

Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Trigonometri Pada Pembelajaran Matematika di Kelas XI

Tsamratul Ain ^{1*}, Haida Fitri²

^{1,2}UIN Sjech M.Djamil Djambek Bukittinggi, Bukittinggi, Indonesia

Informasi Artikel

Sejarah Artikel:

Submit : 17 Oktober 2023

Revisi : 17 November 2023

Diterima : 30 Desember 2023

Diterbitkan: 31 Desember 2023

Kata Kunci

analisis kesalahan, trigonometri, pembelajaran matematika, kesalahan operasi,.

Correspondence

E-mail: Tsamratulain98@gmail.com *

A B S T R A K

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh hasil wawancara dengan guru matematika yang menunjukkan bahwa siswa sering mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal trigonometri, khususnya pada soal-soal aplikasi. Kesalahan yang muncul beragam, meliputi kesalahan fakta, konsep, operasi, dan prinsip. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan bentuk kesalahan yang dilakukan siswa dalam menyelesaikan soal trigonometri pada pembelajaran matematika. Jenis penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dengan populasi seluruh siswa kelas XI program MIPA, dan sampel penelitian berjumlah 36 siswa yang dipilih berdasarkan hasil belajar terendah pada mata pelajaran matematika peminatan. Data diperoleh melalui teknik dokumentasi berupa hasil pekerjaan siswa pada ujian tengah semester, kemudian dianalisis melalui tahapan pengumpulan data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis kesalahan yang dilakukan siswa terdiri atas kesalahan fakta sebesar 19,4%, kesalahan konsep sebesar 14,5%, kesalahan operasi sebesar 24,3%, dan kesalahan prinsip sebesar 9%. Kesalahan yang paling dominan adalah kesalahan operasi, yang menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam menerapkan langkah-langkah penyelesaian meskipun telah memahami konsep dasar trigonometri.

Abstract

This study was motivated by interviews with mathematics teachers which revealed that students often face difficulties in solving trigonometric problems, especially in application-type questions. Various types of errors were identified, including factual, conceptual, operational, and principle errors. The purpose of this study was to describe the types of errors made by students in solving trigonometric problems in mathematics learning. This research employed a quantitative descriptive method. The population consisted of all students in the eleventh-grade science program, with a sample of 36 students selected based on their low achievement in advanced mathematics. The data were collected through documentation of students' test papers from the midterm examination and analyzed through stages of data collection, presentation, and conclusion drawing. The findings indicated that students made factual errors (19.4%), conceptual errors (14.5%), operational errors (24.3%), and principle errors (9%). The most dominant error was operational error, suggesting that students still experienced difficulties in applying problem-solving steps even though they understood the basic concepts of trigonometry.

This is an open access article under the CC-BY-SA license



1. Pendahuluan

Pendidikan merupakan sarana utama dalam mengembangkan potensi manusia agar memiliki kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan berakhlak mulia. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional menjelaskan bahwa pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar serta proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya sehingga memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan bagi diri dan masyarakat (Undang-Undang

Sistem Pendidikan Nasional, Nomor 20 Tahun 2003, n.d.). Pernyataan ini menegaskan bahwa pendidikan bukan sekadar aktivitas transfer pengetahuan, tetapi juga proses pembentukan karakter dan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Salah satu disiplin ilmu yang berperan besar dalam membentuk pola pikir logis dan sistematis adalah matematika. Menurut (Soedjadi, 2000), matematika memiliki objek kajian abstrak yang tersusun secara hierarkis dan deduktif. Penguasaan konsep matematika menjadi landasan bagi pengembangan kemampuan berpikir ilmiah serta dasar bagi berbagai ilmu lain, terutama sains dan teknologi (E. Siregar & Nara, 2010). Pembelajaran matematika di sekolah diharapkan tidak hanya menekankan pada penguasaan rumus dan algoritma, tetapi juga menumbuhkan kemampuan penalaran dan pemecahan masalah yang kontekstual (Shadiq, 2011).

Namun, kenyataannya, masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep matematika yang bersifat abstrak. Salah satu materi yang sering dianggap sulit oleh siswa adalah trigonometri. Trigonometri mempelajari hubungan antara sisi dan sudut pada segitiga, serta fungsi-fungsi trigonometri seperti sinus, cosinus, dan tangen (Rusgianto, 2012). Konsep-konsep ini menuntut pemahaman mendalam serta ketelitian dalam menggunakan rumus dan menginterpretasikan hasil. Banyak penelitian menunjukkan bahwa trigonometri merupakan salah satu materi dengan tingkat kesalahan tinggi di kalangan siswa SMA (Fauzi & Saripudin, 2020);(Naufal, 2020).

Kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal matematika dapat menjadi indikator untuk memahami sejauh mana mereka menguasai konsep, prosedur, dan prinsip matematika. Menurut (Soedjadi, 2000), kesalahan matematika dapat diklasifikasikan ke dalam empat kategori, yaitu kesalahan fakta, konsep, operasi, dan prinsip. Sementara itu, (Newman, 1977) menambahkan bahwa kesalahan dapat terjadi pada lima tahap pemecahan masalah: membaca, memahami, mentransformasi, keterampilan proses, dan penulisan jawaban akhir. Pendekatan analisis kesalahan ini membantu guru untuk mengidentifikasi titik lemah pemahaman siswa dan menentukan intervensi pembelajaran yang tepat.

Dalam konteks lokal, penelitian awal di SMA Negeri 4 Payakumbuh menunjukkan bahwa banyak siswa masih melakukan kesalahan ketika menyelesaikan soal-soal trigonometri, khususnya pada bagian aplikasi rumus dan penyelesaian kuadrat trigonometri. Berdasarkan wawancara dengan guru matematika kelas XI MIPA, diketahui bahwa sebagian besar siswa kesulitan dalam menentukan tanda positif atau negatif pada fungsi trigonometri, salah dalam memilih rumus jumlah dan selisih dua sudut, serta kurang teliti dalam perhitungan akhir. Data ulangan harian menunjukkan bahwa hanya sekitar 30% siswa mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) sebesar 73, sementara mayoritas lainnya belum tuntas. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kesalahan konsep dan operasi masih menjadi hambatan utama dalam pembelajaran trigonometri.

Hasil observasi tersebut diperkuat oleh berbagai penelitian terdahulu. (Marlina, 2017) menemukan bahwa kesalahan paling umum dalam trigonometri adalah kesalahan transformasi dan pemahaman konsep. (Fauzi & Saripudin, 2020) melaporkan bahwa kesalahan operasi dan kesalahan prinsip menjadi faktor dominan dalam rendahnya hasil belajar matematika siswa SMA. Penelitian oleh (Naufal, 2020) juga menunjukkan bahwa kesalahan konsep mendasari sebagian besar kekeliruan siswa, terutama dalam menentukan nilai trigonometri sudut-sudut istimewa.

Dari sisi pendekatan pembelajaran, (Medika, 2021) menegaskan pentingnya kemampuan koneksi matematis dalam membantu siswa memahami hubungan antar konsep. Ia menjelaskan bahwa siswa yang memiliki kemampuan koneksi tinggi cenderung lebih sedikit melakukan kesalahan dalam menyelesaikan soal kompleks karena mampu mengaitkan konsep lama dengan masalah baru. Hal ini sejalan dengan teori constructivism yang dikemukakan oleh (Piaget, 1972) dan (Vygotsky, 1978), bahwa pengetahuan dibangun melalui proses asimilasi dan akomodasi pengalaman belajar yang bermakna.

Selain itu, menurut (Histamedika, 2013), kemampuan mengaitkan hubungan antar elemen matematis secara logis merupakan keterampilan kunci dalam memahami struktur dan pola matematika. Meskipun penelitian tersebut berfokus pada teori graf, prinsip konektivitas dan pemahaman hubungan antar elemen matematis dapat diaplikasikan pula dalam pembelajaran trigonometri. Dalam konteks ini,

kesalahan siswa dapat diartikan sebagai tanda kurangnya konektivitas konseptual antara fakta, rumus, dan prinsip yang mereka pelajari.

Kesalahan belajar yang berulang juga menunjukkan bahwa siswa belum memahami makna dari proses penyelesaian soal. (Polya, 1957) menegaskan bahwa proses pemecahan masalah matematika tidak hanya menuntut penerapan rumus, tetapi juga pemahaman terhadap langkah berpikir di balik solusi tersebut. Guru perlu mengajarkan siswa bagaimana memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan strategi, dan memeriksa kembali hasilnya. Jika tahapan ini tidak ditekankan dalam pembelajaran, siswa cenderung melakukan kesalahan prosedural dan tidak memahami alasan di balik jawabannya.

Dari sisi evaluasi pembelajaran, (Geller et al., 2007) menyebutkan bahwa diagnostic assessment dalam matematika penting dilakukan untuk mengidentifikasi kesalahan siswa sejak awal. Pendekatan ini memungkinkan guru mengetahui kesalahan mana yang bersifat sistematis (karena miskonsepsi) dan mana yang bersifat acak (karena kecerobohan). Dengan demikian, hasil analisis kesalahan dapat digunakan sebagai dasar untuk merancang pembelajaran remedial yang lebih efektif (Jihad & Haris, 2012).

Dalam konteks trigonometri, analisis kesalahan juga memiliki manfaat praktis dalam memperbaiki strategi pembelajaran. Menurut (Andarwati & Kuswari, 2019), penerapan lembar kerja siswa berbasis discovery learning dengan bantuan aplikasi GeoGebra dapat mengurangi kesalahan siswa karena mendorong eksplorasi konsep secara visual dan interaktif. Pembelajaran yang menekankan keterlibatan aktif siswa dalam menemukan rumus dan relasi trigonometri terbukti meningkatkan pemahaman dan menurunkan tingkat kesalahan operasi.

Selain dimensi akademik, trigonometri juga memiliki relevansi spiritual dalam kehidupan sehari-hari, khususnya dalam konteks keislaman. (Hamka, 2002) menjelaskan bahwa trigonometri berperan penting dalam menentukan arah kiblat, awal waktu salat, dan kalender Hijriah, yang semuanya memerlukan perhitungan sudut dan posisi benda langit. Dengan demikian, memahami trigonometri tidak hanya bermanfaat secara akademik, tetapi juga memperkuat keyakinan bahwa ilmu matematika dapat menjadi sarana untuk mengenal kebesaran Allah SWT.

Berdasarkan uraian tersebut, penting untuk melakukan penelitian yang secara khusus menganalisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal trigonometri di SMA Negeri 4 Payakumbuh. Penelitian ini berupaya mengidentifikasi jenis kesalahan siswa berdasarkan empat kategori objek matematika – fakta, konsep, operasi, dan prinsip – serta mencari faktor penyebab di balik kesalahan tersebut. Melalui hasil penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang lebih komprehensif tentang kesulitan belajar siswa sehingga guru dapat merancang pembelajaran yang lebih adaptif dan bermakna.

Dengan demikian, penelitian ini memiliki dua kontribusi utama. Pertama, dari segi teoritis, memperkaya kajian tentang analisis kesalahan dalam pembelajaran matematika dengan menambahkan konteks lokal dan hubungan antarobjek matematika sebagaimana dijelaskan oleh (Soedjadi, 2000) dan (Medika, 2021). Kedua, dari segi praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi guru matematika untuk mengembangkan strategi pembelajaran berbasis diagnosis kesalahan (error-based instruction) yang dapat meningkatkan efektivitas dan kualitas hasil belajar siswa pada materi trigonometri.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian, jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif. Pendekatan ini dipilih karena sesuai untuk menggambarkan fenomena secara sistematis dan objektif berdasarkan data numerik yang diperoleh dari hasil tes siswa. Penelitian deskriptif kuantitatif bertujuan untuk memberikan deskripsi faktual dan akurat mengenai karakteristik tertentu dari populasi atau fenomena yang diteliti tanpa memanipulasi variabel (Sugiyono, 2014).

Menurut (Arikunto, 2013), penelitian deskriptif berupaya memotret keadaan yang sedang berlangsung secara apa adanya pada saat penelitian dilaksanakan. Penelitian ini tidak dimaksudkan untuk menguji hipotesis atau mencari hubungan sebab-akibat, melainkan untuk menggambarkan bentuk-bentuk kesalahan yang dilakukan siswa dalam menyelesaikan soal trigonometri, serta menghitung persentase frekuensi kemunculan setiap jenis kesalahan. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menganalisis data hasil jawaban siswa yang dikategorikan berdasarkan empat jenis kesalahan, yaitu kesalahan fakta, konsep, operasi, dan prinsip (Soedjadi, 2000).

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 4 Payakumbuh, Sekolah ini dipilih karena berdasarkan observasi awal, hasil belajar matematika siswa pada materi trigonometri tergolong rendah dibandingkan dengan materi lainnya. Penelitian dilaksanakan selama semester genap Tahun Pelajaran 2020/2021, dengan rentang waktu dari bulan Maret hingga Mei 2021.

2.3 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 4 Payakumbuh Tahun Pelajaran 2020/2021 yang berjumlah tiga kelas, masing-masing terdiri dari sekitar 35-36 siswa. Dengan demikian, total populasi berjumlah 106 siswa. Sampel penelitian ditentukan secara purposive sampling, yaitu teknik pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu (Arifin, 2009). Pertimbangan yang digunakan adalah kelas dengan rata-rata nilai terendah pada ulangan harian trigonometri. Berdasarkan data dari guru mata pelajaran, kelas yang memiliki hasil terendah adalah kelas XI MIPA 1, sehingga kelas ini ditetapkan sebagai sampel penelitian. Jumlah sampel yang digunakan adalah 36 siswa. Pemilihan kelas ini juga didasarkan pada hasil wawancara dengan guru matematika, yang menyatakan bahwa kelas XI MIPA 1 memiliki tingkat kesulitan tertinggi dalam memahami konsep trigonometri, khususnya pada materi jumlah dan selisih dua sudut serta persamaan trigonometri kuadrat.

2.4 Variabel Penelitian

Dalam penelitian deskriptif, variabel yang diteliti bersifat tunggal, yaitu bentuk kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal trigonometri. Variabel ini tidak dimanipulasi, tetapi dianalisis berdasarkan indikator-indikator kesalahan.

Indikator kesalahan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada klasifikasi objek matematika menurut (Soedjadi, 2000), yang terdiri atas:

1. Kesalahan Fakta, salah dalam menentukan nilai trigonometri atau tanda positif/negatif suatu sudut.
2. Kesalahan Konsep, salah dalam menggunakan atau membangun rumus dan persamaan trigonometri.
3. Kesalahan Operasi, salah dalam perhitungan aritmetika, manipulasi aljabar, atau tidak menyelesaikan soal hingga tuntas.
4. Kesalahan Prinsip, salah dalam menerapkan prosedur atau langkah penyelesaian yang seharusnya.

2.5 Instrumen Penelitian

Instrumen utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes uraian (essay) yang disusun berdasarkan indikator kompetensi dasar materi trigonometri kelas XI SMA. Tes ini berisi 12 butir soal uraian yang mencakup berbagai topik, yaitu:

1. Identitas trigonometri,
2. Persamaan trigonometri kuadrat,
3. Jumlah dan selisih dua sudut,
4. Sudut ganda dan sudut bagi dua,
5. Aplikasi trigonometri dalam konteks kehidupan sehari-hari.

Selain tes, penelitian ini juga menggunakan lembar analisis kesalahan sebagai alat bantu untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan kesalahan yang dilakukan siswa. Lembar ini berisi kolom jenis kesalahan, bentuk kesalahan, serta frekuensi kemunculannya.

Instrumen penelitian divalidasi oleh dua dosen ahli pendidikan matematika dari UIN Sjech M. Djamil Djambek Bukittinggi dan seorang guru matematika SMA Negeri 4 Payakumbuh. Validitas isi (content validity) dilakukan untuk memastikan bahwa soal dan indikator kesalahan telah sesuai dengan kompetensi dasar dan teori yang digunakan. Reliabilitas instrumen diuji dengan rumus Alpha Cronbach, menghasilkan nilai reliabilitas sebesar 0,86, yang termasuk kategori tinggi (Riduwan, 2015).

2.6 Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui dua teknik utama, yaitu:

1. Tes Tertulis
Siswa diberikan tes uraian tentang materi trigonometri dalam waktu 90 menit. Setiap jawaban siswa dikumpulkan dan dianalisis untuk mengidentifikasi jenis kesalahan yang dilakukan.
2. Dokumentasi dan Wawancara Pendukung
Dokumentasi digunakan untuk memperoleh data nilai ulangan harian dan daftar hadir siswa. Wawancara dilakukan dengan guru matematika untuk memperkuat temuan tentang faktor penyebab kesalahan siswa.

Setiap lembar jawaban siswa dianalisis menggunakan pendekatan *error analysis framework* yang mengacu pada (Newman, 1977) dan (Soedjadi, 2000).

2.7 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dalam tiga tahap sebagaimana dijelaskan oleh (Miles & Huberman, 1994), yaitu:

1. Reduksi Data : proses memilih, memfokuskan, dan menyederhanakan data mentah hasil tes siswa dengan cara mengelompokkan setiap kesalahan berdasarkan empat kategori (fakta, konsep, operasi, dan prinsip).
2. Penyajian Data : hasil klasifikasi kesalahan disajikan dalam bentuk tabel frekuensi dan persentase untuk setiap jenis kesalahan.
3. Penarikan Kesimpulan : dilakukan dengan menafsirkan data secara deskriptif untuk menggambarkan kecenderungan jenis kesalahan yang paling sering muncul serta faktor penyebabnya.

Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase kesalahan siswa adalah sebagai berikut (S. Siregar, 2010):

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase kesalahan

f = Frekuensi kesalahan tiap jenis

N = Jumlah keseluruhan kesalahan

Persentase kesalahan tersebut diinterpretasikan menggunakan pedoman interpretasi (Riduwan, 2015):

0-25% = sangat rendah

26-50% = rendah

51-75% = tinggi

76-100% = sangat tinggi

Selain analisis kuantitatif, dilakukan pula analisis kualitatif deskriptif terhadap contoh lembar jawaban siswa yang menunjukkan kesalahan dominan untuk memberikan ilustrasi nyata terhadap hasil perhitungan persentase. Analisis ini penting agar data numerik dapat diinterpretasikan secara konseptual, sesuai rekomendasi (Medika, 2021) bahwa pemahaman matematis harus dikaitkan dengan konteks berpikir siswa agar kesalahan dapat dijadikan bahan refleksi pembelajaran.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis data jawaban siswa pada ujian tengah semester (PTS) materi trigonometri kelas XI MIPA 1 SMA Negeri 4 Payakumbuh, diperoleh bahwa sebagian besar siswa masih melakukan berbagai jenis kesalahan dalam menyelesaikan soal. Analisis ini dilakukan dengan mengelompokkan bentuk kesalahan ke dalam empat kategori, yaitu kesalahan fakta, konsep, operasi, dan prinsip, sebagaimana dikemukakan oleh (Soedjadi, 2000).

Untuk memberikan gambaran rinci, berikut pembahasan per butir soal yang menjadi fokus penelitian (soal nomor 5, 9, 10, dan 12) beserta tabel deskripsi hasil analisis kesalahan siswa.

3.1 Pembahasan Soal Nomor 5

Tabel 4.3. Deskripsi Kesalahan dari Jawaban Siswa Soal Nomor 5

Jenis Kesalahan	Bentuk Kesalahan	Jumlah Siswa
Kesalahan Fakta	Salah dalam menentukan nilai trigonometri	6
	Salah dalam membuat tanda	10
Kesalahan Konsep	Salah dalam membuat persamaan trigonometri bentuk kuadrat	4
Kesalahan Operasi	Tidak dapat mengerjakan soal	3
	Tidak mengerjakan soal sampai tuntas	2
	Salah dalam perhitungan nilai akhir	1
Kesalahan Prinsip	Salah dalam menggunakan rumus dan langkah penyelesaian	5

Hasil analisis menunjukkan bahwa kesalahan fakta merupakan bentuk kesalahan yang paling dominan, terutama dalam menentukan nilai fungsi trigonometri dan penggunaan tanda positif-negatif pada kuadran. Contohnya terlihat pada Gambar 4.5, di mana siswa salah menentukan nilai cosinus dari sudut di kuadran II, sehingga menuliskan nilai cosinus positif padahal seharusnya bernilai negatif. Hal ini menunjukkan bahwa siswa belum memahami konsep tanda fungsi trigonometri berdasarkan kuadran. Kesalahan kedua adalah tidak menuliskan simbol derajat ($^{\circ}$) pada nilai sudut (lihat Gambar 4.6). Walaupun tampak sederhana, hal ini mengindikasikan kurangnya ketelitian dalam menuliskan satuan dan kurangnya pemahaman terhadap notasi matematis yang benar.

Dari sisi kesalahan konsep, siswa sering salah dalam menulis persamaan trigonometri berbentuk kuadrat (Gambar 4.7). Banyak siswa mengabaikan nilai negatif dari hasil akar trigonometri. Kesalahan ini menunjukkan miskonsepsi dalam memahami sifat fungsi trigonometri yang memiliki dua solusi untuk satu periode. Pada kesalahan operasi, sebagian siswa tidak menyelesaikan perhitungan hingga tuntas (Gambar 4.10). Ada pula yang salah menjumlahkan nilai variabel k dalam rumus umum penyelesaian. Hal ini menandakan lemahnya kemampuan prosedural dan keterampilan berhitung. Terakhir, kesalahan prinsip terjadi karena siswa salah memilih rumus dan langkah penyelesaian (Gambar 4.11). Mereka menggabungkan rumus identitas dan persamaan trigonometri kuadrat tanpa mengikuti urutan logis. Hal ini sesuai temuan (Marlina, 2017) dan (Fauzi & Saripudin, 2020) bahwa banyak siswa keliru menerapkan rumus dasar karena belum memahami hubungan antar konsep.

3.2 Pembahasan Soal Nomor 9

Tabel 4.4. Deskripsi Kesalahan dari Jawaban Siswa Soal Nomor 9

Jenis Kesalahan	Bentuk Kesalahan	Jumlah Siswa
Kesalahan Fakta	Salah dalam membuat tanda	10
Kesalahan Konsep	Salah dalam membuat persamaan trigonometri bentuk kuadrat	5
Kesalahan Operasi	Tidak dapat mengerjakan soal	4
	Tidak mengerjakan soal sampai tuntas	6
	Salah dalam perhitungan nilai akhir	6

Kesalahan Prinsip Salah dalam menggunakan rumus dan langkah penyelesaian 1

Kesalahan fakta kembali mendominasi, yaitu siswa salah memberi tanda positif atau negatif pada nilai fungsi trigonometri. Kesalahan ini disebabkan karena kurangnya pemahaman terhadap aturan tanda berdasarkan posisi sudut. Pada kesalahan konsep, banyak siswa salah dalam membentuk persamaan trigonometri kuadrat. Siswa keliru dalam melakukan faktorisasi dan dalam memahami akar-akar fungsi sinus dan cosinus yang memiliki dua nilai dalam satu siklus. Kesalahan operasi ditemukan cukup tinggi, yaitu 16 siswa tidak dapat menyelesaikan atau menghitung nilai akhir. Kesalahan ini menunjukkan lemahnya keterampilan berhitung serta kurangnya latihan pada soal bertipe terbuka. Sementara itu, kesalahan prinsip terlihat pada *Gambar 4.17*, di mana siswa salah menerapkan rumus pemfaktoran ($2\sin^2 x - 1 = 0$) dan salah menentukan nilai akhir x . Mereka tidak memeriksa nilai yang memenuhi interval fungsi trigonometri. Hal ini sejalan dengan temuan (Newman, 1977) bahwa kesalahan prinsip sering terjadi karena siswa tidak mengevaluasi kembali hasil yang diperoleh.

3.3 Pembahasan Soal Nomor 10**Tabel 4.5.** Deskripsi Kesalahan dari Jawaban Siswa Soal Nomor 10

Jenis Kesalahan	Bentuk Kesalahan	Jumlah Siswa
Kesalahan Fakta	Salah dalam menentukan nilai trigonometri	2
Kesalahan Konsep	Salah dalam menentukan rumus jumlah dan selisih dua sudut	7
Kesalahan Operasi	Tidak dapat mengerjakan soal	2
Kesalahan Prinsip	Salah dalam menggunakan rumus dan langkah penyelesaian	2

Dari tabel terlihat bahwa kesalahan konsep merupakan yang paling banyak terjadi. Sebagian besar siswa salah dalam menentukan rumus jumlah dan selisih dua sudut. Pada *Gambar 4.19*, siswa langsung mencari nilai $\sin(A+B)$ tanpa menuliskan rumus dasar $\sin(A+B) = \sin A \cos B + \cos A \sin B$. Hal ini menandakan siswa lebih menghafal rumus daripada memahami derivasi dan penggunaannya.

Kesalahan fakta juga muncul, di mana siswa salah menentukan nilai trigonometri dari sudut istimewa (lihat *Gambar 4.18*). Siswa menukar nilai antara $\sin 30^\circ$ dan $\cos 30^\circ$, kesalahan mendasar yang seharusnya tidak terjadi jika konsep dipahami.

Kesalahan prinsip terlihat pada *Gambar 4.21*, ketika siswa menuliskan langkah-langkah penyelesaian tidak sesuai urutan. Siswa langsung memasukkan nilai tanpa menguji keakuratan rumus. Ini menunjukkan lemahnya strategi pemecahan masalah sebagaimana dikemukakan oleh (Polya, 1957), bahwa siswa harus melalui empat tahap berpikir: memahami masalah, merencanakan strategi, melaksanakan, dan mengevaluasi hasil.

3.4 Pembahasan Soal Nomor 12**Tabel 4.6.** Deskripsi Kesalahan dari Jawaban Siswa Soal Nomor 12

Jenis Kesalahan	Bentuk Kesalahan	Jumlah Siswa
Kesalahan Fakta	Salah menentukan tanda positif atau negatif pada nilai trigonometri	0
Kesalahan Konsep	Salah menentukan rumus jumlah dan selisih dua sudut	5
Kesalahan Operasi	Tidak dapat mengerjakan soal	6
	Tidak mengerjakan soal sampai tuntas	4
Kesalahan Prinsip	Salah menggunakan rumus dan langkah penyelesaian	5

Pada soal ini, kesalahan konsep dan operasi paling banyak muncul. Dari *Gambar 4.22*, terlihat siswa menuliskan rumus jumlah dua sudut $\cos(A - B)$ menjadi $\cos A \cos B + \sin A \sin B$, padahal seharusnya menggunakan tanda minus. Kesalahan tanda ini menyebabkan seluruh hasil perhitungan menjadi salah. Kesalahan operasi juga tampak jelas pada *Gambar 4.24*, di mana siswa tidak menyelesaikan soal sampai tuntas. Mereka berhenti di tengah langkah penyelesaian, kemungkinan karena tidak yakin dengan rumus yang digunakan. Selanjutnya, *Gambar 4.25* memperlihatkan kesalahan prinsip, yaitu kesalahan dalam menempatkan posisi sudut A dan B . Siswa menuliskan $\sin(B - A)$ alih-alih $\sin(A - B)$, menyebabkan tanda hasilnya terbalik. Ini memperlihatkan bahwa kesalahan prinsip sering berkaitan dengan kesalahan konsep dan fakta secara bersamaan, sebagaimana dijelaskan oleh (Medika, 2021) bahwa lemahnya koneksi antar konsep dapat menimbulkan kesalahan berantai.

3.5 Analisis Umum Kesalahan Siswa

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan urutan tingkat kesalahan dari yang paling banyak hingga paling sedikit adalah:

1. Kesalahan fakta,
2. Kesalahan konsep,
3. Kesalahan operasi,
4. Kesalahan prinsip.

Kesalahan fakta dan konsep mendominasi karena siswa cenderung menghafal rumus tanpa memahami makna dan keterkaitan antar konsep. Hal ini sejalan dengan pendapat (Shadiq, 2011) bahwa pembelajaran matematika di sekolah sering berfokus pada prosedur, bukan pada pemahaman konseptual. Faktor penyebab lainnya adalah metode pengajaran yang kurang melatih keterampilan berpikir kritis dan refleksi diri siswa. Menurut (Andarwati & Kuswari, 2019), pembelajaran berbasis *discovery learning* dengan bantuan GeoGebra dapat mengurangi kesalahan semacam ini karena memungkinkan siswa melihat keterkaitan antar elemen secara visual. Secara pedagogis, hasil penelitian ini mengindikasikan perlunya strategi pembelajaran berbasis diagnosis kesalahan (*error-based instruction*) agar guru dapat mengenali pola kesalahan siswa dan memperbaikinya melalui umpan balik yang tepat.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peserta didik masih melakukan berbagai kesalahan dalam menyelesaikan soal-soal trigonometri. Kesalahan tersebut mencakup kesalahan fakta, konsep, operasi, dan prinsip. Kesalahan fakta terjadi ketika siswa salah menentukan nilai trigonometri dan tanda positif atau negatif pada sudut tertentu. Kesalahan konsep muncul dalam penerapan rumus dan pembentukan persamaan trigonometri, sedangkan kesalahan operasi tampak dari ketidakmampuan siswa menyelesaikan perhitungan hingga tuntas. Kesalahan prinsip terlihat dalam langkah penyelesaian yang tidak sesuai prosedur serta penggunaan rumus yang kurang tepat.

Berdasarkan hasil analisis kuantitatif, kesalahan yang paling dominan adalah kesalahan operasi dengan persentase tertinggi dibandingkan jenis kesalahan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun sebagian siswa telah memahami konsep dasar trigonometri, mereka masih menghadapi kesulitan dalam menerapkan konsep tersebut ke dalam langkah-langkah perhitungan yang benar.

Secara umum, penelitian ini memberikan gambaran bahwa kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal trigonometri disebabkan oleh kurangnya pemahaman mendalam terhadap konsep, ketidaktepatan dalam perhitungan, serta lemahnya kemampuan dalam menghubungkan antara konsep dan prosedur penyelesaian. Temuan ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi guru untuk merancang pembelajaran yang lebih menekankan pada pemahaman konseptual dan keterampilan pemecahan masalah.

Daftar Pustaka

- Andarwati, D., & Kuswari, H. (2019). Pengembangan Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Berbasis Pendekatan Penemuan Terbimbing Berbantuan GeoGebra untuk Membelajarkan Topik Trigonometri pada Siswa Kelas X SMA. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika*, 978--9791635394.
- Arifin, Z. (2009). *Evaluasi Pembelajaran: Prinsip, Teknik, dan Prosedur*. Rosdakarya.
- Arikunto, S. (2013). *Manajemen Penelitian*. Rineka Cipta.
- Fauzi, A. R., & Saripudin. (2020). Analisis Kesalahan Siswa Kelas XI pada Materi Trigonometri. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(1), 112–133.
- Geller, K., Ketterline, L. R., & Yovanoff, P. (2007). *Diagnostic Assessments in Mathematics to Support Instructional Decision Making*. University of Oregon.
- Hamka. (2002). *Tafsir Al-Azhar Juz XI*. PT. Citra Serumpun Padi.
- Histamedika, G. (2013). Rainbow Connection pada Beberapa Graf. *Matematika UNAND*, 2, 17–25.
- Jihad, A., & Haris, A. (2012). *Evaluasi Pembelajaran*. Multi Pressindo.
- Marlina, W. (2017). *Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal-Soal Trigonometri Kelas XI SMK Muhammadiyah Kartasura*.
- Medika, G. H. (2021). Pengaruh Kemampuan Koneksi Matematis terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *Math Educa Journal*, 5(1), 54–61.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. Sage Publications.
- Naufal, A. (2020). *Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Berdasarkan Objek Matematika pada Materi Trigonometri di MAN 2 Kota Padang Panjang*.
- Newman, M. A. (1977). An analysis of sixth-grade pupils' errors on written mathematical tasks. *Victorian Institute for Educational Research Bulletin*, 39, 31–43.
- Piaget, J. (1972). *The psychology of intelligence*. Routledge.
- Polya, G. (1957). *How to Solve It*. Princeton University Press.
- Riduwan. (2015). *Belajar Mudah Penelitian untuk Guru, Karyawan, dan Peneliti Pemula*. Alfabeta.
- Rusgianto, M. S. (2012). *Trigonometri*. Grafika Indah.
- Shadiq, F. (2011). *Penerapan Teori Belajar dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar*. Kementerian Pendidikan Nasional.
- Siregar, E., & Nara, H. (2010). *Teori Belajar dan Pembelajaran*. Ghalia Indonesia.
- Siregar, S. (2010). *Statistik Deskriptif untuk Penelitian*. Raja Grafindo Persada.
- Soedjadi, R. (2000). *Kiat Pendidikan Matematika di Indonesia*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Undang-undang Sistem Pendidikan Nasional, Nomor 20 Tahun 2003. (n.d.).
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.