

## **Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Kalkulus**

**Sumargiyani<sup>\*1</sup>, Indah Yusnia<sup>2</sup>, Rahmi Nurhasanah<sup>3</sup>, Bidayatun Nafi'ah<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

<sup>4</sup>Program Studi Magister Pendidikan Matematika, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

\*sumargiyani@pmat.uad.ac.id

### **ABSTRAK**

Mahasiswa sebagian mengalami kesulitan dalam memecahkan masalah matematika pada mata kuliah kalkulus integral, salah satu materi volume benda putar. Tujuan penelitian ini yaitu mendeskripsikan jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa kelas F Pendidikan Matematika FKIP Universitas Ahmad Dahlan beserta penyebabnya dalam menyelesaikan soal materi volume benda putar pada mata kuliah kalkulus integral berdasarkan tahapan Polya. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Subyek penelitian satu kelas dengan jumlah mahasiswa sebanyak 20 orang. Untuk wawancara dilakukan terhadap dua orang mahasiswa yang diambil dengan kriteria kemampuan sedang dan rendah. Pengumpulan data penelitian menggunakan tes materi volume benda putar serta wawancara ke mahasiswa mengenai faktor-faktor penyebab kesalahan yang dilakukan. Langkah-langkah penyelesaian masalah yang dianalisis terdiri atas empat tahap, yaitu: memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan perencanaan, dan memeriksa kembali solusi yang diperoleh. Dari hasil penelitian diperoleh kesalahan mahasiswa berdasarkan tahapan Polya : 1) memahami masalah 55,89 %, merencanakan penyelesaian 50,00 %, kesalahan melaksanakan perencanaan 32,36 %, dan kesalahan memeriksa kembali proses dan hasil 44,12 % Polya 2) penyebab mahasiswa melakukan kesalahan dalam menyelesaikan soal kalkulus integral materi volume benda putar yaitu mahasiswa kurang menguasai dalam menggambar grafik fungsi, mahasiswa kurang menguasai konsep dasar dan rumus volume benda putar, dan mahasiswa tidak bisa menganalisa soal yang diberikan.

**Kata kunci:** Kalkulus Integral, Polya, Volume Benda Putar

### **ABSTRACT**

Some students have difficulty solving math problems in the integral calculus course, one of the materials for the volume of rotating objects. The purpose of this research is to describe the types of errors made by students of class F Mathematics Education FKIP Ahmad Dahlan University and their causes in solving the volume of rotating objects in integral calculus courses in the Polya stage. This research is a quantitative quantitative research. The research subjects are one class with a total of 20 students. For interviews, 3 students were taken with the criteria of high, medium and low abilities. Collecting research data using test material, the volume of rotating objects and student interviews about the factors that cause mistakes made. The steps for solving the problem consist of four stages, namely: understanding the problem, planning for completion, implementing the plan, and examining the solutions obtained. From the results of the research on student errors based on Polya's stages: 1) understanding the problem 55.89%, planning for completion of 50.00%, errors in implementing planning 32.36%, and errors in re-checking the process and results 44.12%; 2) the causes of students making mistakes in solving integral calculus questions on the volume of rotating objects, namely students lacking mastery in drawing function graphs, students lacking in basic concepts and volume formulas for rotating objects, and students unable to analyze the questions given.

**Key words:** Integral Calculus, Polya, Volume of Rotating Objects

Received: 2020-09-17

/ Accepted: 2021-02-16

/ Published: 2021-05-01

### **Pendahuluan**

Matematika merupakan cabang ilmu yang berperan penting di berbagai ilmu pengetahuan dan merupakan ilmu yang mendasari perkembangan teknologi. Begitu pentingnya peran matematika tersebut, maka mata pelajaran matematika dipelajari pada setiap jenjang pendidikan yang dipelajari dari pendidikan dasar hingga pendidikan tinggi (Fatimah & Yerizon, 2019; Ilyyana & Rochmad, 2018). Penyampaian matematika bertujuan agar peserta didik mampu berpikir kritis, kreatif, logis dan sistematis dalam memecahkan berbagai masalah yang

dihadapi. Sebagaimana pernyataan dari Nopriani dkk (2017) bahwa matematika dapat melatih kemampuan berpikir secara rasional sehingga dapat menjadi pemecah masalah yang baik, karena matematika berfungsi sebagai alat untuk pemecahan masalah, komunikasi, pola pikir penalaran, dan keterhubungan dengan aspek-aspek lain. Masalah dalam matematika berupa suatu pertanyaan atau berupa soal yang harus dijawab atau direspon dan memerlukan panalaran, menantang untuk diprediksi solusinya, serta harus dapat dibuktikan bahwa solusi yang diperoleh sudah benar (Dewiyani, 2008; Nopriani dkk, 2017; Rahayuningrum dkk, 2018). Sejalan dengan pendapat Astuti (2016) bahwa apabila soal yang diberikan dapat langsung diselesaikan dengan benar, maka suatu soal tersebut tidak dapat dikatakan masalah. Oleh karena itu, dibutuhkan kegiatan pemecahan masalah yang dapat dioptimalkan melalui proses belajar matematika.

Kegiatan pemecahan masalah dalam matematika dapat melatih mahasiswa untuk melakukan eksperimen, observasi, eksplorasi dan investigasi dengan mengarahkan segala kemampuannya. Pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki oleh mahasiswa menjadi landasan untuk menyelesaikan masalah dalam matematika (Rizal & Mansyur, 2017). Tentunya, kemampuan dalam menyelesaikan masalah matematika berkaitan erat dengan karakteristik matematika adalah kemampuan pemecahan masalah (Astuti, 2016; Komarudin, 2017; Mailisman & Ikhsan, 2020; Nopriani dkk, 2017; Polya, 1985). Kemampuan pemecahan masalah adalah kemampuan yang penting dimiliki oleh mahasiswa dalam memahami, memilih pendekatan dan strategi yang lengkap untuk memperoleh solusi sebagai upaya untuk menyelesaikan suatu persoalan di berbagai situasi (Ilyyana & Rochmad, 2018; Mailisman & Ikhsan, 2020; Nopriani dkk, 2017). Dengan demikian, kemampuan pemecahan masalah penting untuk melatih mahasiswa dalam menyelesaikan soal atau masalah matematika dengan menggunakan strategi yang lengkap.

Salah satu cabang ilmu matematika yang penting untuk dipelajari adalah kalkulus. Kalkulus digunakan dalam berbagai disiplin ilmu dan dianggap sebagai pelajar penting untuk mahasiswa (Bergwall & Hemmi, 2017; Ferrer, 2016), khususnya mahasiswa program studi Pendidikan Matematika meliputi kalkulus diferensial, kalkulus integral, kalkulus lanjut (Fatimah & Yerizon, 2019). Topik yang sangat penting untuk keberhasilan dalam pengembangan ilmu sekaligus tantangan di berbagai banyak jurusan, termasuk serangkaian konteks belajar matematika adalah kalkulus integral (Li et al, 2017; Radmehr & Drake, 2020). Bahkan, beberapa penelitian telah mengeksplotasi pembelajaran mahasiswa tentang kalkulus integral. Penelitian-penelitian tersebut menyajikan beberapa informasi yang bermanfaat mengenai pemahaman mahasiswa terkait kalkulus integral dalam hal konseptual dan pengetahuan prosedural mereka (Ferrer, 2016; Li et al, 2017; Radmehr & Drake, 2020); kesulitan penerapan integral (Rimo, 2018). Berdasarkan hasil observasi mahasiswa kesulitan belajar dan kurang mampu dalam memecahkan masalah matematika pada mata kuliah kalkulus integral, salah satunya materi volume benda putar.

Kesulitan yang dialami mahasiswa dalam mempelajari matematika akan berpengaruh terhadap penyelesaian soal ujian. Subjek penelitian ini merupakan mahasiswa yang sebelumnya telah menempuh mata kuliah kalkulus integral. Berdasarkan hasil wawancara terhadap 20 orang mahasiswa kelas F semester III Prodi Pendidikan Matematika, Universitas Ahmad Dahlan setelah melaksanakan pada ujian akhir semester gasal tahun akademik 2019/2020 diperoleh informasi bahwa kesulitan yang dialami mahasiswa dalam menyelesaikan soal tes kalkulus integral pada materi volume benda putar antara lain: 1) 75% mahasiswa kesulitan memahami masalah dalam soal; 2) 75% mahasiswa kesulitan menentukan rumus yang akan digunakan; dan 3) 65% mahasiswa kesulitan dalam menghitung integral yang disebabkan karena mulai dari

kesalahan memahami masalahnya sehingga tidak dapat menentukan rumus volume secara benar. Selain itu rumus penguasaan konsep dasar pengintegralan yang masih kurang. Sebagaimana dalam penelitian Rimo (2018) dan Ahmad (2019) ditemukan kesulitan yang dialami mahasiswa dalam menyelesaikan soal volume benda putar dikarenakan kurangnya pemahaman konsep, kurang teliti, dan kesulitan merepresentasi gambar, kesulitan terkait pemahaman prinsip, pemahaman konsep dasar dan pengerjaan soal. Kesulitan-kesulitan tersebut mengakibatkan kesalahan dalam menjawab soal tes.

Kesalahan yang sering terjadi disebabkan: 1) Mahasiswa hanya menghafal rumus-rumus akan tetapi tidak memahami konsep secara utuh sehingga cenderung menggunakan cara praktis (Kiat, 2005; Jana, 2018; Ahmad, 2019); 2) Melakukan kesalahan teknis dalam perhitungan (Amir, 2017; Jana, 2018; Kiat, 2005); dan 3) Kesalahan dalam memahami masalah, keterampilan proses, dan penulisan jawaban (Dirgantoro dkk, 2019; Kiat, 2005). Kesulitan yang dialami mahasiswa dalam mengerjakan soal matematika perlu dianalisis lebih lanjut agar dapat mengatasi permasalahan mahasiswa yang mengalami berbagai kesalahan dalam mengerjakan soal sehingga dapat memperoleh hasil tes yang maksimal (Kumalasari, 2016; Li et al, 2017; Utami, 2017). Selain itu, analisis kesalahan terhadap penyelesaian soal bertujuan untuk memperbaiki kegiatan belajar dan mengajar, meningkatkan prestasi belajar mahasiswa, dan dapat digunakan untuk memecahkan masalah dengan baik (Anugraheni, 2019; Sahriah, 2010; Farida, 2015). Oleh karena itu, bagi dosen bahwa analisis kesalahan hasil pekerjaan mahasiswa dapat dijadikan acuan untuk mengevaluasi mahasiswa dalam menguasai materi kalkulus integral.

Beberapa penelitian telah menganalisis kesalahan terhadap penyelesaian soal. Pada penelitian Jana (2018) bahwa terdapat beberapa jenis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal statistika dengan tahapan polya antara lain kesalahan teknis sebesar 59%, kesalahan menggunakan data sebesar 39,6%, kesalahan memahami konsep sebesar 33%, kesalahan menginterpretasi kalimat sebesar 19,8%, dan kesalahan menarik kesimpulan sebesar 46,2%. Selanjutnya, pada penelitian Apriani (2018) bahwa terdapat beberapa kesalahan yang dilakukan dalam menyelesaikan soal pada mata kuliah pemecahan masalah matematika dengan tahapan polya antara lain kesalahan memahami masalah sebanyak 13 orang mahasiswa, kesalahan merencanakan penyelesaian sebanyak 17 orang mahasiswa, kesalahan melakukan perencanaan sebanyak 4 orang mahasiswa, dan kesalahan memeriksa kembali sebanyak 8 orang mahasiswa. Lebih lanjut, pada penelitian Ahmad (2019) bahwa terdapat beberapa kesalahan dalam menyelesaikan soal volume benda putar dengan tahapan polya antara lain kesalahan prinsip dari memahami materi prasyarat, kesalahan konsep volume benda putar, kesalahan perhitungan integral, dan kesalahan menentukan rumus. Sehingga, peneliti menggunakan penelitian-penelitian tersebut sebagai bahan pertimbangan dengan memilih tahapan polya untuk menganalisis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal kalkulus, terutama pada pokok bahasan volume benda putar. Meskipun penelitian sebelumnya menggunakan tahapan Polya dan diantaranya dengan pokok bahasan volume benda putar, namun penelitian ini menggunakan soal yang dapat diselesaikan dengan dua metode yakni metode discs dan metode shell yang belum tentu banyak dilakukan oleh penelitian lain.

Dengan menggunakan tahapan Polya, dapat dilakukan analisis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal kalkulus integral. Hal tersebut dikarenakan tahapan penyelesaian masalah menurut Polya cukup sederhana, cukup jelas, dan telah lazim digunakan dalam menganalisis penyelesaian soal. Terdapat empat langkah dalam analisis penyelesaian soal atau masalah (Polya, 1985) meliputi: 1) Memahami masalah (*Understanding the problem*); 2) merencanakan

rencana penyelesaian (*Devise a plan*); 3) Melaksanakan rencana penyelesaian (*Carrying out the plan*); dan 4) Memeriksa kembali jawaban (*Looking back*). Penerapan tahapan Polya dalam analisis pemecahan masalah bertujuan untuk membantu mahasiswa agar lebih teratur dan lebih tersusun dalam menyelesaikan masalah (Rahayuningrum dkk, 2018).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kesalahan-kesalahan mahasiswa berdasarkan tahapan Polya pada materi volume benda putar. Kesalahan mahasiswa dideskripsikan secara jelas dengan menggali lebih dalam faktor-faktor apa yang menjadi penyebab kesalahan itu terjadi. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini, bagi dosen dapat bermanfaat untuk mengetahui penyebab mahasiswa melakukan kesalahan, mendeteksi kesalahan yang dilakukan mahasiswa sehingga dapat ditemukan alternatif pemecahannya dan dapat diperbaiki melalui kegiatan pembelajaran.

### Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif deskriptif. Prosedur penelitian ini dimulai dari pembuatan soal dengan memodifikasi dari soal di buku Geometri analitis jilid 1, selanjutnya soal divalidasi ke validator rumpun analisis, waktu pengerjaan soal selama 60 menit dengan sifat ujian tutup buku. Soal nomor satu mahasiswa diminta menghitung volume benda putar, dengan daerah bidang datar diputar pada suatu garis yang sejajar sumbu- x. Untuk soal nomor dua mahasiswa diminta menghitung volume benda putar, dengan daerah bidang datar diputar pada suatu garis yang sejajar sumbu-y. Masing- masing soal yang diberikan, dapat diselesaikan dengan menggunakan metode cakram maupun metode rumah siput. Kemudian hasil tes dianalisis dan selanjutnya nilai hasil tes dikelompokkan menjadi tiga bagian. Dari masing- masing bagian diambil satu orang mahasiswa untuk keperluan wawancara.

Subjek penelitian yaitu mahasiswa kelas F semester III mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Ahmad Dahlan (FKIP UAD) tahun akademik 2019/2020 sebanyak 20 orang merupakan mahasiswa yang sebelumnya telah menempuh mata kuliah kalkulus integral. Selanjutnya, diambil dua orang mahasiswa yang masing-masing dengan kemampuan sedang dan rendah. Pengambilan sampel sebanyak dua orang mahasiswa untuk keperluan wawancara dengan kriteria mampu memberikan informasi yang relevan dengan soal tes yang diberikan. Instrumen dalam penelitian ini berupa tes tertulis yang terkait dengan soal volume benda putar dan pedoman wawancara yang bersifat tidak terstruktur. Teknis analisis data kuantitatif menggunakan statistika deskriptif dalam bentuk persentase dari kesalahan mahasiswa dari setiap tahapan menurut Polya (Nilasari, dkk., 2014) dengan rumus berikut.

$$P_i = \frac{n_i}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

- $P_i$  : persentase setiap jenis kesalahan  
 $n_i$  : banyaknya kesalahan untuk setiap jenis kesalahan  
 $N$  : total kesalahan dari setiap jenis kesalahan

Analisis data dilakukan dengan menggunakan indikator yang diadopsi dari penelitian Nopriani dkk (2017) dan Apriani (2018) dengan mengadakan sedikit perubahan disesuaikan dengan soal tes yang diberikan yang ditunjukkan pada tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Indikator Kesalahan Berdasarkan Tahapan Polya

No	Tahapan Kesalahan	Indikator
1.	Kesalahan memahami masalah	a. Mahasiswa salah atau tidak menuliskan sesuai dengan apa yang diketahui. b. Mahasiswa salah atau tidak menuliskan dengan benar apa yang ditanyakan.
2.	Kesalahan merencanakan penyelesaian	a. Mahasiswa tidak menggunakan semua informasi dalam soal. b. Mahasiswa tidak memilih strategi yang tepat untuk menyelesaikan masalah. c. Mahasiswa tidak ada rencana langkah- langkah menyelesaikan masalah.
3.	Kesalahan melaksanakan perencanaan	a. Mahasiswa tidak menggunakan langkah-langkah atau prosedur dengan benar b. Mahasiswa tidak tepat dalam menjawab soal. c. Mahasiswa menuliskan langkah-langkah yang akan digunakan dalam menyelesaikan soal tetapi tidak sesuai dengan metode yang diambil/ditentukan. d. Mahasiswa tidak menuliskan langkah-langkah yang akan digunakan dalam menyelesaikan soal. e. Mahasiswa menuliskan rumus penyelesaian tetapi tidak sesuai dengan perintah soal.
4.	Kesalahan memeriksa kembali proses dan hasil	a. Mahasiswa tidak memeriksa kecocokan jawaban terhadap masalah pada soal pada tiap tahapan. b. Mahasiswa tidak mencari alternatif jawaban atau strategi lain dalam menjawab permasalahan.

### Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pekerjaan mahasiswa kelas F pada ujian akhir semester gasal tahun akademik 2019/2020 sebanyak 20 orang subyek penelitian, diambil dua orang mahasiswa sebagai informan dalam wawancara. Data kesalahan yang diperoleh kemudian dikaji lebih rinci menggunakan tahap Polya yaitu: 1) Kesalahan memahami soal; 2) Kesalahan menyusun rencana; 3) Kesalahan melaksanakan rencana; dan 4) Kesalahan memeriksa kembali solusi yang diperoleh. Kemudian dari hasil pekerjaan mahasiswa dipersentase masing-masing kesalahan yang dilakukan. Jenis-jenis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal kalkulus integral disajikan pada tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Jenis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Volume Benda Putar Berdasarkan Tahapan Polya

Subyek Penelitian	Soal 1	Soal 2
1	B	B
2	B	B
3	C	C
4	C,D,E,F	C
5	C,D,E,F	A
6	C,D,E,F	A
7	C,D,E,F	A
8	C,F	C,D,F
9	C,D,F	A

Subyek Penelitian	Soal 1	Soal 2
10	B	B
11	C,D,E,F	C,D,E,F
12	C,D,E,F	A
13	D,E,F	D,E,F
14	C	C
15	D	D
16	D	D
17	B	F
18	C	C
19	C,D,E,F	C,D,E,F
20	E	B

Keterangan :

- A : Tidak Mengerjakan Soal
- B : Tidak ada kesalahan
- C : Memahami masalah
- D : Merencanakan penyelesaian
- E : Melaksanakan Perencanaan
- F : Memeriksa kembali proses dan hasil

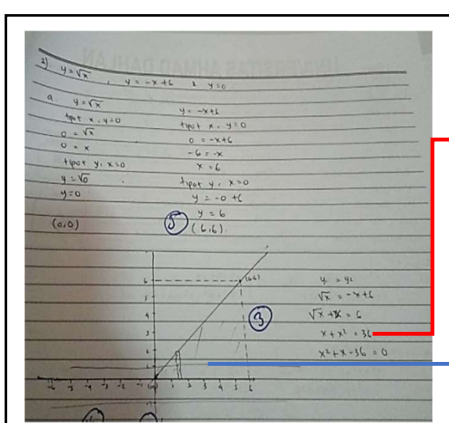
Persentase kesalahan hasil pekerjaan mahasiswa dalam menyelesaikan soal kalkulus integral materi volume benda putar disajikan pada tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Persentase Kesalahan Mahasiswa pada Materi Volume Benda Putar Berdasarkan Tahapan Polya

Tahapan	Soal 1	Soal 2	Rata-rata
Memahami masalah	70,59 %	41,18 %	55,89 %
Merencanakan penyelesaian	64,71 %	35,29 %	50,00 %
Melaksanakan perencanaan	47,06 %	17,65 %	32,36 %
Memeriksa kembali proses dan hasil	58,82 %	29,41 %	44,12 %

Berdasarkan tabel 3 untuk rata-rata kedua soal terlihat bahwa kesalahan mahasiswa untuk pemahaman masalah mencapai 55,89 %, merencanakan penyelesaian 50,00 %, melaksanakan perencanaan 32,36 % dan memeriksa kembali proses dan hasil 44,12 %. Dari hasil penelitian ini, kesalahan dalam memahami masalah mencapai persentase yang paling besar dibanding dengan tahap-tahap yang lain. Hasil ini sejalan dengan hasil Kristofora & Sujadi (2017) dari empat jenis kesalahan, kesalahan terbesar yaitu pada memahami masalah mencapai 49,36%. Kesalahan yang dianalisis pada penelitian ini yaitu hasil pekerjaan mahasiswa dengan kategori sedang (subyek nomor 8) dan rendah (subyek nomor 11), sedangkan mahasiswa dengan kategori tinggi tidak ditampilkan karena sedikit melakukan kesalahan. Berikut adalah hasil analisis kesalahan hasil pengerjaan mahasiswa pada soal nomor 1 yang ditunjukkan dalam tabel 4 berikut.

**Tabel 4.** Contoh Kesalahan Hasil Pekerjaan Mahasiswa dengan kategori sedang dan rendah pada Soal Nomor 1

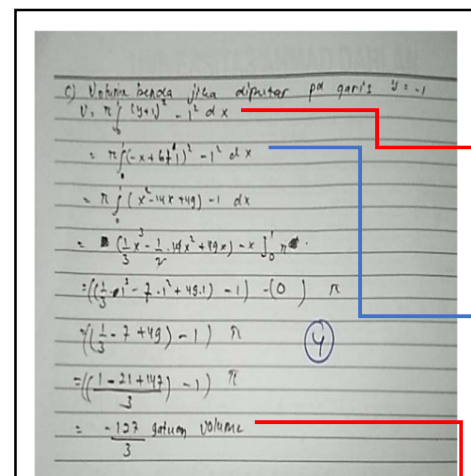


Gambar 2. Jawaban Soal 1. Mahasiswa dengan kategori sedang

Pada soal diketahui ada batasan garis  $x = 0$ ,  $y = \sqrt{x}$ , dan  $y = -x + 6$ .

Kesalahan :

- a. **Memahami masalah**  
Mahasiswa hanya menggambar garis  $y = -x + 6$
- b. **Merencanakan penyelesaian**  
Mahasiswa tidak menggunakan informasi yang ada dalam soal. Daerah yang diarsir tidak sesuai dengan apa yang diketahui dalam soal, batasan daerah tidak terlihat jelas.
- c. **Kesalahan dalam melaksanakan perencanaan**  
Akibat dari tidak semua informasi tidak digambarkan dan daerah yang akan diputar juga salah gambar, maka mahasiswa tidak tepat dalam menjawab pertanyaan
- d. **Kesalahan memeriksa kembali proses dan hasil**  
Oleh karena pekerjaan tidak selesai, maka tahap ini pun tidak dilakukan.



Gambar 3. Jawaban Soal 1. Mahasiswa yang Mengalami Kesalahan dalam Memahami Masalah

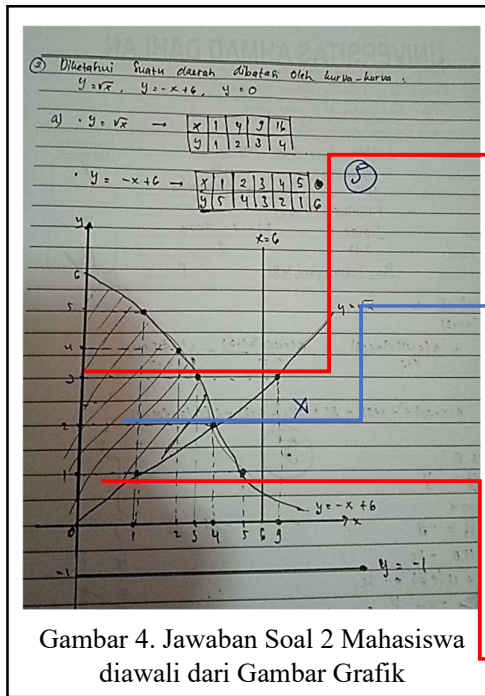
Pada soal diketahui ada batasan garis  $x = 0$ ,  $y = \sqrt{x}$ , dan  $y = -x + 6$ .

Kesalahan :

- a. **Memahami masalah**  
Mahasiswa tidak memahami, bahwa harus dilakukan langkah menggambar terlebih dahulu daerah yang akan diputar, agar tidak salah dalam menerapkan rumus
- b. **Merencanakan penyelesaian**  
Mahasiswa tidak menggunakan informasi yang ada dalam soal. sehingga dalam menerapkan rumus menjadi salah.
- c. **Kesalahan dalam melaksanakan perencanaan**  
Berawal dari tidak menggambar daerah yang akan diputar, penerapan rumus menjadi salah. Akibatnya terjadi kesalahan dalam perencanaan.
- d. **Kesalahan memeriksa kembali proses dan hasil**  
Jawaban ini menunjukkan kesalahan mahasiswa tidak memeriksa hasil, karena dalam perhitungan diperoleh volume bernilai negatif dan hal itu tidak mungkin terjadi

Berikut adalah hasil analisis kesalahan hasil pengerjaan mahasiswa pada soal nomor 2 yang ditunjukkan dalam tabel 5 berikut.

**Tabel 5.** Contoh Kesalahan Hasil Pekerjaan Mahasiswa dengan kategori sedang dan rendah pada Soal Nomor 2



Pada soal diketahui ada batasan garis  $y = 0$ ,  $y = \sqrt{x}$  dan  $y = -x + 6$ .

Kesalahan :

**a. Memahami masalah**

Mahasiswa sudah benar menggambar grafik di kuadran I. Kesalahan yang dilakukan dalam memahami garis  $y = 0$  digambar sama dengan sumbu  $y$ .

**b. Merencanakan penyelesaian**

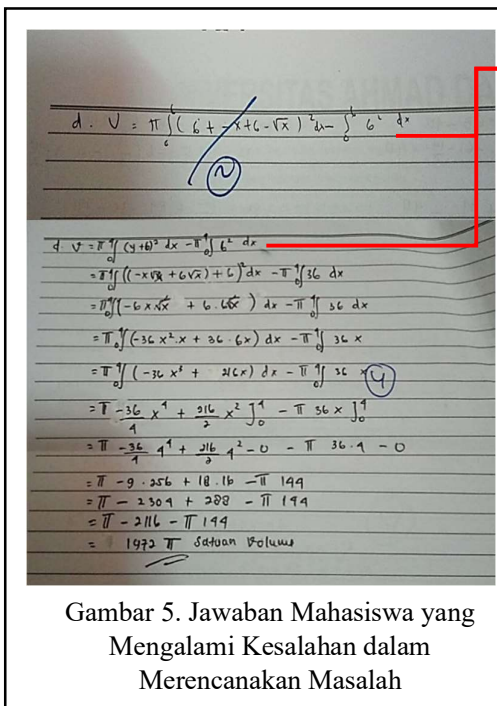
Mahasiswa sudah menggunakan semua informasi yang ada di soal, oleh karena pemahaman pada penggambaran  $y = 0$  yang salah maka daerah yang diarsir menjadi salah.

**c. Kesalahan dalam melaksanakan perencanaan**

Mahasiswa tidak tepat dalam menjawab pertanyaan karena kesalahan dalam menggambar grafik

**d. Kesalahan memeriksa kembali proses dan hasil**

Oleh karena pekerjaan tidak selesai, maka tahap inipun tidak dilakukan.



Kesalahan :

**a. Memahami masalah**

Mahasiswa hanya menuliskan rumus tanpa menggambar daerah yang akan diputar, padahal untuk menghitung volume benda putar harus diawali dengan menggambar daerah yang akan diputar.

**b. Merencanakan penyelesaian**

Mahasiswa terlihat tidak merencanakan penyelesaian yang matang, karena tidak menggambar grafik sehingga penggunaan rumus tidak jelas

**c. Kesalahan dalam melaksanakan perencanaan**

Akibat dari semua informasi tidak ditulis dan daerah yang akan diputar juga tidak digambar, maka mahasiswa tidak tepat dalam menjawab pertanyaan

**d. Kesalahan memeriksa kembali proses dan hasil**

Oleh karena pekerjaan tidak selesai, maka tahap ini tidak dilakukan.

Berdasarkan tabel 4 dan tabel 5 di atas, didapatkan bahwa kesalahan berawal dari penggambaran grafik fungsi. Penggambaran grafik fungsi digunakan untuk menentukan daerah

yang akan diputar pada sumbu putar yang telah diketahui. Dari hasil penggambaran grafik, terdapat beberapa mahasiswa yang salah dalam menggambar garis  $y = -x + 6$  (tidak berbentuk garis lurus), garis  $y = 0$  dianggap sama dengan sumbu  $y$ , grafik fungsi  $y = \sqrt{x}$  dianggap dianggap sama dengan grafik fungsi  $y^2 = x$  sehingga gambar yang diperoleh berada di kuadran I dan kuadran IV. Dasar-dasar pemahaman penggambaran garis, sumbu  $y$  atau fungsi perlu dipahami oleh mahasiswa agar tidak terjadi suatu kesalahan dalam menggambar grafik fungsi.

Selanjutnya peneliti melakukan wawancara dengan mahasiswa untuk menggali informasi lebih mendalam. Hasil dari wawancara dengan salah satu mahasiswa dengan kategori rendah tersebut adalah sebagai berikut.

- P : “Assalamu’alaikum mas?”  
M<sub>11</sub> : “Waalaikumsalam, bu”  
P : “Ibu mau tanya, terkait hasil pekerjaanmu dalam menjawab soal nomor satu. Setelah ibu koreksi ada kesalahan dalam menggambar grafik fungsi. Letak kesulitan dalam menggambar fungsi  $y = -x + 6$ ,  $y=0$ , dan  $y = \sqrt{x}$  dimana?”  
M<sub>11</sub> : “Sebenarnya saya itu bingung bu, untuk menyelesaikan soal nomor satu, mau diapakan. Lalu saya ingat, harus menggambar terlebih dahulu, tapi untuk menggambar  $y = -x + 6$  saya tidak paham, jadi saya menyambungkan 2 titik yang diperoleh Bu”  
P : “Untuk yang fungsi lain bagaimana?”  
M<sub>11</sub> : “Untuk garis  $y=0$  tak kirain sumbu  $y$  dan  $y = \sqrt{x}$  asal gambar saja bu”  
P : “Kok asal gambar, memangnya kalian tidak paham, bagaimana cara menggambar grafik fungsi?”  
M<sub>11</sub> : “Tidak begitu paham bu”.  
P : “Terus untuk mengerjakan soal nomor satu lama mengerjakannya dimana?”  
M<sub>11</sub> : “Iya, di gambarnya itu bu. Saya masih bingung kalau disuruh gambar”

Selanjutnya, dari hasil kutipan wawancara di atas dan dari hasil pekerjaan mahasiswa, peneliti menarik kesimpulan bahwa mahasiswa masih kesulitan dalam menggambar grafik dan biasanya cukup lama dalam menggambar. Dari hasil pekerjaan mahasiswa juga nampak bahwa tidak semua informasi yang diketahui dipergunakan untuk menggambar grafik dan menyelesaikan soal. Sejalan dengan penelitian Ahmad (2019) bahwa kesulitan dalam volume benda putar antara lain menentukan rumus integral luas daerah, menggambar grafik, menentukan daerah yang diarsir, dan menentukan rumus volume benda putar. Padahal materi menggambar grafik sudah mahasiswa peroleh sejak di mata kuliah sebelumnya yaitu kalkulus diferensial.

Pada mata kuliah kalkulus integral mahasiswa telah diajari bagaimana menggambar grafik canggih dan menganalisisnya grafik juga. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan awal mahasiswa dalam menggambar grafik masih perlu ditingkatkan guna memperoleh hasil belajar yang baik. Sejalan dengan hasil penelitian Heyriansyah & Megawati (2017) bahwa kemampuan awal adalah salah satu faktor yang sangat berpengaruh dalam mencapai hasil belajar matematika. Oleh karena itu, untuk meminimalisir kesalahan pada materi volume benda putar terlebih dahulu dipastikan mahasiswa memahami konsep menggambar grafik fungsi. Penggambaran grafik fungsi mempermudah belajar volume benda putar pada mata kuliah kalkulus integral, Hal ini disebabkan untuk penerapan rumus volume benda putar dilihat dari daerah bidang datar dan sumbu putar yang tergambar pada grafik fungsi.

Adapun kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam tahap merencanakan penyelesaian yaitu mahasiswa tidak menggambar daerah yang akan diputar, salah dalam menentukan sumbu putar dan menggambar wakil pita persegi panjang. Mahasiswa juga tidak merencanakan akan menggunakan metode disc atau metode shell. Kutipan hasil wawancara yang peneliti lakukan terhadap salah satu subyek penelitian ini adalah mahasiswa dengan kategori sedang menyangkut dengan merencanakan sebagai berikut.

- P : “Mas, ibu mau tanya. Apa yang kalian rencanakan untuk menyelesaikan soal ini?”  
 M<sub>8</sub> : “Harusnya saya menggambar dahulu bu, tapi saya bingung dalam menggambar”  
 P : “Terus kalau kalian bingung, tindakan apa yang kalian lakukan ?”  
 M<sub>8</sub> : “Karena saya tidak menggambar daerah yang diputar dan sumbu putar, maka saya tidak bisa menentukan metode yang akan digunakan”

Dari hasil wawancara diperoleh bahwa mahasiswa bingung karena tidak yakin dengan gambar yang mereka peroleh, sehingga mahasiswa kesulitan menentukan metode apa yang harus digunakan. Kesalahan dalam melaksanakan perencanaan diawali dari kesalahan mahasiswa dalam menggambar daerah yang akan diputar. Kesalahan dilanjutkan dengan kesalahan perencanaan pengambilan keputusan dalam menentukan metode yang digunakan, segala informasi yang ada di soal tidak ditulis. Kedua hal ini telah mengakibatkan pada kesalahan dalam melaksanakan rencana penyelesaian soal. Peneliti melakukan klarifikasi dengan mahasiswa diperoleh jawaban diantaranya berikut.

- P : “Mas, ibu Tanya lebih lanjut ya”  
 M<sub>11</sub> : “Nggih, bu”  
 P : “Kalian telah menulis jawaban dengan melakukan proses perhitungan, apakah kalian yakin dengan jawaban kalian?”  
 M<sub>11</sub> & M<sub>8</sub> : “Sebenarnya tidak bu”  
 P : “Kalau tidak kenapa ditulis begitu?”  
 M<sub>11</sub> : “Dari pada kosong tidak ada jawabannya, maka saya tulis rumus seadanya terus saya masukkan angka – angkanya biar ada jawabannya”  
 P : “Berarti kalian menulis fungsi, batas atas, batas bawah, rumus metode disc dan metode shell, kalian belum paham?”  
 M<sub>8</sub> : “Sebenarnya belum paham, bu”  
 M<sub>11</sub> : “Dari pada kosong yang saya tulis sebisa saya, kalau menulis kan nanti ada nilainya tapi kalau kosong nanti nggak dapat nilai”

Dari hasil wawancara ini dapat peneliti peroleh terkait dengan melaksanakan yang direncanakan, mahasiswa tidak yakin dengan hasil pekerjaannya dan kurang paham arah tujuan penyelesaiannya karena metode disc atau metode shell yang mereka akan gunakan juga tidak paham. Oleh karena pekerjaan tidak selesai, maka kesalahan memeriksa kembali proses dan hasil tidak dilakukan.

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil simpulan; (1) jenis kesalahan terbesar pada penyelesaian soal materi volume benda putar adalah memahami masalah 55,89% karena mahasiswa salah atau tidak menuliskan sesuai dengan apa yang diketahui dan tidak menuliskan secara benar apa yang ditanyakan yaitu salah dalam memahami batas daerah yang akan diputar, kesalahan merencanakan penyelesaian 50,00%, kesalahan melaksanakan perencanaan 32,36%

dan kesalahan memeriksa kembali proses dan hasil 44,12%. (2) penyebab kesalahan mahasiswa tidak merencanakan membuat gambar, mahasiswa bingung menggunakan metode disc atau metode shell.

**Daftar Pustaka**

- Ahmad, M. A. (2019). Analisis Kesulitan Belajar Matematika Pada Materi Integral Luas Daerah Di Bawah Kurva Dan Volume Benda Putar. *An-Nahdhah*, 12(23), 159-176.
- Amir, M. F. 2017. Identifikasi Kesulitan Mahasiswa Dalam Memecahkan Masalah Open Ended Materi Nilai Mutlak. *Mercumatika*, 2(2): 55–65
- Anugraheni, I. (2019). Pengaruh Pembelajaran Problem Solving Model Polya Terhadap Kemampuan Memecahkan Masalah Matematika Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan (Teori Dan Praktik)*, 4(1), 1.
- Apriani, F. (2018). Kesalahan Mahasiswa Calon Guru SD Dalam Menyelesaikan Soal Pemecahan Masalah Matematika. *Journal of Mathematics Science and Education*, 1(1), 102-117.
- Astuti, D. (2016). Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Melalui Model Pembelajaran Student Teams Achievement Development (STAD). *AlphaMath: Journal of Mathematics Education*, 2(1), 79-89.
- Bergwall, A., & Hemmi, K. (2017). The State of Proof in Finnish and Swedish Mathematics Textbooks—Capturing Differences in Approaches to Upper-Secondary Integral Calculus. *Mathematical Thinking and Learning*, 19(1), 1-18.
- Dewiyani. (2008). Mengajarkan Pemecahan Masalah dengan Menggunakan Langkah-langkah Polya. *STIKOM Jurnal*, 12(2), 87-95.
- Dirgantoro, K. P. S., Saragih, M. J., & Listiani, T. (2019). Analisis Kesalahan Mahasiswa PGSD Dalam Menyelesaikan Soal Statistika Penelitian Pendidikan Ditinjau Dari Prosedur Newman [An Analysis of Primary Teacher Education Students Solving Problems in Statistics for Educational Research Using the Newman Procedure]. *JOHME: Journal of Holistic Mathematics Education*, 2(2), 83-96.
- Farida, N. (2015). Analisis kesalahan siswa SMP Kelas VIII Dalam Menyelesaikan Masalah Soal Cerita Matematika. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 4(2), 42-52.
- Fatimah, S., & Yerizon. (2019). Analysis of Difficulty Learning Calculus Subject for Mathematical Education Students. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(03), 80-84.
- Ferrer, F. P. (2016). Investigating Students' learning Difficulties in Integral Calculus. *PEOPLE: International Journal of Social Sciences*, 2(1), 310-324.
- Hevriansyah, P., & Megawanti, P. (2016). Pengaruh Kemampuan Awal Terhadap Hasil Belajar Matematika. *JKPM*, 02(01), 37-44.
- Ilyyana, K., & Rochmad, R. (2018). Analysis of Problem-Solving Ability in Quadrilateral Topic on Model Eliciting Activities Learning Containing Ethnomathematics. *Unnes Journal of Mathematics Education Research*, 7(1), 130-137.
- Irawati, S. (2015). Analisis Kesalahan Mahasiswa Calon Guru Matematika Dalam Memecahkan Masalah Program Linier. *Sigma*, 1(1), 29-34.
- Jana, P. (2018). Analisis Kesalahan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal Matematika Pada Pokok Bahasan Vektor. *Jurnal Mercumatika: Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 2(2), 8-14.
- Kiat, S. E. (2005). Analysis of Students' Difficulties in Solving Integration Problems. *The Mathematics Educator*, 9(1), 39-59.

- Komarudin. (2017). Analisis Kesalahan Siswa dalam Pemecahan Masalah Matematika Pada Materi Peluang Berdasarkan High Order Thinking dan Pemberian Scaffolding. *Jurnal: Pendidikan, Komunikasi Dan Pemikiran Hukum Islam*, 8(1), 198–213.
- Kristofora, M., & Sujadi, A. A. (2017). Analisis Kesalahan dalam menyelesaikan masalah matematika dengan menggunakan langkah polya siswa kelas VII SMP. *PRISMA*, 6(1), 9-16.
- Kumalasari, E. (2016). Analisis Faktor Kesulitan Terhadap Kesalahan Penyelesaian Soal Persamaan Linier Berdasarkan Klasifikasi Taksonomi Bloom (Studi kasus terhadap mahasiswa Teknik Informatika 2015/2016). *JP3M (Jurnal Penelitian Pendidikan dan Pengajaran Matematika)*, 2(2), 113-122.
- Li, V. L., Julaihi, N. H., & Eng, T. H. (2017). Misconceptions and Errors in Learning Integral Calculus. *Asian Journal of University Education*, 13(2), 17-39.
- Mailisman, N., & Ikhsan, M. (2020). Mathematics Problem-Solving Skills of Vocational High School Students Related to the 21st-Century Education. *JPhCS*, 1460(1), 012014.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1993). *An Expanded Soucebook Qualitative Data Analysis Second Edition*. USA. Sage Publication.
- Nilasari, T. F., Hobri., Lestari, N. D. S. (2014). Analisis Kesalahan Siswa Berdasarkan Kategori Kesalahan Watson Dalam Menyelesaikan Soal-Soal Himpunan Di Kelas VII D SMP Negeri 11 Jember. *UNEJ*, 1-5.
- Nopriani, L. J., Panjaitan, A., Surya, E., & Syahputra, E. (2017). Analysis Mathematical Problem Solving Skills of Student of the Grade VIII-2 Junior High School Bilah Hulu Labuhan Batu. *International Journal of Novel Research in Education and Learning*, 4(2), 131-137.
- Polya. (1985). *How to Solve It A New Aspect of Mathematical Method*. New Jersey. Pearson Education, Inc.
- Radmehr, F., & Drake, M. (2020). Exploring Students' Metacognitive Knowledge: The Case of Integral Calculus. *Education Sciences*, 10(3), 1-20.
- Rahayuningrum, A., Fariz Setyawan., & Uswatun Khasanah. (2018). Profil Pemecahan Masalah Pada Materi Persamaan Linier Satu Variabel Dengan Menggunakan Pendekatan Model Eliciting Activities (MEAs) Dilihat Dari Kemampuan Matematika. *AlphaMath: Journal of Mathematics Education*, 4(1), 15-22.
- Rimo, I. H. E. (2018). Analisis Kesulitan Mahasiswa Pendidikan Fisika FKIP-UNDANA Dalam Memahami Materi Volume Benda Putar. *Jurnal Ilmiah Soulmath : Jurnal Edukasi Pendidikan Matematika*, 6(2), 91-104.
- Rizal, M., & Mansyur, J. (2017). Calculus Problem Solving Behavior of Mathematic Education Students. *JPhCS*, 824(1), 012041.
- Rofi'ah, N., Ansori, H., & Mawaddah, S. (2019). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Berdasarkan Langkah Penyelesaian Polya. *Edu-Mat: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 120-129.
- Sahriah. (2010). *Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Matematika Materi Operasi Pecahan Bentuk Aljabar Kelas VIII SMP Negeri Malang*. Malang. UM.
- Utami, A. S. (2017). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Pokok Bahasan Komposisi Fungsi di SMK Bakti Purwokerto. *AlphaMath: Journal of Mathematics Education*, 3(2), 48-56.