



Analisis Kesalahan Peserta Didik dalam Menyelesaikan Soal Matematika Berdasarkan Kategori Watson di MA Alkhoeriyah

Eiben heizer Boyishak bukit, Depi Setialesmana, Eva Mulyani

Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Siliwangi, Kota Tasikmalaya, Indonesia

E-mail: eibenbukit123@gmail.com

ABSTRACT

Trigonometry remains a persistent challenge in secondary mathematics education due to its abstract nature, the complexity of its concepts, and the necessity for integrated algebraic and geometric reasoning. This study investigates the types and causes of errors made by grade XI students at MA Alkhoeriyah in solving trigonometry problems, utilizing Watson's error categorization as an analytical framework. Employing a qualitative exploratory approach, data were collected through an open-ended trigonometry test and in-depth interviews with selected students who exhibited a variety of error patterns. The results reveal that all students encountered significant difficulties, with none able to solve the given problem perfectly. The most frequent errors identified were omitted data, inappropriate procedures, inappropriate data, undirected manipulation, response level conflict, and skills hierarchy problems. Omitted data, notably neglecting essential information from the problem statement, emerged as the most dominant error, indicating weak conceptual understanding and insufficient problem interpretation skills. Inappropriate procedures and data reflected a lack of mastery of trigonometric concepts and a tendency to guess rather than apply relevant principles. Additional errors included unstructured manipulations and inconsistencies in strategy selection, signifying a deficiency in reflective thinking and procedural fluency. The findings underscore the urgent need for instructional strategies that prioritize conceptual comprehension, problem modeling, and reflective practices over rote memorization and procedural drilling. This research contributes to mathematics pedagogy by providing a detailed map of student errors and actionable insights for designing targeted remedial interventions, thereby supporting the development of mathematical literacy and higher-order thinking in trigonometry learning..

Keywords: Watson's categories; trigonometry; conceptual understanding

PENDAHULUAN

Trigonometri merupakan salah satu cabang matematika yang memiliki peranan sentral dalam menghubungkan konsep geometri dan aljabar melalui hubungan antara sudut dan sisi dalam segitiga. Materi ini tidak hanya penting secara teoretis, tetapi juga aplikatif dalam berbagai bidang ilmu seperti teknik, fisika, geografi, hingga kehidupan sehari-hari, misalnya untuk mengukur tinggi gedung, jarak antar objek, atau kemiringan permukaan (Hidayat & Aripin, 2020; Insani & Kadarisma, 2020). Namun, di balik urgensinya, trigonometri kerap menjadi momok bagi peserta didik di tingkat menengah, khususnya kelas XI, karena karakteristik materinya yang abstrak, menuntut pemahaman konseptual mendalam, serta melibatkan banyak rumus dan prosedur aljabar yang kompleks (Mensah, 2017; Rahman, 2020). Kondisi ini kian diperparah oleh lemahnya penguasaan prasyarat matematika lain seperti aljabar dan geometri, sehingga peserta didik sering kali melakukan berbagai kesalahan ketika menyelesaikan soal-soal trigonometri (Rakhmawati & Sulistyaningsih, 2017).

Fenomena kesulitan dalam menguasai trigonometri telah banyak didokumentasikan, baik melalui laporan guru maupun hasil penelitian terdahulu. Guru matematika di MA Alkhoeriyah, misalnya, mengonfirmasi bahwa trigonometri menjadi salah satu materi paling menantang, di mana peserta didik tidak hanya gagal memahami konsep dasar tetapi juga kesulitan menerapkan rumus dalam penyelesaian masalah kontekstual. Salah satu bentuk nyata dari kesulitan ini adalah kecenderungan peserta didik untuk langsung

menuliskan jawaban akhir tanpa menyertakan langkah-langkah penyelesaian yang lengkap, atau bahkan mengabaikan data penting yang tercantum dalam soal cerita. Praktik semacam ini berimplikasi pada rendahnya tingkat literasi matematis dan kurangnya kemampuan berpikir reflektif pada peserta didik (Fitriatien, 2019; Laeli, 2017). Dalam konteks ini, pemetaan dan analisis kesalahan menjadi sangat penting, tidak hanya untuk memperbaiki kualitas pembelajaran, tetapi juga untuk memberikan intervensi yang tepat sasaran (Noor, 2019).

Analisis kesalahan dalam penyelesaian soal matematika telah menjadi perhatian utama para peneliti pendidikan matematika. Salah satu pendekatan yang dinilai sistematis dan komprehensif adalah kategori kesalahan menurut Watson, yang membagi kesalahan peserta didik ke dalam delapan kategori: inappropriate data, inappropriate procedure, omitted data, omitted conclusion, response level conflict, undirected manipulation, skills hierarchy problem, dan above other (Watson dalam Munawaroh, Rohaeti, & Aripin, 2018; Santoso, Wibowo, & Amelia, 2023). Kategori ini tidak hanya memungkinkan klasifikasi kesalahan secara detail, tetapi juga membuka ruang untuk memahami akar penyebab kesalahan dari sisi kognitif dan prosedural. Berbagai studi telah memanfaatkan kategori Watson dalam analisis kesalahan matematika, baik pada materi peluang (Masdiyana & Febrian, 2016), program linear (Susanto, Hidayah, & Sari, 2022), maupun pada soal trigonometri (Rahman, 2020; Yuliani, 2021). Temuan-temuan tersebut secara konsisten menunjukkan bahwa kesalahan paling dominan adalah inappropriate procedure dan omitted data, yang mencerminkan lemahnya pemahaman konsep serta kurangnya keterampilan dalam mengidentifikasi informasi relevan dari soal.

Di sisi lain, masih terdapat research gap yang signifikan dalam konteks implementasi analisis kesalahan berbasis teori Watson pada materi trigonometri di lingkungan sekolah menengah, khususnya di MA Alkhoeriyah. Penelitian sebelumnya umumnya hanya memfokuskan pada identifikasi jenis kesalahan, tanpa menggali faktor penyebab secara mendalam melalui triangulasi data seperti wawancara atau refleksi peserta didik (Dazrullisa, 2021; Permana & Sari, 2022). Selain itu, belum banyak penelitian yang mengaitkan hasil analisis kesalahan dengan rekomendasi pembelajaran yang kontekstual dan spesifik untuk materi trigonometri. Padahal, pemahaman yang komprehensif mengenai pola dan penyebab kesalahan sangat krusial agar guru dapat merancang strategi pembelajaran yang adaptif dan responsif terhadap kebutuhan peserta didik (Noor, 2019; Saputri, Risma, & Rintias, 2018).

Keunikan dan kebaruan penelitian ini terletak pada dua hal utama. Pertama, penelitian ini tidak hanya mengidentifikasi jenis kesalahan peserta didik dalam menyelesaikan soal trigonometri berdasarkan kategori Watson, tetapi juga menganalisis faktor penyebab kesalahan melalui metode tes dan wawancara. Pendekatan kualitatif eksploratif digunakan untuk menggali fenomena kesalahan secara mendalam dan holistik (Hamdi & Ismaryati, 2014; Sugiyono, 2018). Kedua, penelitian ini dilakukan di MA Alkhoeriyah yang selama ini belum pernah menjadi lokasi penelitian serupa, sehingga hasilnya dapat memperkaya khazanah literatur analisis kesalahan matematika di konteks lokal sekaligus membuka peluang untuk replikasi dan pengembangan studi lebih lanjut (Winarsih, Sugiarti, & Khutobah, 2014).

Secara metodologis, penelitian ini menggunakan instrumen tes uraian materi trigonometri yang telah divalidasi, dilanjutkan dengan wawancara tidak terstruktur terhadap peserta didik terpilih yang menunjukkan banyak jenis kesalahan menurut Watson. Analisis data dilakukan dengan model Miles dan Huberman yang meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan (Sugiyono, 2019). Strategi ini memungkinkan peneliti untuk memetakan jenis kesalahan secara sistematis, mengidentifikasi pola dominan, serta mengeksplorasi faktor internal maupun eksternal yang memengaruhi terjadinya kesalahan (Kurniawati, Nugraha, & Saputra, 2022). Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran utuh tentang dinamika kesalahan peserta didik dalam penyelesaian soal trigonometri serta menawarkan rekomendasi yang berbasis data empiris.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini menjadi sangat penting dan relevan, baik dari sisi teoretis maupun praktis. Dari sisi teoretis, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan literatur analisis kesalahan matematika berbasis kategori Watson, khususnya pada materi trigonometri yang selama ini kurang mendapat perhatian mendalam di level madrasah aliyah. Sementara itu, dari sisi praktis, hasil penelitian ini dapat digunakan oleh guru matematika untuk memperbaiki desain pembelajaran, mengembangkan intervensi remedial, serta meningkatkan kemampuan literasi dan berpikir reflektif peserta

didik. Lebih jauh, penelitian ini juga dapat menjadi rujukan bagi peneliti pendidikan matematika yang ingin mengembangkan kajian serupa di konteks dan materi yang berbeda (Santoso, Wibowo, & Amelia, 2023; Zulfikar & Fitriani, 2023).

Rumusan masalah utama dalam penelitian ini adalah: Bagaimana kesalahan peserta didik dalam menyelesaikan soal trigonometri berdasarkan teori Watson? Rumusan masalah ini sekaligus menjadi pijakan utama dalam penyusunan tujuan dan arah penelitian, yakni mendeskripsikan serta menganalisis kesalahan peserta didik kelas XI MA Alkhoeriyah dalam menyelesaikan soal matematika materi trigonometri berdasarkan kategori Watson, serta mengidentifikasi faktor penyebabnya melalui tes dan wawancara. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika di MA Alkhoeriyah maupun sekolah menengah lainnya yang menghadapi permasalahan serupa (Munawaroh, Rohaeti, & Aripin, 2018; Noor, 2019).

Dengan demikian, pendahuluan ini telah memaparkan secara terintegrasi latar belakang masalah, urgensi penelitian, hasil kajian pustaka secara ringkas, serta tujuan penelitian yang dirumuskan secara eksplisit dan sistematis. Seluruh uraian di atas diharapkan dapat memberikan landasan yang kokoh bagi pembaca untuk memahami arah dan kontribusi penelitian ini dalam upaya meminimalisasi kesalahan peserta didik dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi trigonometri di tingkat menengah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain eksploratif yang bertujuan untuk menganalisis secara mendalam kesalahan peserta didik dalam menyelesaikan soal matematika materi trigonometri berdasarkan kategori Watson. Pendekatan kualitatif dipilih karena mampu menggali fenomena secara holistik dan mendeskripsikan gejala kesalahan secara komprehensif melalui interaksi langsung antara peneliti dan subjek penelitian (Sugiyono, 2018; Hamdi & Ismaryati, 2014). Sumber data penelitian meliputi situasi sosial di MA Alkhoeriyah Hujungtiwu Panjalu Ciamis, yang terdiri atas tempat (sekolah), pelaku (peserta didik kelas XI yang melakukan kesalahan trigonometri), dan aktivitas (proses penyelesaian soal dan wawancara), sebagaimana disarankan oleh Spradley dalam Sugiyono (2019). Subjek penelitian dipilih menggunakan teknik purposive sampling, dengan kriteria peserta didik yang menunjukkan berbagai jenis kesalahan menurut kategori Watson, bersedia diwawancarai, dan memiliki kemampuan komunikasi lisan yang memadai. Pemilihan subjek dilakukan setelah peneliti melakukan tes uraian trigonometri yang diawasi langsung di kelas, sehingga hasilnya merepresentasikan performa aktual peserta didik dalam menyelesaikan soal cerita kontekstual.

Teknik pengumpulan data terdiri atas dua metode utama, yaitu tes uraian dan wawancara tidak terstruktur. Tes uraian digunakan untuk mengidentifikasi jenis kesalahan yang dilakukan peserta didik pada soal trigonometri, sedangkan wawancara tidak terstruktur digunakan untuk menelusuri faktor penyebab terjadinya kesalahan tersebut secara mendalam (Sugiyono, 2019). Instrumen utama dalam penelitian ini adalah peneliti sendiri, didukung oleh instrumen pendukung berupa soal tes matematika materi trigonometri yang telah divalidasi oleh dua dosen Pendidikan Matematika Universitas Siliwangi. Proses validasi soal memastikan bahwa instrumen telah layak digunakan setelah melalui revisi minor pada aspek tanda baca, sesuai standar validitas isi (Munawaroh, Rohaeti, & Aripin, 2018). Pelaksanaan tes dan wawancara dilakukan pada bulan Mei 2025, dengan jumlah subjek utama sebanyak empat orang dari total 18 peserta didik, yang dipilih berdasarkan banyaknya jenis kesalahan yang muncul dan kualitas respons lisan.

Analisis data dilakukan dengan model interaktif Miles dan Huberman (dalam Sugiyono, 2019), yang meliputi tiga tahap utama: reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan/verifikasi. Reduksi data dilakukan dengan menyeleksi, meringkas, dan mengklasifikasikan hasil tes serta transkrip wawancara sesuai kategori Watson, yakni inappropriate data (id), inappropriate procedure (ip), omitted data (od), omitted conclusion (oc), response level conflict (rlc), undirected manipulation (um), skills hierarchy problem (shp), dan above other (ao) (Watson, 2006 dalam Munawaroh et al., 2018; Dazrullisa, 2021). Penyajian data dilakukan dalam bentuk uraian naratif yang menyatukan hasil tes dan wawancara, sedangkan penarikan kesimpulan didasarkan pada triangulasi data dari kedua teknik tersebut agar diperoleh gambaran yang valid dan kredibel tentang pola dan faktor penyebab kesalahan peserta didik. Seluruh proses penelitian

mengacu pada prinsip etika penelitian, yaitu menjaga kerahasiaan identitas subjek, memperoleh persetujuan partisipasi, serta memastikan bahwa data digunakan hanya untuk kepentingan akademik (Hamdi & Ismaryati, 2014; Sugiyono, 2018). Pendekatan sistematis dan transparan ini memungkinkan replikasi oleh peneliti lain serta memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan strategi pembelajaran matematika berbasis analisis kesalahan (Santoso, Wibowo, & Amelia, 2023; Anjeli & Irwan, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di MA Alkhoeriyah Hujungtiwu Panjalu Ciamis pada semester genap tahun pelajaran 2024/2025, dengan fokus pada peserta didik kelas XI yang mempelajari materi trigonometri. Jumlah peserta didik yang terlibat dalam tes uraian trigonometri sebanyak 18 orang, dengan empat subjek utama (berinisial S1, S4, S7, dan S9) dipilih secara purposive untuk analisis mendalam berdasarkan ragam dan jumlah kesalahan yang dilakukan serta kemampuan komunikasi lisan yang memadai. Lingkungan sekolah terletak di kawasan pedesaan, dengan latar belakang siswa yang heterogen dalam hal kemampuan akademik dan akses sumber belajar. Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam suasana kelas reguler, di mana peserta didik mengerjakan soal uraian trigonometri di bawah pengawasan peneliti, diikuti dengan wawancara mendalam pada subjek terpilih untuk mengungkap faktor penyebab kesalahan.

Analisis data hasil tes uraian menunjukkan bahwa seluruh peserta didik mengalami berbagai bentuk kesalahan dalam menyelesaikan soal trigonometri, yang selanjutnya diklasifikasikan berdasarkan delapan kategori Watson, yakni inappropriate data (id), inappropriate procedure (ip), omitted data (od), omitted conclusion (oc), response level conflict (rlc), undirected manipulation (um), skills hierarchy problem (shp), dan above other (ao). Dari 18 peserta didik, empat subjek utama (S1, S4, S7, S9) dipilih untuk dianalisis lebih lanjut karena menunjukkan spektrum kesalahan yang paling beragam dan intensif.

Tabel 1 berikut menyajikan rekapitulasi jenis kesalahan berdasarkan kategori Watson yang dilakukan oleh keempat subjek utama:

Tabel 1 Rekapitulasi Jenis Kesalahan Berdasarkan Kategori Watson								
Subjek	ID	IP	OD	OC	RLC	UM	SHP	AO
S1	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
S4			✓	✓	✓		✓	
S7	✓	✓	✓		✓	✓		
S9	✓	✓	✓			✓	✓	

Keterangan:

ID = Inappropriate Data; IP = Inappropriate Procedure; OD = Omitted Data; OC = Omitted Conclusion; RLC = Response Level Conflict; UM = Undirected Manipulation; SHP = Skills Hierarchy Problem; AO = Above Other

Hasil analisis mendalam terhadap keempat subjek menunjukkan bahwa kesalahan paling dominan yang muncul adalah omitted data (od), diikuti oleh inappropriate procedure (ip), inappropriate data (id), response level conflict (rlc), undirected manipulation (um), dan skills hierarchy problem (shp). Sebagian besar subjek mengabaikan data penting dalam soal, khususnya tinggi mata peserta didik yang harus dimasukkan dalam perhitungan akhir, sehingga solusi yang diberikan menjadi tidak akurat. Misalnya, pada jawaban S1 ditemukan bahwa “Saya lupa menambahkan tinggi saya sendiri saat menghitung tinggi pohon, saya kira cukup dengan hasil perhitungan segitiga saja” (kutipan wawancara S1). Hal serupa terjadi pada S4, S7, dan S9 yang juga tidak mencantumkan atau mengabaikan data tinggi peserta didik, sehingga

perhitungan akhir menjadi keliru.

Kesalahan inappropriate data (id) tercatat pada S1, S7, dan S9, yang cenderung keliru dalam menentukan nilai sudut istimewa, seperti $\sin 30^\circ$ atau $\tan 30^\circ$. Pada hasil tes S7, ditemukan bahwa subjek menuliskan $\sin 30^\circ = 0,5$, namun menggunakannya pada konteks yang seharusnya menggunakan $\tan 30^\circ$. Dalam wawancara, S7 menyatakan, “Saya bingung memilih rumus, kadang saya tukar-tukar antara sin dan tan karena tidak yakin langkahnya benar atau tidak.” Kesalahan serupa juga terjadi pada S9, di mana subjek menuliskan $\tan 30^\circ = 0,3$, yang jelas merupakan kekeliruan konsep mendasar.

Inappropriate procedure (ip) banyak ditemukan pada S1, S7, dan S9. Mereka cenderung menggunakan prosedur yang tidak tepat, seperti memulai dengan rumus luas segitiga, lalu mengganti ke rumus sinus atau tangen secara tidak sistematis. Ketika diwawancara, S1 mengungkapkan, “Saya hafal beberapa rumus, tapi tidak tahu pasti kapan harus digunakan, jadi saya coba-coba saja.” Hal ini memperlihatkan lemahnya pemahaman prosedural dan konsep aplikasi rumus trigonometri.

Kesalahan response level conflict (rlc) tampak pada S1, S4, dan S7. Subjek-subjek ini memperlihatkan adanya keraguan atau kebingungan dalam memilih strategi penyelesaian. Misalnya, S4 mengaku, “Saya ragu apakah tinggi saya perlu dimasukkan atau tidak, jadi akhirnya saya kerjakan dua kali dengan cara berbeda.” Hal ini berdampak pada ketidakkonsistenan langkah penyelesaian, sehingga hasil akhir tidak tuntas atau berbeda-beda.

Kesalahan undirected manipulation (um) ditemukan pada S1, S7, dan S9. Subjek-subjek ini cenderung langsung melakukan manipulasi angka tanpa mengevaluasi keterkaitan langkah atau konsep yang mendasarinya. S9, misalnya, menyatakan, “Saya biasanya langsung saja kalikan angka yang saya dapat, asal sesuai dengan rumus yang saya ingat.” Akibatnya, proses penyelesaian soal tidak terarah dan seringkali menghasilkan solusi yang tidak logis atau tidak realistis.

Skills hierarchy problem (shp) dialami oleh S1, S4, dan S9. Kesalahan ini mengindikasikan kesulitan peserta didik dalam mengorganisasi urutan keterampilan yang diperlukan, seperti mengonversi informasi verbal ke model matematis, menggambar segitiga, hingga menentukan langkah-langkah selanjutnya. Dari wawancara, S4 mengungkapkan, “Saya tidak tahu gambar segitiga itu harus seperti apa, jadi saya langsung saja kerjakan tanpa gambar.” Hal ini menunjukkan lemahnya kemampuan pemodelan masalah, yang berdampak pada kegagalan dalam membangun struktur solusi yang benar.

Kesalahan omitted conclusion (oc) hanya muncul pada S4, yang tidak menuliskan kesimpulan akhir dari perhitungan tinggi pohon, meskipun proses perhitungan sudah dilakukan. S4 menyampaikan, “Saya kira cukup dengan menuliskan angka akhirnya, jadi tidak saya tulis kalimat kesimpulan.” Fenomena ini menunjukkan kurangnya kebiasaan reflektif dan ketelitian dalam memastikan bahwa jawaban memenuhi permintaan soal secara lengkap.

Selain itu, dari hasil tes pada 18 peserta didik, teridentifikasi bahwa tidak ada peserta didik yang mampu menyelesaikan soal trigonometri secara sempurna. Hampir semua peserta didik melakukan minimal dua jenis kesalahan, dengan dominasi pada omitted data (od) dan inappropriate procedure (ip). Tabel 2 berikut merangkum frekuensi kemunculan tiap kategori kesalahan dari seluruh peserta didik:

Tabel 2. Frekuensi Kesalahan Peserta Didik Berdasarkan Kategori Watson

Kategori Kesalahan Watson	Frekuensi (n=18)	Persentase (%)
Inappropriate Data (id)	9	50,0
Inappropriate Procedure (ip)	12	66,7
Omitted Data (od)	15	83,3
Omitted Conclusion (oc)	3	16,7

Kategori Kesalahan Watson	Frekuensi (n=18)	Persentase (%)
Response Level Conflict (rlc)	8	44,4
Undirected Manipulation (um)	10	55,6
Skills Hierarchy Problem (shp)	7	38,9
Above Other (ao)	0	0,0

Hasil penelitian ini mengungkapkan gambaran komprehensif tentang spektrum kesalahan peserta didik kelas XI MA Alkhoeriyah dalam menyelesaikan soal trigonometri berdasarkan kategori Watson. Secara umum, teridentifikasi bahwa seluruh peserta didik yang menjadi subjek penelitian mengalami kesulitan signifikan dalam mengonstruksi, memproses, dan menuntaskan solusi masalah trigonometri, baik pada aspek konseptual, prosedural, maupun reflektif. Temuan ini menegaskan bahwa trigonometri, sebagai materi yang bersifat abstrak dan memerlukan integrasi pengetahuan aljabar-geometri, tetap menjadi tantangan utama dalam pembelajaran matematika tingkat menengah sebagaimana telah diungkapkan dalam literatur terdahulu.

Secara lebih terperinci, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kategori kesalahan omitted data (OD) merupakan jenis kesalahan yang paling dominan, diikuti inappropriate procedure (IP), undirected manipulation (UM), inappropriate data (ID), response level conflict (RLC), skills hierarchy problem (SHP), dan pada tingkat yang lebih rendah, omitted conclusion (OC). Tidak terdapat kesalahan above other (AO) pada sampel penelitian ini. Sebagian besar peserta didik mengabaikan data penting dalam soal cerita, seperti tinggi mata pengamat yang semestinya ditambahkan pada hasil akhir perhitungan tinggi objek. Fenomena ini mengindikasikan lemahnya pemahaman konseptual serta keterampilan membaca dan menafsirkan soal kontekstual, sebagaimana disinggung oleh Fitriati (2019) bahwa kesalahan umum dalam matematika sering bermula dari ketidakmampuan mengubah permasalahan verbal ke dalam model matematika yang tepat. Kecenderungan ini diperkuat oleh hasil penelitian Anjeli dan Irwan (2019) serta Dazrullisa (2021), yang menunjukkan bahwa peserta didik di berbagai tingkat pendidikan kerap mengabaikan data atau informasi penting dalam soal, sehingga solusi yang dihasilkan menjadi tidak valid secara matematis.

Dominasi kesalahan inappropriate procedure (IP) pada penelitian ini juga memperkuat temuan Munawaroh, Rohaeti & Aripin (2018), Isran (2017), dan Santoso, Wibowo, dan Amelia (2023), yang menyimpulkan bahwa banyak peserta didik cenderung menggunakan prosedur penyelesaian yang tidak tepat atau sekadar menebak rumus tanpa pemahaman yang memadai terhadap konteks dan struktur soal. Dalam konteks penelitian ini, peserta didik sering menggunakan rumus luas segitiga, lalu menggantinya secara acak dengan nilai sinus atau tangen tanpa memahami perbedaan aplikasi kedua rumus tersebut. Hal ini menunjukkan lemahnya penguasaan konsep perbandingan trigonometri dan minimnya latihan dalam penerapan rumus sesuai konteks permasalahan, sejalan dengan catatan Rakhmawati dan Sulistyaningsih (2017) tentang pentingnya pemahaman konseptual untuk mengurangi kesalahan prosedural dalam matematika.

Kesalahan undirected manipulation (UM) yang muncul pada lebih dari separuh peserta didik menegaskan bahwa sebagian siswa melakukan manipulasi angka atau operasi matematika secara sembarangan tanpa menilai kebenaran proses dan hasilnya. Kecenderungan ini menunjukkan bahwa peserta didik kurang membangun kebiasaan berpikir reflektif, tidak melakukan pemeriksaan ulang terhadap solusi yang dihasilkan, dan cenderung menerima hasil hitungan apa adanya, sebagaimana diuraikan oleh Zulfikar dan Fitriani (2023). Dalam wawancara, peserta didik mengakui sering kali merasa cukup setelah melakukan langkah-langkah hitung sederhana, tanpa mempertanyakan apakah hasil tersebut logis dan sesuai dengan konteks soal. Keterbatasan ini memperkuat argumen Noor (2019) tentang perlunya pengembangan keterampilan berpikir kritis dan evaluatif dalam pembelajaran matematika.

Selain itu, kesalahan inappropriate data (ID) juga cukup tinggi, yang ditandai dengan kesalahan

dalam menentukan nilai sudut istimewa atau menggunakan nilai trigonometri yang tidak sesuai. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Yuliani (2021) serta Susanto et al. (2022), yang menegaskan bahwa lemahnya penguasaan konsep dasar trigonometri, seperti nilai-nilai perbandingan sudut istimewa, merupakan sumber utama kesalahan dalam pemecahan masalah trigonometri di kalangan peserta didik. Dalam penelitian ini, beberapa peserta didik salah menuliskan nilai $\tan 30^\circ$ atau $\sin 30^\circ$, yang menunjukkan bahwa mereka lebih mengandalkan hafalan daripada pemahaman mendalam.

Salah satu temuan menarik dari penelitian ini adalah munculnya response level conflict (RLC), yaitu konflik atau keraguan strategi yang dialami peserta didik dalam memilih langkah penyelesaian. Hal ini berakibat pada ketidakkonsistenan proses dan hasil akhir yang tidak tuntas. RLC yang tinggi, sebagaimana juga ditemukan oleh Dazrullisa (2021) dan Santoso, Wibowo, dan Amelia (2023), menandakan bahwa peserta didik seringkali tidak memiliki satu strategi baku dalam menyelesaikan soal trigonometri, sehingga mudah berpindah-pindah prosedur tanpa keyakinan yang cukup terhadap kebenaran langkah yang diambil. Faktor ini mengindikasikan perlunya intervensi pembelajaran yang menekankan strategi pemecahan masalah secara sistematis dan reflektif.

Skills hierarchy problem (SHP) yang muncul pada sebagian peserta didik menunjukkan ketidakmampuan mengorganisasi urutan keterampilan yang diperlukan untuk memecahkan soal trigonometri. Peserta didik mengalami kesulitan dalam mengonversi informasi verbal ke model visual matematis, seperti menggambar segitiga atau memodelkan situasi kontekstual. Temuan ini senada dengan paparan Laeli (2017) dan Winarsih et al. (2014), yang menegaskan bahwa kesalahan pada level ini berkaitan erat dengan lemahnya pemahaman prasyarat matematika dan kurangnya latihan dalam membuat model visual atau diagramatik dari soal cerita.

Sementara itu, kesalahan omitted conclusion (OC) hanya ditemukan pada satu peserta didik, yaitu tidak menuliskan kesimpulan akhir secara eksplisit meskipun proses perhitungan sudah dilakukan. Fenomena ini menegaskan peran penting pembiasaan reflektif dalam proses pembelajaran matematika, agar peserta didik tidak hanya fokus pada proses, tetapi juga pada interpretasi dan komunikasi hasil.

Secara umum, pola kesalahan yang ditemukan dalam penelitian ini menunjukkan adanya konsistensi dengan temuan-temuan sebelumnya yang telah dibahas dalam bagian pendahuluan. Misalnya, Munawaroh, Rohaeti & Aripin (2018) serta Masdiyana & Febrian (2016) menekankan bahwa kesalahan prosedur dan data mendominasi dalam penyelesaian soal matematika berbasis soal cerita, dan hasil penelitian ini menguatkan fenomena tersebut. Demikian pula, Santoso, Wibowo, dan Amelia (2023) menemukan bahwa response level conflict dan inappropriate procedure adalah kesalahan utama di tingkat SMA, konsisten dengan temuan penelitian ini di MA Alkhoeriyah. Namun, temuan ini juga memberikan elaborasi baru dengan menyoroti keterkaitan antara faktor-faktor kesalahan, misalnya antara skills hierarchy problem dengan omitted data dan inappropriate procedure. Hal ini memperkuat gagasan Saputri, Risma, & Rintias (2018) tentang kompleksitas dan saling terkaitnya kategori kesalahan Watson dalam proses berpikir matematis.

Dalam konteks materi trigonometri, penelitian ini membuktikan bahwa tantangan utama bukan hanya pada penguasaan rumus dan prosedur mekanistik, melainkan pada integrasi pemahaman konsep, keterampilan pemodelan, dan kemampuan membaca serta menafsirkan informasi verbal ke dalam model matematis yang sesuai. Insani dan Kadarisma (2020) serta Mensah (2017) telah menegaskan bahwa pemahaman trigonometri yang dangkal sering kali berdampak pada kegagalan peserta didik dalam menyelesaikan soal kontekstual yang menuntut aplikasi rumus dan konsep secara simultan. Penelitian ini menegaskan bahwa di MA Alkhoeriyah, fenomena tersebut sangat nyata, terutama pada soal yang melibatkan penggabungan informasi eksplisit dan implisit (seperti penambahan tinggi mata pengamat).

Keterbatasan penelitian ini terletak pada cakupan materi yang hanya difokuskan pada satu soal uraian trigonometri, jumlah subjek utama yang relatif sedikit, serta pendekatan kualitatif yang lebih menekankan kedalaman daripada keluasan generalisasi. Kendati demikian, penggunaan triangulasi data melalui tes dan wawancara memungkinkan identifikasi faktor penyebab kesalahan secara lebih mendalam dan kontekstual, sebagaimana direkomendasikan oleh Hamdi & Ismaryati (2014) dan Sugiyono (2018). Penelitian ini belum membahas secara mendalam pengaruh faktor eksternal seperti strategi belajar, motivasi, atau peran lingkungan keluarga terhadap pola kesalahan yang ditemukan, sehingga menjadi

peluang penelitian lanjutan untuk memperkaya temuan.

Signifikansi hasil penelitian ini terletak pada kontribusinya dalam memperjelas peta kesalahan peserta didik pada materi trigonometri berbasis kategori Watson, serta menawarkan pemahaman mendalam tentang akar penyebab kesalahan yang terjadi. Hasil penelitian ini juga mempertegas pentingnya intervensi pembelajaran berbasis kesalahan (*error-based learning*), di mana guru tidak hanya membenahi aspek prosedural, tetapi juga secara sistematis membiasakan peserta didik untuk membaca soal secara kritis, memodelkan situasi, dan merefleksikan hasil akhir. Implikasi praktisnya adalah perlunya desain pembelajaran matematika yang menekankan pada pengembangan literasi matematis, keterampilan pemodelan, dan kebiasaan refleksi, sebagaimana diusulkan Noor (2019). Bagi pendidik di MA Alkhoeriyah dan sekolah sejenis, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar untuk menyusun program remedial yang lebih terarah, misalnya dengan penekanan pada pembacaan soal, pengenalan nilai-nilai sudut istimewa secara kontekstual, serta latihan membangun model visual dan refleksi hasil.

Pada akhirnya, penelitian ini memperkaya literatur analisis kesalahan matematika berbasis kategori Watson dan memberikan kontribusi empiris yang relevan terhadap pengembangan pedagogi matematika di Indonesia, khususnya pada materi trigonometri di tingkat madrasah aliyah. Penelitian ini juga memberikan landasan bagi penelitian selanjutnya untuk mengeksplorasi hubungan antara jenis kesalahan dengan variabel lain seperti strategi belajar, gaya kognitif, dan karakteristik lingkungan belajar peserta didik. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya merefleksikan tantangan aktual yang dihadapi peserta didik dalam pembelajaran trigonometri, tetapi juga menjadi titik tolak penting untuk inovasi dalam desain pembelajaran matematika berbasis analisis kesalahan yang lebih efektif, adaptif, dan kontekstual.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di MA Alkhoeriyah Hujungtiwu Panjalu Ciamis mengenai analisis kesalahan peserta didik kelas XI dalam menyelesaikan soal matematika materi trigonometri berdasarkan kategori Watson, dapat disimpulkan bahwa mayoritas peserta didik mengalami kesulitan signifikan dalam memahami dan menerapkan konsep serta prosedur trigonometri. Temuan penelitian menunjukkan bahwa tidak ada satu pun peserta didik yang mampu menyelesaikan soal trigonometri secara sempurna. Jenis kesalahan yang paling dominan adalah *omitted data* (OD), diikuti oleh *inappropriate procedure* (IP), *inappropriate data* (ID), *undirected manipulation* (UM), *response level conflict* (RLC), dan *skills hierarchy problem* (SHP). Kesalahan *omitted data* muncul ketika peserta didik mengabaikan data penting dalam soal cerita, seperti tinggi mata pengamat yang seharusnya dimasukkan ke dalam perhitungan akhir, sehingga solusi menjadi tidak akurat. Sementara itu, kesalahan *inappropriate procedure* dan *inappropriate data* mengindikasikan lemahnya pemahaman konsep dasar trigonometri dan kecenderungan menebak prosedur atau rumus tanpa pemahaman kontekstual yang memadai. Selain itu, ditemukan juga kesalahan dalam bentuk manipulasi angka tanpa arah yang jelas (*undirected manipulation*), konflik dalam pemilihan strategi penyelesaian (*response level conflict*), serta kesulitan dalam mengorganisasi urutan keterampilan atau memodelkan masalah secara visual (*skills hierarchy problem*).

Penelitian ini menegaskan bahwa kesalahan peserta didik tidak hanya bersifat prosedural, tetapi juga konseptual dan strategis. Faktor penyebab utama antara lain kurangnya pemahaman konsep dasar, minimnya latihan dalam mengonversi soal verbal ke model matematis, serta belum terbiasanya peserta didik untuk melakukan refleksi dan pemeriksaan ulang solusi yang dihasilkan. Temuan ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyoroti lemahnya literasi matematis dan kemampuan berpikir reflektif sebagai tantangan utama dalam pembelajaran matematika tingkat menengah, khususnya pada materi trigonometri. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi pengembangan pedagogi matematika, khususnya dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih menekankan pada pemahaman konsep, pemodelan masalah, dan kebiasaan refleksi.

Sebagai tindak lanjut, disarankan agar guru matematika lebih menekankan pembelajaran berbasis pemahaman konsep dan pemodelan visual, tidak sekadar prosedur mekanis atau hafalan rumus. Guru diharapkan membiasakan peserta didik untuk membaca soal dengan cermat, mengekstrak data penting,

serta memverifikasi kebenaran dan kelengkapan solusi yang diperoleh. Pembelajaran berbasis kesalahan (*error-based learning*) dapat menjadi alternatif strategis untuk membangun kesadaran reflektif peserta didik terhadap proses berpikir dan penyelesaian masalah matematis. Selain itu, peserta didik disarankan untuk lebih aktif dalam menggali pemahaman konsep, rutin melakukan latihan soal dengan pendekatan pemodelan, dan membiasakan diri untuk melakukan refleksi terhadap hasil pekerjaan sendiri. Penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk memperluas cakupan dengan menggunakan lebih banyak variasi soal, jumlah subjek yang lebih besar, serta mengkaji pengaruh faktor eksternal seperti strategi belajar, motivasi, atau lingkungan keluarga terhadap kecenderungan munculnya jenis-jenis kesalahan tertentu. Dengan demikian, upaya perbaikan kualitas pembelajaran matematika, khususnya pada materi trigonometri, dapat dilakukan secara lebih terarah dan efektif.

DAFTAR RUJUKAN

- Anjeli, R., & Irwan. (2019). Analisis kesalahan peserta didik dalam menyelesaikan soal cerita berdasarkan kriteria Watson. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 100–112.
- Ayarsha, R. (2016). Analisis kesalahan peserta didik berdasarkan teori Watson dalam menyelesaikan soal matematika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 5(1), 45–56.
- Dazrullisa. (2021). Analisis kesalahan peserta didik dalam mengerjakan soal matematika berdasarkan kriteria Watson. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(1), 15–25.
- Fitriatien, N. (2019). Kesalahan umum peserta didik dalam menyelesaikan soal matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 88–94.
- Hamdi, M., & Ismaryati, I. (2014). *Metodologi penelitian pendidikan*. Jakarta, Indonesia: Graha Ilmu.
- Hidayat, R., & Aripin, U. (2020). Penerapan konsep trigonometri dalam pembelajaran matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(1), 11–19.
- Hidayat, R., & Pratama, A. (2021). Analisis kesalahan peserta didik pada bangun ruang berdasarkan kategori Watson. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 22–31.
- Insani, N., & Kadarisma, G. (2020). Penerapan trigonometri dalam kehidupan sehari-hari dan pendidikan lanjut. *Jurnal Matematika dan Aplikasinya*, 5(2), 44–53.
- Isran, S. (2017). Analisis kesalahan peserta didik berdasarkan kategori Watson pada kemampuan berpikir kritis. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 109–118.
- Kurniawati, S., Nugraha, A., & Saputra, T. (2022). Analisis kesalahan peserta didik berdasarkan kriteria Watson dalam menyelesaikan soal matematika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 9(3), 110–122.
- Laeli, D. (2017). Jenis kesalahan peserta didik dalam menyelesaikan soal matematika. *Jurnal Pendidikan*, 8(1), 5–12.
- Masdiyana, R., & Febrian, R. (2016). Analisis kesalahan peserta didik dalam materi peluang berdasarkan teori Watson. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 21–29.
- Mensah, A. (2017). Students' difficulties in trigonometry: A case study. *International Journal of Mathematics Education*, 12(3), 88–95.
- Moleong, L. J. (2017). *Metodologi penelitian kualitatif (Edisi Revisi)*. Bandung, Indonesia: Remaja Rosdakarya.
- Munawaroh, S., Rohaeti, E., & Aripin, U. (2018). Analisis kesalahan berdasarkan teori Watson pada kemampuan komunikasi matematis peserta didik. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 66–74.
- Noor, M. (2019). *Strategi pembelajaran efektif untuk analisis kesalahan peserta didik*. Bandung, Indonesia: Alfabeta.
- Permana, D., & Sari, A. (2022). Pengaruh kegiatan remedial terhadap kesalahan peserta didik dalam menyelesaikan soal matematika berdasarkan kriteria Watson. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(2), 54–61.
- Rakhmawati, Y., & Sulistyaningsih, E. (2017). Pengaruh pemahaman konsep terhadap kesalahan dalam menyelesaikan soal matematika. *Jurnal Pendidikan*, 6(1), 17–24.
- Rachman, T. (2020). Analisis kesalahan peserta didik kelas XI pada materi trigonometri. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(3), 70–81.

- Santoso, B., Wibowo, S., & Amelia, R. (2023). Analisis kesalahan dalam pemecahan masalah matematika berdasarkan kriteria Watson di tingkat SMA. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 7(1), 22–33.
- Saputri, R., Risma, A., & Rintias, F. (2018). Pendekatan Watson dalam analisis kesalahan matematika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 6(2), 90–101.
- Sugiyono. (2018). *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung, Indonesia: Alfabeta.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kombinasi (mix methods)*. Bandung, Indonesia: Alfabeta.
- Susanto, A., Hidayah, F., & Sari, M. (2022). Analisis kesalahan peserta didik dalam mengerjakan soal program linear berdasarkan kriteria Watson. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), 59–68.
- Winarsih, E., Sugiarti, I., & Khutobah, N. (2014). Identifikasi kesalahan peserta didik dalam menyelesaikan soal matematika berdasarkan kategori Watson. *Jurnal Pendidikan*, 5(2), 45–52.
- Yuliani, F. (2021). Analisis kesalahan matematis peserta didik berdasarkan pendekatan Watson. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 4(3), 112–120.
- Yulandari, A., & Nahdi, D. S. (2019). Analisis kesulitan belajar trigonometri pada peserta didik. *Jurnal Jatisunda*, 7(2), 114–120.
- Zulfikar, A., & Fitriani, S. (2023). Evaluasi kesalahan dalam soal matematika SMP berdasarkan kategori Watson. *Jurnal Evaluasi Pendidikan*, 10(2), 90–102.