

# ANALISIS KESULITAN SISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL ROTASI TRANSFORMASI GEOMETRI DI SMK KELAS XI KEJURUAN

Patrisiana Intan Godat<sup>1</sup>, Irham Taufiq<sup>2</sup>, Istiqomah<sup>3</sup>, Sri Adi Widodo<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa, Jl. Batikan, UH-III, Tuntungan, Tahunan, Umbulharjo, Kota Yogyakarta

\*Korespondensi Penulis. E-mail: [intangodat12@gmail.com](mailto:intangodat12@gmail.com), Telp: +6282235227434

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal rotasi pada materi transformasi geometri. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan tiga subjek yang dipilih secara *purposive* berdasarkan tingkat kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal rotasi yaitu tinggi, sedang dan rendah dari 15 siswa kelas XI yang berasal dari salah satu sekolah (SMK) di Yogyakarta. Data dikumpulkan melalui observasi, tes tertulis dan wawancara mendalam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa dengan pemahaman tinggi mampu menyelesaikan soal rotasi dengan baik meskipun sempat mengalami keraguan pada awalnya. Siswa dengan pemahaman sedang mengalami kesalahan konsep terkait nilai  $\cos -180^\circ$ , sementara siswa dengan pemahaman rendah mengalami kesalahan menyeluruh pada setiap langkah penyelesaian. Kesulitan umum yang ditemukan meliputi pemahaman nilai trigonometri sudut istimewa, pengoperasian matriks rotasi, kesalahan prosedural, dan pengungkapan jawaban akhir.

**Kata Kunci:** Rotasi, Transformasi Geometri, Kesulitan Belajar, Matriks, Trigonometri.

## Abstract

*This study aims to analyze students' difficulties in solving rotation problems within the topic of geometric transformation. This research used a descriptive qualitative approach involving three subjects selected purposively based on their ability levels in solving rotation problems: high, medium, and low, from a group of 15 eleventh-grade vocational school students in Yogyakarta. Data were collected through observation, written tests, and in-depth interviews. The results showed that students with high understanding were able to solve the problems well, although they initially experienced confusion. Students with moderate understanding made conceptual errors related to the value of  $\cos -180^\circ$ , while students with low understanding exhibited overall errors at each step of the solution. Common difficulties included understanding trigonometric values of special angles, operating rotation matrices, procedural errors, and expressing final answers.*

**Keywords:** Rotation, Geometric Transformation, Learning Difficulties, Matrix, Trigonometry.

## PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu ilmu pengetahuan yang penting untuk di pelajari pada setiap jenjang pendidikan, karena pembelajaran matematika memiliki peran penting dalam membentuk karakter dan kemampuan berpikir logis, analitis, serta kritis pada peserta didik. Hal ini sejalan dengan (Bilah et al., 2017), yang menyatakan bahwa matematika adalah alat berpikir, metode berpikir logis, terstruktur, dan saling berkaitan antara konsep. Tidak terlepas bahwa hal penting yang perlu dimiliki siswa dalam mempelajari matematika adalah memiliki kemampuan pemecahan masalah yang baik (Paulina & Adirakasiwi, 2022) dan (Sulistiowati et al., 2019). Sejalan dengan (Wasilah & Iltavia, 2023) yang menyatakan hal yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran matematika adalah 1) penguasaan konsep matematika; 2) kemampuan pemecahan masalah; 3) keterampilan penalaran dan komunikasi; 4) kemampuan berpikir kreatif dan inovatif.

---

Matematika memiliki sifat korelatif dimana setiap pembahasan matematika memiliki keterkaitan pembahasan materi sebelumnya (Sari Putri & Sumarni, 2023), sehingga siswa harus menguasai bab atau materi sebelumnya agar di bab selanjutnya siswa tidak mengalami kesulitan. Salah satu materi pembelajaran matematika yang wajib dipelajari pada jenjang sekolah menengah adalah transformasi geometri. Transformasi geometri adalah materi yang membahas mengenai perubahan posisi, besar dan bentuk suatu bangun. dimana bab transformasi geometri ini masih erat kaitannya dengan materi sebelumnya yaitu matriks. Menurut Edward dalam (Paulina & Adirakasiwi, 2022) manfaat bagi peserta didik mempelajari materi transformasi geometri adalah membangun kemampuan spasial, kemampuan penalaran yang baik dalam geometri, dan memperkuat pembuktian matematika. Sehingga dengan memahami dan mempelajari materi transformasi geometri dapat meningkatkan kemampuan matematis peserta didik.

Permasalahan pada pernyataan diatas, peneliti temukan dalam hasil observasi yang dilakukan peneliti. Disini, peneliti melakukan observasi pada saat melaksanakan praktek magang Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di salah satu SMK di Yogyakarta pada kelas XI AE yang berjumlah 15 orang, saat peneliti mengajar materi transformasi geometri pada sub materi rotasi, peserta didik masih ada yang bingung mengenai peletakan titik yang ditanya pada soal kemudian di masukkan kedalam rumus, kurangnya penguatan pemahaman mengenai nilai sin dan cos pada kuadran 1 dan 2, dan saat menyelesaikan soal perhitungan rumusnya menggunakan perhitungan matriks berordo  $2 \times 2$ . Hal ini menunjukkan bahwa materi transformasi geometri masih kurang dikuasai dan dipahami oleh sebagian peserta didik. Hal ini didukung oleh (Indah Maulani et al., 2021) menyatakan bahwa masih banyak diantara siswa kelas XI yang mengalami kekeliruan saat menyelesaikan soal geometri transformasi. Banyak peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami dan menyelesaikan soal-soal transformasi geometri, terutama pada sub materi rotasi. Menurut Abdullah (Rohmah & Sutiarmo, 2018) ada sebanyak 5 faktor yang menyebabkan peserta didik mengalami kekliruan dalam menyelesaikan masalah matematika jika ditinjau dari kemampuan belajarnya, diantaranya; 1) kurang memahami informasi pada soal; 2) kurang berlatih mengerjakan soal non rutin; 3) kurang menguasai materi; 4) kurang menguasai konsep prasyarat; 5) dan kurang teliti.

Kesalahan dalam penerapan rumus dan keterampilan proses juga menjadi faktor dominan dalam kesulitan siswa pada materi ini. Sesuai dengan pemikiran (Wasilah & Iltavia, 2023) kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal terlihat saat menggunakan dan menerapkan prosedur atau langkah-langkah untuk menyelesaikan soal-soal transformasi geometri. Selain itu berdasarkan penelitian dari (Sari Putri & Sumarni, 2023) menunjukkan bahwa transformasi geometri, termasuk rotasi, merupakan materi yang cukup kompleks bagi sebagian siswa karena membutuhkan pemahaman mendalam terhadap konsep koordinat dan operasi matematika yang mendasarinya. Kekompleksitasan baik dari segi materi maupun pemahaman menjadi tantangan tersendiri bagi setiap siswa, terlebih bagi beberapa siswa yang memiliki kecenderungan berpikir konkret, dimana beberapa siswa ini mengalami hambatan mengorganisasi informasi dan menerapkan prosedur penyelesaian soal secara sistematis. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Widodo et al., 2020) yang menyatakan bahwa siswa dengan kemampuan berpikir konkret sering kali tidak merencanakan langkah penyelesaian dengan baik, tidak memeriksa kembali hasil jawaban, dan hanya berfokus pada hasil akhir sehingga rentan mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal dua dimensi, seperti yang dialami beberapa siswa kelas XI AE saat menyelesaikan soal rotasi.

Dari permasalahan yang dialami siswa diatas, juga banyak terjadi pada siswa dan siswi di beberapa daerah, diantaranya penelitian yang dilakukan (Indah Maulani & Sylviana Zanthi, 2020) yang menganalisis bahwa siswa banyak melakukan kesalahan konsep dalam menyelesaikan soal transformasi geometri (rotasi). Penyebabnya antara lain adalah cara belajar yang tidak konsisten, kurangnya latihan dan usaha dalam mengerjakan soal, dan ketergesaan dalam berpikir saat mengerjakan soal. Kesulitan-kesulitan ini sejalan dengan analisis menurut (Sari Putri & Sumarni, 2023) berdasarkan teori Newman yang mengidentifikasi lima jenis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal transformasi diantaranya; keterampilan proses, kesalahan membaca,

---

memahami, transformasi, dan penulisan jawaban. Dimana pada kesalahan keterampilan proses, mendapat proporsi kesalahan sebesar 31,7% dari total kesalahan. Penelitian lain (Miranda et al., 2024) menganalisis bahwa gaya belajar siswa juga ikut mempengaruhi kesalahan dalam menyelesaikan soal rotasi. Dimana siswa dengan gaya belajar kinestetik cenderung membuat kesalahan pada semua tahapan teori Newman, dari membaca hingga menulis jawaban akhir. Pernyataan ini menegaskan bahwa pendekatan pembelajaran yang disesuaikan dengan gaya belajar siswa sangat penting dalam membantu pemahaman suatu konsep khususnya materi transformasi geometri (rotasi). Adapun menurut (Septian et al., 2022) yang menekankan bahwa kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal berasal dari ketidaktelitian dalam memahami informasi soal serta kelemahan dalam proses transformasi dan prosedural. Kondisi ini terlihat semakin diperparah ketika siswa tidak memiliki minat dan motivasi belajar yang kuat.

Berdasarkan permasalahan diatas, penelitian ini difokuskan untuk mengetahui kesulitan yang dihadapi oleh siswa kelas XI SMK Kejuruan dalam menyelesaikan soal rotasi dalam materi transformasi geometri. Fokus penelitian ini hanya untuk satu kelas dengan jumlah siswa 15 orang kelas XI jurusan AE, dan hanya mencakup submateri rotasi (karena materi refleksi, translasi, dan dilatasi sudah dijelaskan pada minggu sebelumnya). Aspek yang dikaji meliputi pemahaman konsep rotasi, penggunaan nilai sin dan cos pada kuadran tertentu, serta penyelesaian soal menggunakan matriks berordo  $2 \times 2$ . Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat untuk mengembangkan strategi pembelajaran yang lebih tepat sesuai karakteristik siswa, apalagi siswa pada jenjang SMK dan mampu meminimalkan kesalahan yang pada umumnya sering terjadi.

## **METODE**

Metode penelitian dalam artikel ini adalah penelitian deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk menganalisis kesulitan yang dialami siswa dalam menyelesaikan soal rotasi pada materi transformasi geometri. Penelitian ini dilakukan di salah satu SMK di Yogyakarta pada kelas XI dengan fokus kelas hanya satu kelas saja yang beranggotakan 15 siswa, yaitu kelas XI AE. Subjek penelitian ini dipilih secara *Purposive Sampling* dengan melihat kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal rotasi. Dan dipilih tiga orang siswa yang mewakili kategori; 1) siswa dengan tingkat pemahaman yang tinggi, 2) siswa tingkat pemahaman sedang, 3) siswa dengan tingkat pemahaman rendah (mengalami kesulitan saat menyelesaikan soal rotasi).

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes tertulis, wawancara dan observasi. Instrumen yang digunakan adalah lembar tes tertulis dan wawancara mendalam. Untuk tes tertulis berupa dua soal rotasi yang berpusat di titik  $(0,0)$  dan  $(a,b)$  yang diambil dari buku pegangan guru (Kasmina, 2017), observasi dilakukan untuk melihat proses siswa dalam menyelesaikan soal, serta wawancara mendalam terhadap tiga siswa yang terpilih tadi untuk melihat lebih jauh kesulitan dan penyebabnya.

Berdasarkan data yang diperoleh, selanjutnya dilakukan analisis data untuk memberikan gambaran mengenai kesulitan yang dialami siswa saat mengerjakan soal rotasi. Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan model Miles-Huberman dalam Sugiono (Anwar & Ramdan, 2019) diantaranya reduksi data (*data reduction*), penyajian data (*data display*) dan verifikasi (*verification*).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal rotasi pada materi transformasi geometri. Pemilihan subjek dilakukan secara *Purposive* berdasarkan kategori kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal rotasi, yaitu tinggi sedang dan rendah. Berdasarkan hasil pengumpulan data dari tiga orang siswa kelas XI AE yang dipilih secara *Purposive* tadi, diperoleh gambaran jawaban yang beragam terkait kemampuan dan kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal rotasi. Ketiga siswa yang dipilih mewakili kategori kemampuan tinggi, sedang dan rendah. Soal diambil dari buku guru (Kasmina, 2017), dimana untuk soal yang pertama menentukan koordinat titik bayangan hasil rotasi titik  $A(3,4)$  jika dirotasikan berlawanan jarum jam

sebesar  $180^\circ$  terhadap titik pusat  $(0,0)$ . Dan untuk soal yang kedua menentukan bayangan titik  $D(2,5)$  jika dirotasikan searah jarum jam sebesar  $180^\circ$  dan berpusat di titik  $(-1,4)$ . Berikut analisis jawaban siswa mulai dari siswa dengan tingkat pemahaman yang tinggi dengan inisial AZ disajikan dalam gambar 1.

1.  $A(3,4) \xrightarrow{R(0,0), 180^\circ} A'(x', y')$   
 $A' \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos 180^\circ & -\sin 180^\circ \\ \sin 180^\circ & \cos 180^\circ \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \end{pmatrix}$   
 $= \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \end{pmatrix}$   
 $= \begin{pmatrix} -3 + 0 \\ 0 + (-4) \end{pmatrix}$   
 $A' = \begin{pmatrix} -3 \\ -4 \end{pmatrix}$

2.  $D(2,5) \xrightarrow{R(-1,4), -180^\circ} D'(x', y')$   
 $D' \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos -180^\circ & -\sin(-180^\circ) \\ \sin -180^\circ & \cos -180^\circ \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 - (-1) \\ 5 - 4 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -1 \\ 4 \end{pmatrix}$   
 $= \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -1 \\ 4 \end{pmatrix}$   
 $= \begin{pmatrix} -3 + 0 \\ 0 + (-1) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -1 \\ 4 \end{pmatrix}$   
 $= \begin{pmatrix} -3 \\ -1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -1 \\ 4 \end{pmatrix}$   
 $= \begin{pmatrix} -4 \\ 3 \end{pmatrix}$

Gambar 1. Jawaban Siswa Kategori Tinggi

Berdasarkan gambar 1, terlihat bahwa siswa dengan inisial AZ ini mampu menunjukkan keberhasilan dalam menyelesaikan kedua soal rotasi, baik yang berpusat di titik  $(0,0)$  maupun yang berpusat di titik  $(a,b)$ . Dari hasil analisis jawaban siswa diatas, siswa ini sudah mengetahui konsep dasar rotasi, dengan menguraikan langkah perlangkah pada rumus dan jawabannya. Dia juga sudah mengetahui konsep dasar trigonometri dengan baik, dimana dia langsung menuliskan nilai dari sin dan  $\cos 180^\circ$ , dimana nilai sin dan  $\cos 180^\circ$  yang berada pada kuadran II adalah  $\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$ . Begitupun juga untuk nilai sin dan  $\cos -180^\circ$  yaitu  $\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$ . Kemudian siswa ini juga sudah mampu mengoperasikan perkalian matriks ordo  $2 \times 2$  dengan titik yang ditanya untuk menentukan hasil bayangan rotasi. Dimana hasil yang dia berikan juga sudah tepat untuk jawaban yang pertama hasil bayangan titik A yaitu  $A' = \begin{pmatrix} -3 \\ -4 \end{pmatrix}$  atau  $A' = (-3, -4)$ . Dan jawaban untuk soal yang kedua adalah hasil bayangan titik D yaitu  $D' = \begin{pmatrix} -4 \\ 3 \end{pmatrix}$  atau  $D' = (-4, 3)$ . Setelah selesai pengerjaan soal dilanjutkan sesi wawancara, pada saat sesi wawancara berlangsung dia mengungkapkan ada sedikit keraguan dalam menentukan nilai  $\cos -180^\circ$ . Berikut hasil wawancaranya:

Peneliti : *dek apakah ada kesulitan saat mengerjakan latihan soal?*

AZ : *untuk soal nomor satu, saya bisa mengerjakan kak, namun untuk soal nomor dua saya sempat mengalami kesulitan kak,*

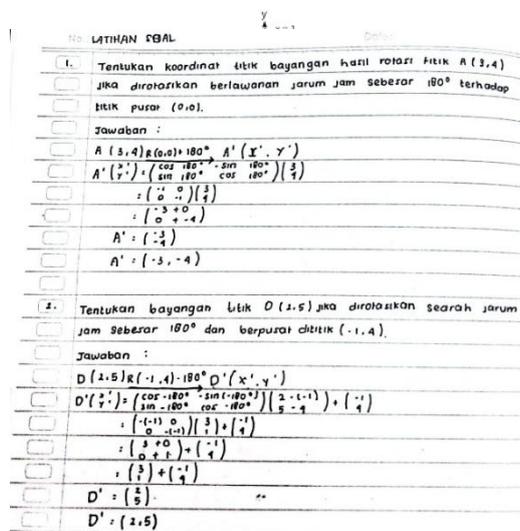
Peneliti : *bagian mana yang menurut ade ada kesulitannya?*

AZ : *itu kak nilai cos dari  $180^\circ$ . Kan seharusnya nilainya satu itu positif kak, seperti ini  $\begin{bmatrix} -(-1) & 0 \\ 0 & -(-1) \end{bmatrix}$ , namun saya ingat kembali penjelasan kakak bahwa nilai  $180^\circ$  terletak pada kuadran dua dimana nilai cos nya itu adalah minus (-), jadi untuk nilai satu nya itu saya tetap menggunakan minus satu kak.*

Peneliti : *bagus dek, ternyata kamu memperhatikan penjelasan dengan seksama dan masih mengingat sudut-sudut istimewa dalam Trigonometri khususnya nilai sin dan cos pada kuadran I-IV.*

Hal ini menunjukkan bahwa meskipun siswa berada pada kategori yang tergolong tinggi, tetapi masih terdapat keraguan konseptual di awal pengerjaan. Temuan ini sejalan dengan (Febrianti et al., 2024) yang menunjukkan bahwa siswa dalam kategori berbakatpun tetap dapat melakukan kesalahan manipulasi awal karena ketidakteelitian atau lupa terhadap rumus dasar, meskipun akhirnya siswa masih memperoleh hasil yang benar. Sejalan dengan pendapat (Widodo et al., 2021) yang menyatakan bahwa siswa dengan kemampuan penyelesaian soal matematika yang baik cenderung lebih mudah menghindari kesalahan transformasi. Kemudian menurut (Asmiwati et al., 2024) yang menyatakan bahwa siswa yang mempunyai kemampuan pemecahan masalah matematis yang tinggi, rata-rata telah mampu menggunakan rumus yang tepat, mengidentifikasi kesalahan perhitungan, dan bisa memeriksa keakuratan antara apa yang ditemukan dengan yang ditanyakan meskipun masih ada sedikit kekeliruan.

Selanjutnya analisis jawaban siswa dengan tingkat pemahaman yang sedang (menengah) dengan inisial TI disajikan dalam gambar 2.



Gambar 2 Jawaban Siswa Kategori Sedang

Berdasarkan gambar 2 dari hasil analisis jawaban siswa diatas, siswa ini sudah mengetahui konsep dasar rotasi, dengan menguraikan langkah langkah pada rumus dan jawabannya. Namun terlihat siswa ini kurang mengetahui konsep dasar trigonometri dengan baik, untuk jawaban nomor satu siswa ini sudah mengetahui nilai dari sin dan cos 180°, dimana nilai sin dan cos 180° yang berada pada kuadran II adalah  $\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$ , namun untuk jawaban nomor dua siswa masih mengalami kesulitan dalam menentukan nilai cos -180° yaitu  $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ , padahal nilai cos -180° tetap -1. Disini siswa masih bisa melakukan operasi perkalian matriks dengan baik. Dikarenakan terdapat kesalahan untuk nilai cos -180° hasil operasi perkalian matriksnya menjadi salah, menyebabkan hasil jawaban akhirpun menjadi salah. Berikut hasil wawancara dengan TI:

Peneliti : bagaimana dek, apakah ada kesulitan dalam mengerjakan latihan soalnya?

TI : sepertinya tidak ada kak, saya yakin jawaban saya sudah benar

Peneliti : menurut kamu nilai cos -180° itu berapa dek?

TI : kan cos 180° itu -1 kak, tapi karena ini nilai dari cos -180° berarti nilainya menjadi  $-(-1) = 1$ , jadi hasilnya positif satu kak.

Peneliti : terus kamu yakin operasi perkalian matriks kamu sudah benar serta jawaban akhirnya sudah tepat?

TI : siap sudah kak.

Kesalahan siswa ini menunjukkan meskipun sudah memahami proses dan mengerjakan langkah demi langkah, pemahaman tentang nilai trigonometri sudut istimewa, khususnya nilai cos pada sudut  $-180^\circ$  masih lemah. Ini merupakan kesalahan konsep, bukan sekedar kesalahan hitung. Hal ini sejalan dengan pendapat (Miranda et al., 2024) yang menjelaskan bahwa siswa banyak mengalami kesalahan transformasi karena tidak memahami konsep dasar dengan baik yang menyebabkan kesalahan penulisan jawaban akhir. Kesalahan yang sering terjadi terlihat pada transformasi dan pemahaman konsep termasuk kesalahan dalam menafsirkan nilai sin dan cos. Sejalan dengan pendapat (Asmiwati et al., 2024) dalam membuat rencana penyelesaian, siswa dengan kemampuan pemecahan masalah sedang telah mampu menentukan rumus dari informasi sebelumnya, hanya memang siswa belum memahami keterkaitan yang diketahui dan ditanyakan sehingga siswa mengalami kesulitan dalam membuat langkah-langkah selanjutnya.

Terakhir analisis jawaban siswa dengan tingkat pemahaman yang rendah (mengalami kesulitan saat menyelesaikan soal rotasi) dengan inisial CI disajikan dalam gambar 3.

1.  $A(5,4) B(0,0) \xrightarrow{+180^\circ} A'(x',y')$   
 $A' \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos 180^\circ & -\sin 180^\circ \\ \sin 180^\circ & \cos 180^\circ \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \end{pmatrix}$   
 $= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \end{pmatrix}$   
 $= \begin{pmatrix} 5+1 \\ 4+1 \end{pmatrix}$   
 $A' = \begin{pmatrix} 6 \\ 5 \end{pmatrix}$

2.  $D(2,5) E(-1) \xrightarrow{-180^\circ} D'(x',y')$   
 $D' \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos -180^\circ & -\sin (-180^\circ) \\ \sin -180^\circ & \cos -180^\circ \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix}$   
 $= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix}$   
 $= \begin{pmatrix} 2+1 \\ 5+1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix}$   
 $= \begin{pmatrix} 3 \\ 6 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix}$   
 $= \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix}$

Gambar 3. Jawaban Siswa Kategori Rendah

Siswa CI berdasarkan hasil pengerjaannya, terlihat siswa ini melakukan kesalahan pada semua langkah pengerjaan. Kurang memahami nilai sin dan cos  $180^\circ$  serta  $-180^\circ$ , kesulitan pengoperasian matriks dan kesalahan jawaban akhir. Pada soal yang pertama siswa belum dapat menentukan nilai cos  $180^\circ$ , yang mengakibatkan nilai matriksnya menjadi salah yaitu  $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ . Kemudian operasi perkalian matriks pun salah yang menyebabkan hasil akhir pun menjadi salah, terlihat siswa menuliskan bahwa bayangannya dari A adalah  $A' = (3 + 1, 4 + 1) = (4, 5)$ . Kemudian untuk soal yang kedua siswa masih menggunakan nilai cos yang salah kedalam matriks yaitu  $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ , sehingga pengoperasian matriks serta jawaban akhir menjadi salah. Dimana hasil akhirnya  $D' = (3 + 1, 1 + 1) = (4, 2) + (1, 4) = D' = (5, 6)$ . Berikut hasil wawancara dengan CI:

Peneliti : bagaimana dek, apakah ada kesulitan dalam mengerjakan soal?

CI : saya masih agak bingung e kak, kalau memasukan rumusnya saya sudah bisa, tapi untuk menentukan nilai sin dan cosnya saya lupa kak.

---

*Peneliti : loh bukannya tadi sudah kakak jelaskan, dan bukannya adek juga menyatat dan menyimak?*

*CI : sebenarnya tadi saya kurang menyimak dan kurang memperhatikan kak, jadinya waktu kk menjelaskan sin dan cos saya tidak memperhatikan dan catetan saya kurang lengkap kak.*

*Peneliti : jadi kamu mengerjakan soal ini alurnya mengikuti yang mana?*

*CI : contoh soal kak*

Dari hasil wawancara ternyata memang siswa CI kurang memperhatikan dan menyimak penjelasan yang diberikan, sehingga siswa hanya mengikuti contoh soal untuk pedoman mengerjakan latihan soal. Dari keterangan yang diberikan siswa ini, dimana dia mengerjakan hanya mengikuti contoh soal (meniru) tanpa menganalisis lebih lanjut apa yang terdapat dalam soal dan bagaimana menyelesaikannya dengan memperhatikan konsep dasar, rumusnya, nilai sin dan cos nya, pengoperasian matriksnya serta jawaban akhirnya. Hal ini sependapat dengan (Sulistiowati et al., 2019) yang menyatakan bahwa siswa cenderung mengikuti atau hanya meniru langkah penyelesaian tanpa pemahaman logis terhadap prosedur. Terlihat juga bahwa siswa dengan kategori rendah kurang mampu memahami dasar-dasar sudut trigonometri seperti nilai sin dan cos dan kurang mampu melakukan prosedur perhitungan matriks rotasi, sejalan dengan pendapat (Famela et al., 2023) yang menyatakan bahwa siswa dengan kemampuan rendah cenderung kurang mampu menyelesaikan soal dengan benar, baik dari sisi pemahaman konsep maupun penalaran. Hal ini juga menunjukkan bahwa siswa kategori rendah belum bisa berpikir secara sistematis sehingga berpengaruh mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal rotasi, sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Widodo et al., 2020) bahwa siswa cenderung tidak melakukan rencana penyelesaian yang matang, tidak memeriksa kembali jawaban dan hanya menginterpretasikan hasil akhir secara langsung.

Dari hasil analisis yang didapat dari jawaban serta wawancara dari ketiga siswa diatas, dapat dianalisis bahwa tingkat pemahaman konsep rotasi sangat bervariasi, mulai dari siswa dengan kemampuan tinggi awalnya sempat memiliki kesulitan dalam menentukan nilai dari  $\cos -180^\circ$  namun dengan pemahaman yang baik dia mampu menemukan nilai dari  $-180^\circ$  yaitu  $-1$ , kemudian siswa dengan kemampuan sedang mengalami kesalahan konsep khusus yaitu masih sulit menentukan nilai  $\cos -180^\circ$ , sedangkan siswa dengan kemampuan rendah menunjukkan kesalahan secara menyeluruh, baik dari segi kurangnya pemahaman konsep dasar, rumus maupun prosedur. Sejalan dengan penelitian (Paulina & Adirakasiwi, 2022) yang mengungkapkan bahwa siswa harus memahami dengan baik pengetahuan dasar atau pengetahuan prasyarat mengenai operasi matriks, bilangan bulat dan sudut-sudut istimewa dalam trigonometri dengan memperhatikan nilai cos dan sin nya. Sejalan dengan (Aulia E et al., 2023) syarat penting dalam menyelesaikan soal transformasi geometri adalah siswa harus memiliki kemampuan menerjemahkan masalah geometri menjadi kalimat matematika dan dapat memahami baik konsep dasar maupun konsep-konsep yang berkaitan dengan permasalahan transformasi geometri. Kemudian menurut (Wahyuni, 2023) yang menekankan bahwa siswa sering mengalami kesulitan dalam memahami informasi soal, merencanakan penyelesaian, melakukan perhitungan secara tepat, dimana kendala yang dialami siswa terlihat dari strategi pemikiran dan pemrosesan informasi yang kurang optimal.

Dapat disimpulkan dari analisis diatas terdapat kesulitan umum yang ditemukan, diantaranya; kesulitan dalam menentukan nilai sin dan cos dari sudut istimewa  $180^\circ$  dalam pemahaman Trigonometri dasar, kesulitan dalam memahami dan mengoperasikan matriks rotasi, kekeliruan dalam mengikuti urutan prosedur transformasi, dan kesalahan mengungkapkan jawaban akhir. Sejalan dengan penelitian (Indah Maulani et al., 2021) yang menyatakan bahwa banyak peserta didik mengalami kekeliruan dalam menyelesaikan soal rotasi. Kesulitan ini juga terdapat dalam kesalahan yang ada pada teori Newman (Rohmah & Sutiarso, 2018) yaitu kesalahan membaca informasi soal, kesalahan memahami soal (terlihat yang terjadi pada siswa sedang dan rendah), kesalahan transformasi, serta kesalahan menuliskan jawaban akhir. Kesalahan-kesalahan ini juga terdapat pada penelitian yang dilakukan oleh (Arigiyati et al., 2021; Kusumaningrum et al.,

---

2020) dimana siswa mengalami kesalahan yang dikategorikan berdasarkan aspek berpikir kritis, diantaranya kesalahan identifikasi konsep, membandingkan konsep, mengambil keputusan, dan mengevaluasi hasil, kesalahan hitung dan kesalahan penulisan, dimana masalah utama terjadi pada kesalahan prosedur, kesalahan konseptual, kesalahan representasi visual, ketidakteelitian, kesalahan pemrosesan informasi dan kurangnya representasi visual. Sejalan juga dengan penelitian (Trisna et al., 2022) bahwa kesulitan yang dialami siswa diantaranya belum memahami konsep rotasi seperti konsep dasar rumus rotasi dan syarat-syarat memutar arah putaran, dan kebanyakan siswa belum mengetahui letak kuadran yang ditanyakan. Hal ini juga didukung oleh (Taufiq et al., 2019) yang mengidentifikasi adanya tiga jenis kesalahan utama saat siswa menyelesaikan soal matematika, yaitu kesalahan konsep, kesalahan prosedur dan kesalahan operasi.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap jawaban dan wawancara mendalam dari tiga siswa kelas XI AE diatas, dapat disimpulkan bahwa tingkat pemahaman terhadap materi rotasi sangat bervariasi, terlebih khusus dalam menyelesaikan soal rotasi. Siswa dengan tingkat pemahaman tinggi dapat menyelesaikan soal dengan benar, meskipun saat pengerjaan diawal sempat ragu dalam menentukan nilai  $\cos -180^\circ$ . Siswa dengan kemampuan sedang mengalami kesalahan konsep yaitu tidak dapat menentukan nilai  $\cos -180^\circ$  yang menyebabkan jawaban akhir tidak tepat. Dan siswa dengan kemampuan rendah menunjukkan kesalahan secara menyeluruh, termasuk pemahaman konsep, rumus, prosedur hingga penulisan jawaban akhir. Kesulitan umum yang dihadapi siswa mencakup pemahaman nilai trigonometri sudut istimewa, pengoperasian matriks rotasi, kekeliruan prosedural, serta keterbatasan dalam menyampaikan jawaban secara sistematis. Oleh karena itu, diperlukan strategi pembelajaran yang menekankan pada penguatan konsep dasar, latihan visualisasi transformasi, dan pengulangan materi secara bertahap agar siswa dapat memahami materi rotasi dengan lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, & Ramdan. (2019). Analisis Kesalahan Siswa Kelas X SMA Negeri Dua Bau-Bau dalam Menyelesaikan Pokok Bahasan Transformasi Geometri. *Jurnal Akademik Pendidikan Matematika FKIP Unidayana*, 5(1).
- Arigiyati, T. A., Yumarsa, W., Novianti, E. W., & Kusumaningrum, B. (2021). Students Error Analysis In Exponential And Logarithmic Equations. *Hipotenusa : Journal of Mathematical Society*, 3(2), 158–170. <https://doi.org/10.18326/hipotenusa.v3i2.6312>
- Asmiwati, Nurhayati, & Masrusoh, A. (2024). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Kelas XI SMKS Barunawati Pada Materi Transformasi Geometri. *EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik Dan Kependidikan*, 4(4), 179–189.
- Aulia E, I. R., Azizah, D., & Hoiriyah, D. (2023). Analysis of Student Difficulty in Solving Geometry Transformation Problems at UIN Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan. *Logaritma : Jurnal Ilmu-Ilmu Pendidikan Dan Sains*, 11(02), 271–278. <https://doi.org/10.24952/logaritma.v11i02.10292>
- Bilah, S., Labuhan Batu, H., Noprianilubis, J., Panjaitan, A., Surya, E., & Syahputra, E. (2017). Analysis Mathematical Problem Solving Skills of Student of the Grade VIII-2 Junior High. *International Journal of Novel Research in Education and Learning*, 4, 131–137. [www.noveltyjournals.com](http://www.noveltyjournals.com)
- Famela, N., Sulistyowati, F., Kusumaningrum, B., Ayuningtyas, A. D., & Kuncoro, K. S. (2023). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Permasalahan AKM berdasarkan Langkah Penyelesaian Polya. *SEMANTIK: Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika*, 1(1), 636–648.
- Febrianti, A. N., Gembong, S., & Handayani, T. (2024). Analisis kesalahan siswa berbakat matematika dalam menyelesaikan soal transformasi geometri berdasarkan kriteria Watson. *PYTHAGORAS: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 13.

- 
- Indah Maulani, F., Setiawan, W., Siliwangi, I., Terusan Jenderal Sudirman, J., & Barat, J. (2021). Analisis Kekeliruan Siswa SMK Negeri di Kota Cimahi Dalam Menyelesaikan Soal Geometri Transformasi. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 4(3). <https://doi.org/10.22460/jpmi.v4i3.729-738>
- Indah Maulani, F., & Sylviana Zanthly, L. (2020). Analisis Kesulitan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Transformasi Geometri. *Jurnal Gammath*, 5(1).
- Kasmina, T. (2017). *Matematika SMK/MAK Kelas XI* (Kasmina & Toali (eds.)). Penerbit Erlangga.
- Kusumaningrum, B., Irfan, M., & Zainnur Wijayanto. (2020). Errors Analysis of Students in Solving Volume of the Solid of Revolution Problem in Term of Critical Thinking Aspects. *Kalamatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 119–132. <https://doi.org/10.22236/kalamatika.vol5no2.2020pp119-132>
- Miranda, P., Prastiwi, L., & Sumartono. (2024). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Transformasi Geometri Berdasarkan Teori Newman Ditinjau dari Gaya Belajar Siswa. *JSIM: Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan*, 5(2). <https://doi.org/10.36418/syntax-imperatif.v5i2.410>
- Paulina, S. T., & Adirakasiwi, A. G. (2022). Analisis Kekeliruan dalam Menyelesaikan Soal Transformasi Ditinjau dari Kemampuan Awal Matematika. *Jumlahku: Jurnal Matematika Ilmiah*, 8.1, 84–94.
- Rohmah, M., & Sutiarto, S. (2018). Analysis problem solving in mathematical using theory Newman. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(2), 671–681. <https://doi.org/10.12973/ejmste/80630>
- Sari Putri, F., & Sumarni. (2023). Analisis Kesalahan Siswa SMA Kelas XI dalam Menyelesaikan Soal pada Materi Transformasi Geometri Berdasarkan Teori Newman. *Journal in Mathematics Education*, 3(1). <https://doi.org/10.14421/polynom.2023.301.26-32>
- Septian, A., Widodo, S. A., Afifah, I. N., Nisa, D. Z., Putri, N. P. K., Tyas, M. D., Nisa, R. H., & Andriani, A. (2022). Mathematical Problem Solving Ability in Indonesia. *Journal of Instructional Mathematics*, 3(1), 16–25. <https://doi.org/10.37640/jim.v3i1.1223>
- Sulistiowati, D. L., Herman, T., & Jupri, A. (2019). Student difficulties in solving geometry problem based on Van Hiele thinking level. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042118>
- Taufiq, I., Nur Aly, B. F., & Sujadi, A. A. (2019). Analisis Kesalahan dalam Menyelesaikan Soal Matematika pada Siswa Kelas X SMK Negeri 1 Seyegan. *UNION: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 7(1), 135–144. <https://doi.org/10.30738/union.v7i1.4050>
- Trisna, T. A., Ikhsan, M., & Elizar, E. (2022). Abilities and Difficulties of Eight Grade Students in Solving Geometry Transformation Problems. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 23(4), 1724–1737. <https://doi.org/10.23960/jpmipa/v23i2.pp1724-1737>
- Wahyuni, S. (2023). Analisis Kesulitan Siswa Pada Mata Pelajaran Transformasi Geometri Dalam Meningkatkan Kemampuan Koneksi Matematika Siswa. *Journal Mathematics Education Sigma [JMES]*, 4(1), 55–62. <https://doi.org/10.30596/jmes.v4i1.13686>
- Wasilah, & Iltavia. (2023). Analisis Kesulitan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Materi Transformasi di Kelas XI MIPA SMAN 1 Kecamatan Kapur IX. *Jurnal Inspirasi Pendidikan (ALFIHRIS)*, 1(1), 177–189.
- Widodo, S. A., Hendrayanto, D. N., Wijayanto, Z., & Wahmad, W. (2021). Aplikasi Teori Newman: Bagaimana Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Permasalahan Geometri 3D? *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 5(1), 94. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v5i1.3613>
- Widodo, S. A., Pangesti, A. D., Istiqomah, Kuncoro, K. S., & Arigiyati, T. A. (2020). Thinking Process of Concrete Student in Solving Two-Dimensional Problems. *Mathematics Education Journal*, 14(2), 117–128. <https://doi.org/10.22342/jpm.14.2.9460.117-128>