 32 + 18$ ←
 $4(x^2 + 4x + 16) + 9(y^2 - 2y + 1) = -13$ ←
 $\frac{(x-2)^2}{4} + \frac{(y-1)^2}{9} = 1 \Leftrightarrow \frac{(x-h)^2}{a^2} + \frac{(y-k)^2}{b^2} = 1$
 $a^2 = 4 \Leftrightarrow a = \pm 2$
 $b^2 = 9 \Leftrightarrow b = \pm 3$
 $c^2 = a^2 - b^2 = 4 - 9 = 5 \Leftrightarrow c = \pm\sqrt{5}$
 $h = -2, k = 1$

Gambar 9. Kesalahan Teknik Pada Soal Nomor 4

Berdasarkan gambar 9 mahasiswa melakukan kesalahan dalam perhitungan seharusnya pada ruas kanan yang ditunjukkan tanda panah adalah $-37 + 64 + 9 = 36$, kesalahan hitung yang kedua terletak pada tanda panah warna merah yaitu $\frac{4}{36} = 9$ dan $\frac{9}{36} = 4$, $\frac{(x-4)^2}{9} + \frac{(y-1)^2}{4} = 1$, dan kesalahan yang terakhir adalah salah menempatkan nilai dari a^2 dan b^2 seharusnya $\frac{(x-h)^2}{a^2} + \frac{(y-k)^2}{b^2} = 1$,

Bentuk kesalahan teknik yang dilakukan mahasiswa dalam menyelesaikan soal geometri analitik adalah mahasiswa salah dalam melakukan perhitungan (Andriyani & Novisita, 2018). Adapun penyebabnya adalah kurang terampilnya mahasiswa dalam proses menghitung dalam suatu operasi dan ketidaktepatan mahasiswa dalam melakukan proses perhitungan (Yulanda & Yarman, 2018). Selain itu faktor lain yang menyebabkan kesalahan perhitungan adalah ketidaktepatan mahasiswa dan terburu-buru dalam melakukan perhitungan sehingga tidak melakukan cek ulang terhadap perhitungan yang telah dilakukan. Selanjutnya kesalahan Teknik yang dilakukan mahasiswa adalah kesalahan mahasiswa dalam Penulisan. Hal ini disebabkan oleh karena mahasiswa kurang teliti dan tergesa-gesa dalam menyelesaikan soal (Solfitri & Yenita, 2015).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal-soal geometri analitik terdiri dari kesalahan konsep, procedural dan kesalahan Teknik. Adapun penyebab kesalahan konsep adalah kesalahan siswa dalam menentukan rumus yang digunakan untuk menyelesaikan persamaan garis singgung pada lingkaran, mahasiswa tidak serius dalam belajar yang mengakibatkan mahasiswa tidak memahami materi dan tidak tahu cara mengerjakan soal sehingga mahasiswa tidak mengerjakan soal sama sekali.

Penyebab kesalahan prosedural adalah mahasiswa kurang melakukan latihan pada saat mengerjakan soal yang diberikan dosen sehingga mahasiswa tidak mengerjakan soal hingga pada tahap akhir atau bentuk yang sederhana mungkin, mahasiswa kurang mengetahui langkah yang benar dalam menyelesaikan soal sehingga mahasiswa tidak mengerjakan soal sesuai prosedur/algoritma yang diminta. Penyebab kesalahan teknik adalah kurang terampilnya mahasiswa dalam proses menghitung dalam suatu operasi dan ketidaktepatan mahasiswa dalam melakukan proses perhitungan sehingga siswa mengalami kesalahan dalam perhitungan dan mahasiswa tidak teliti serta tergesa-gesa pada saat mengerjakan soal sehingga tidak melakukan pengecekan ulang terhadap hasil pekerjaannya. Identifikasi kesalahan tersebut dapat dipergunakan oleh guru dalam merancang rencana pembelajaran dengan memperhatikan analisis kesalahan berdasarkan tiga indikator tersebut sehingga dapat mencegah terulangnya kembali kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan persoalan yang sama pada saat mendatang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Rektor dan para Wakil Rektor IKIP Siliwangi yang telah memberikan dorongan moril dan material dalam pembuatan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Afdila, Fajriyati, N., Roza, Y. & Maimunnah. (2018). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Masalah Kontekstual Materi Bangun Ruang Sisi Datar Berdasarkan

- Tahapan Kastolan. *Jurnal LEMMA : Letters Of Mathematics Education*. 5(1): 65-72.
- Andriyani, A. & Novisita, R. (2018). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Pada Materi Program Linear Ditinjau Dari Gaya Kognitif Siswa. *Jurnal Pendidikan Berkarakter*. 1(1): 16-22.
- Damayanti & Firmansyah, D. (2019). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Kemampuan Representasi Matematis Menurut Tahapan Kastolan. *Prosiding (Sesiomedika) Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika*. 2(1a): 37-52.
- Fauzi, I. & Arisetywan (2020). Analisis Kesulitan Belajar Siswa pada Materi Geometri di Sekolah Dasar. *Jurnal Kreano*. Vol. 11 Nomor1 2020: 27-35.
- Hidayat, T. (2019). Analisis kesalahan konsep dan kesalahan prosedur dalam menyelesaikan soal bangun ruang sisi datar. *Teori Dan Penelitian Pendidikan Matematika*, 2(2), 105– 115.
- Ikshaum, F., Mustika, J. Wulantina, E. & Cahyo, E.D. (2021). Analisis Kesalahan Representasi Simbolik Mahasiswa Pada Soal Geometri Analitik Bidang. *Jurnal Al-Khwarizmi*: Maret-2021, Vol.9, No.1, hal.57-68
- Imswatama, A., & Muhassanah, N. (2016). Analisis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal geometri analitik bidang materi garis dan lingkaran. *Suska Journal of Mathematics Education*, 2(1), 1–12.
- Junaedi, I. (2012). Tipe Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal-Soal Geometri Analitik Berdasar Newman's Error Analysis (NEA). *Jurnal Kreano*. Volume 3 Nomor 2, Desember 2012.
- Luneta, K. (2015). Understanding students' misconceptions: An analysis of final grade 12 examination questions in geometry. *Pythagoras*, 36(1), 1–11. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4102/pythagoras.v36i1.261>.
- Lutfia, L. & Zanthi L.S . (2019). Analisis Kesalahan Menurut Tahapan Kastolan dan Pemberian Scaffolding dalam Menyelesaikan Soal Sistem Persamaan Linear Dua Variabel. *Journal On Education*. 1(3): 396- 404.
- Masud, S. (2020). Analisis Kesalahan Fakta dan Konsep Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Geometri Analitik Ruang. *Jurnal Didaktika*. Volume 14 (2) 2020
- Nur'aini, I.L., Harahap, E., Badruzzaman F. H. & Darmawan, D. (2017). Pembelajaran Matematika Geometri Secara Realistik Dengan GeoGebra. *Jurnal Matematika* Vol.16 No.2 Desember 2017.
- Ozerem, A. (2012). Misconceptions in geometry and suggested solutions for seventh grade students. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education*, 1(4), 23–35. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.557>
- Prafianti, R. A., Dasari, D. & Jupri,A.. (2018). Error analysis in solving mathematical communication problem of junior high school students. *International Conference on Mathematics and Science Education* vol.3
- Putra, M. A. A, Jaeng , M. & Sukayasa. (2016). Analisis Kesalahan Siswa Kelas VII SMP Al-Azhar Mandiri Palu Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Pada Materi Luas dan Keliling Bangun Datar. *Jurnal Elektronik Pendidikan Matematika Tadulako*. 3(3): 303-316.
- Safrina, K. , Ikhsan,, M. & Ahmad (2014). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Geometri melalui Pembelajaran Kooperatif Berbasis Teori Van Hiele. *Jurnal. Didaktik Matematika*. Vol. 1, No. 1, April 2014.
- Solfitri, T., & Yenita, R. (2015). Analisis Kesalahan Dalam Menyelesaikan Soal Soal Geometri Siswa Kelas IX SMPN SE-Kecamatan Tampan Pekanbaru. *Prosiding Semirata 2015 Bidang MIPA BKS-PTNN Barat*, 295 - 303.
- Raharti, A. D. & Yuniarta, T.N.H. (2020). Identifikasi Kesalahan Matematika Siswa SMP Berdasarkan Tahapan Kastolan. *Journal Of Hanoi Math*. 3(1): 77-100.
- Yazidah, N.I (2017). Analisis Kesalahan Menyelesaikan Soal Pembuktian Geometri Euclid Ditinjau Dari Gender pada Mahasiswa IKIP Budi Utomo Malang. *Jurnal Kalamatika*.

Vol. 2, No. 1, April 2017.

- Yulanda, R & Yarman (2018). Analisis Kesalahan Peserta Didik Berdasarkan Tahapan Kastolan Dalam Menyelesaikan Soal Matematika Materi Trigonometri Kelas XI IPA SMA Negeri 2 Pariaman". *Jurnal Edukasi dan Penelitian Matematika*. 7(4): 121-126.
- Widyantari, F.P. (2016). Analisis Kesalahan Siswa Berdasarkan Tahapan Kastolan Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Materi Lingkaran Kelas VIII SMP Negeri 1 Salatiga. Program Studi Pendidikan Matematika FKIP-UKSW.