



Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia is licensed under
A Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

Analisis Kemampuan Awal dan Kemampuan Berpikir Visual Peserta Didik Kelas X SMA pada Kompetensi Trigonometri

Analysis of Initial Ability and Visual Thinking Ability of Grade X High School Students in Trigonometry Competence

Nur Khotibah^{1*}, Ahmad Yani T², Agus Winarji³, Mohammad Rif'at⁴, Metia Novianti⁵

^{1*,2,3,4,5} Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

**Corresponding author.* Jl Prof Hadari Nawawi, 78115, Pontianak, Indonesia

f1041221054@student.untan.ac.id¹

ahmad.yani.t@fkip.untan.ac.id²

agus.winarji@fkip.untan.ac.id³

mohammad.rif'at@fkip.untan.ac.id⁴

metia.novianti@fkip.untan.ac.id⁵

Received 13 April 2026; Received in revised form 29 May 2026; Accepted 4 June 2026

Kata Kunci :

Kemampuan Awal;
Kemampuan Berpikir Visual;
Trigonometri

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan awal, kemampuan berpikir visual, serta keterkaitan antara kemampuan awal dan kemampuan berpikir visual peserta didik kelas X SMAN 10 Pontianak pada materi trigonometri. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya kemampuan awal sebagai dasar pemahaman konsep serta peran kemampuan berpikir visual dalam membantu peserta didik merepresentasikan konsep trigonometri yang bersifat abstrak. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis studi kasus. Subjek penelitian terdiri dari enam peserta didik kelas X-A yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan kategori kemampuan berpikir visual tinggi, sedang, dan rendah. Data diperoleh melalui tes kemampuan awal, tes kemampuan berpikir visual, dan wawancara semi terstruktur. Kemampuan berpikir visual dianalisis berdasarkan indikator looking, seeing, imagining, serta showing and telling. Data dianalisis melalui tahap reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Temuan penelitian memperlihatkan adanya perbedaan tingkat penguasaan kemampuan awal dan kemampuan berpikir visual peserta didik yang dapat dikelompokkan ke dalam kategori tinggi, sedang, dan rendah. Peserta didik dengan kemampuan awal tinggi cenderung mampu membangun representasi visual secara tepat dan sistematis. Sebaliknya, peserta didik dengan kemampuan awal rendah mengalami kesulitan pada indikator imagining karena belum mampu menghubungkan konsep prasyarat dengan visualisasi penyelesaian masalah. Temuan penelitian menunjukkan bahwa kemampuan awal memengaruhi kualitas representasi visual dan konsistensi penggunaan konsep dalam penyelesaian soal trigonometri. Oleh karena itu, penguatan konsep prasyarat perlu dilakukan untuk mendukung kemampuan berpikir visual peserta didik dalam pembelajaran trigonometri.

Keywords :

Early Abilities; Visual Thinking Skills; Trigonometry

ABSTRACT

This study investigated students' prior knowledge, visual thinking ability, and the relationship between both aspects in learning trigonometry among tenth-grade students at SMAN 10 Pontianak. The study was motivated by the importance of prerequisite knowledge in supporting conceptual understanding and by the role of visual thinking in interpreting abstract trigonometric concepts. A qualitative approach with a case study design was employed. Six students from class X-A were selected purposively to represent high, moderate, and low levels of visual thinking ability. Data were collected through prior knowledge tests, visual thinking tests, and semi-structured interviews. Visual thinking was examined through four indicators: looking, seeing, imagining, and showing and telling. The data were analyzed using data reduction, data display, and conclusion drawing techniques. The findings revealed that students' prior knowledge and visual thinking ability were categorized into high, moderate, and low levels. Students with strong prior knowledge were generally able to construct accurate visual representations and apply concepts systematically. In contrast, students with limited prior knowledge experienced difficulties, particularly in the imagining stage, because they struggled to connect prerequisite concepts with visual problem-solving processes. The study indicates that prior knowledge contributes to the quality of students' visual representations and influences the consistency of concept application in solving trigonometry problems. Therefore, strengthening prerequisite concepts is necessary to support the development of visual thinking skills in mathematics learning.

PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika sangat penting untuk mengembangkan kemampuan anak-anak dalam berpikir secara logis, metodis, dan kreatif. dalam menyelesaikan berbagai permasalahan (Nurizlan et al., 2022). Salah satu mata pelajaran dalam matematika yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah trigonometri, yang banyak diterapkan dalam berbagai bidang seperti teknik, arsitektur, dan navigasi (Kamber & Takaci, 2018). Meskipun demikian, salah satu konsep matematika yang masih sulit dipahami oleh siswa adalah trigonometri. karena melibatkan konsep abstrak serta hubungan antara representasi simbolik dan visual (Sulia Anis Prastika et al., 2023); (Wardhana et al., 2026).

Pemahaman konsep matematika, khususnya trigonometri, memerlukan kemampuan visualisasi yang baik, khususnya dalam materi trigonometri yang memerlukan representasi visual seperti gambar dan diagram (Wahyuni et al., 2022). Kemampuan berpikir visual berkaitan dengan proses mental peserta didik dalam memahami, menafsirkan, dan membangun representasi visual untuk membantu penyelesaian masalah matematik (Arnheim, 1997). Melalui visualisasi, konsep-konsep abstrak dapat dipahami peserta didik secara lebih nyata dan terarah. Namun, masih banyak peserta didik yang mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan permasalahan, seperti menentukan hubungan antara sisi dan sudut pada segitiga siku-siku (Syarifuddin et al., 2022).

Keterbatasan kemampuan visualisasi dapat menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep maupun menyelesaikan masalah matematika. Oleh karena itu, kemampuan berpikir visual dalam pembelajaran matematika tidak hanya berkaitan dengan kemampuan melihat gambar, tetapi juga melibatkan proses mental dalam membangun, memanipulasi, dan menginterpretasikan representasi visual (Presmeg, 2006). Dalam konteks matematika, kemampuan ini berperan penting dalam menggunakan representasi nyata untuk membantu siswa memahami topik

abstrakt seperti diagram, grafik, atau gambar.

Selain kemampuan visual, penguasaan konsep dasar juga menjadi faktor yang memengaruhi keberhasilan belajar matematika. Penguasaan konsep dasar yang telah dimiliki peserta didik sebelumnya menjadi landasan penting dalam memahami materi baru yang akan dipelajari. (Awaluddin et al., 2024) Penguasaan materi prasyarat membantu peserta didik memahami dan menghubungkan konsep baru dengan pengetahuan sebelumnya serta menjadi jembatan dalam membangun pemahaman terhadap konsep yang lebih kompleks (Winkel, 2013). Penguasaan materi prasyarat seperti bentuk akar, teorema Pythagoras, dan perbandingan dasar sangat diperlukan dalam memahami konsep trigonometri (Fajri & Nida, 2019). Peserta didik dengan keterampilan awal yang kuat biasanya memahami materi pelajaran lebih cepat daripada mereka yang memiliki keterampilan awal yang lemah. mengalami kesulitan dalam mengaitkan konsep sebelumnya dengan konsep baru (Wulandari et al., 2024)

Kemampuan awal tidak hanya berfungsi sebagai pengetahuan prasyarat, tetapi juga berperan dalam menentukan kesiapan kognitif peserta didik dalam menerima materi baru (Dong et al., 2020). Menurut teori Piaget (dikutip oleh Nashar, 2004: 12), setiap anak mengembangkan keterampilan berpikir mereka sesuai dengan tahapan yang teratur. Pada tahap perkembangan tertentu, skema atau struktur tertentu akan muncul, dan keberhasilan setiap tahap sangat bergantung pada tahap sebelumnya. Dengan demikian, kemampuan awal menjadi elemen penting yang membantu dalam pembelajaran, termasuk dalam membantu peserta didik membangun pemahaman yang lebih terstruktur dan bermakna dalam materi trigonometri.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kemampuan berpikir visual siswa dalam materi trigonometri masih dianggap rendah. Penelitian Fajri & Nida (2019) menunjukkan bahwa murid-murid masih mengalami kesulitan dengan menentukan hubungan sisi dan sudut pada segitiga siku-siku. Penelitian Yaniartini et al. (2019) juga menemukan siswa yang kesulitan dengan matematika belum mampu memenuhi indikator *imagining*, *showing*, dan *telling* dalam kemampuan berpikir visual. Selain itu, Wahyuni et al. (2022) menjelaskan bahwa peserta didik cenderung menggunakan hafalan rumus tanpa memahami representasi visual dari konsep matematika yang dipelajari. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir visual masih menjadi salah satu permasalahan penting dalam pembelajaran trigonometri.

Hasil pra-riset di SMAN 10 Pontianak menunjukkan bahwa kemampuan berpikir visual peserta didik masih belum optimal dengan rata-rata sebesar 55%. bahwa murid-murid yang kesulitan dengan matematika Murid-murid masih kesulitan memahami pertanyaan yang membutuhkan visualisasi dan cenderung bergantung pada hafalan rumus. Selain itu, anak-anak kesulitan memahami komponen-komponen dari segitiga siku-siku. serta operasi hitung dasar yang menjadi prasyarat dalam pembelajaran trigonometri. Temuan tersebut menunjukkan bahwa diperlukan Untuk lebih memahami elemen-elemen yang memengaruhi kemampuan berpikir visual siswa, penelitian lebih lanjut harus dilakukan tentang faktor-faktor yang relevan, khususnya yang berkaitan dengan kemampuan awal yang dimiliki.

Secara epistemologis, trigonometri merupakan materi yang menuntut integrasi antara representasi visual dan simbolik secara simultan. sitasi untuk kalimat ini saja dulu (Xonkulov, Kurudirek, & Hennig, 2026). Pemahaman konsep trigonometri tidak sepenuhnya bergantung pada kemampuan memanipulasi rumus, tetapi juga pada kapasitas membangun representasi mental melalui visualisasi yang bermakna (Irawan et al., 2019). Dalam konteks ini, kemampuan berpikir visual tidak dapat dipandang sebagai kemampuan yang berdiri sendiri, melainkan sangat dipengaruhi oleh struktur pengetahuan awal yang dimiliki peserta didik. Peserta didik yang belum menguasai konsep prasyarat cenderung mengalami kesulitan dalam mentransformasikan informasi visual ke dalam strategi penyelesaian masalah. Sebaliknya, peserta didik dengan kemampuan awal yang baik mampu menggunakan visualisasi sebagai alat berpikir untuk memahami hubungan antar konsep secara lebih sistematis. tolong carikan sitasinya (Xonkulov et al., 2026b). Dengan demikian, kesulitan visualisasi dalam trigonometri tidak hanya berkaitan dengan kemampuan spasial, tetapi juga berkaitan dengan kesiapan struktur kognitif peserta didik dalam membangun representasi matematis (Veith et al., 2025)

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penguasaan kemampuan awal memengaruhi keberhasilan peserta didik dalam pembelajaran matematika (Achdiyat & Utomo, 2018; Haryani et al., 2022). Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya tidak memberikan gambaran yang lengkap karena masih melihat kemampuan awal dan kapasitas berpikir visual sebagai dua kualitas yang berbeda mengenai bagaimana struktur pengetahuan prasyarat memengaruhi proses visualisasi matematis peserta didik, khususnya pada materi trigonometri yang bersifat abstrak dan hierarkis. Berdasarkan

uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis keterkaitan kemampuan awal dan kemampuan berpikir visual pada materi trigonometri dalam menganalisis bagaimana kemampuan awal memengaruhi setiap indikator kemampuan berpikir visual peserta didik pada materi trigonometri. Studi ini tidak hanya mengidentifikasi tingkat kemampuan peserta didik, tetapi juga mengungkap keterkaitan antara struktur pengetahuan awal dan proses visualisasi matematis dalam penyelesaian masalah trigonometri.

Sehubungan dengan alasan-alasan yang telah disebutkan di atas, penelitian ini bertujuan untuk untuk menganalisis kemampuan awal, kemampuan berpikir visual, serta keterkaitan antara keduanya pada peserta didik kelas X SMA dalam pembelajaran trigonometri. Diharapkan temuan dari penelitian ini akan membantu dalam pembuatan teknik pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir visual melalui penguatan kemampuan awal peserta didik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif melalui desain studi kasus untuk mendeskripsikan kemampuan awal, kemampuan berpikir visual, serta keterkaitan antara keduanya dalam pembelajaran trigonometri. Desain studi kasus digunakan agar proses berpikir peserta didik dapat dianalisis secara lebih mendalam berdasarkan karakteristik kemampuan yang dimiliki berdasarkan karakteristik kemampuan yang dimiliki. Penelitian dilaksanakan di SMAN 10 Pontianak pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Penelitian melibatkan enam peserta didik kelas X-A sebagai subjek penelitian yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan kategori kemampuan berpikir visual, yaitu tinggi, sedang, dan rendah, dengan masing-masing kategori diwakili oleh dua peserta didik.

Tahapan penelitian meliputi penyusunan instrumen, pelaksanaan tes, wawancara, analisis data, hingga penarikan kesimpulan. Instrumen yang digunakan dalam penelitian meliputi tes kemampuan awal, tes kemampuan berpikir visual, serta pedoman wawancara semi terstruktur. Tes kemampuan awal digunakan untuk mengetahui penguasaan peserta didik terhadap konsep-konsep prasyarat, meliputi bentuk akar, teorema Pythagoras, dan perbandingan dasar. Sementara itu, tes kemampuan berpikir visual disusun berdasarkan indikator *looking*, *seeing*, *imagining*, serta *showing and telling*. Wawancara dilakukan guna memperoleh informasi lebih mendalam mengenai proses berpikir peserta didik saat menyelesaikan soal dan menggali proses berpikir peserta didik dalam menyelesaikan masalah trigonometri.

Untuk menjamin kualitas instrumen, dilakukan validasi isi (*content validity*) terhadap tes kemampuan awal, tes kemampuan berpikir visual, dan pedoman wawancara oleh satu orang guru matematika dan dua orang dosen Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Untan. Validasi dilakukan dengan menilai kesesuaian butir soal dengan indikator penelitian, kejelasan bahasa, serta kesesuaian soal dengan materi trigonometri. Selain itu, instrumen juga diuji coba secara terbatas untuk memastikan keterbacaan soal dan kejelasan instruksi sebelum digunakan dalam penelitian.

Tabel 1. Indikator Kemampuan Berpikir Visual

Indikator	Aspek Berpikir Visual
<i>Looking</i>	Mengidentifikasi masalah yang diketahui dan ditanyakan
<i>Seeing</i>	Mengidentifikasi hubungan antara masalah yang diketahui dan ditanyakan
<i>Imagining</i>	Menggeneralisasikan langkah untuk menemukan solusi
<i>Showing and Telling</i>	Menunjukkan dan menjelaskan masalah yang diperoleh serta solusi penyelesaiannya

Analisis data dilakukan secara kualitatif melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan yang mengacu pada model Miles dan Huberman dalam (Sugiyono, 2023). Analisis dilakukan dengan mengintegrasikan hasil tes tertulis dan hasil wawancara untuk melihat keterkaitan antara kemampuan awal dan kemampuan berpikir visual peserta didik. Data hasil tes digunakan untuk melihat pola penyelesaian, penguasaan konsep, dan ketercapaian indikator kemampuan berpikir visual peserta didik, sedangkan hasil wawancara digunakan untuk mengungkap proses berpikir peserta didik dalam menyelesaikan masalah.

Kategori kemampuan berpikir visual ditentukan berdasarkan tingkat pemenuhan indikator *looking*, *seeing*, *imagining*, serta *showing and telling* pada hasil tes dan wawancara peserta didik.

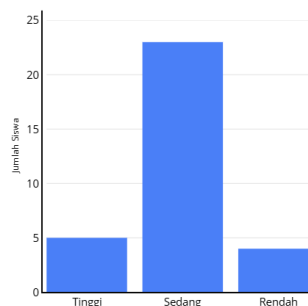
Kategori tinggi diberikan kepada peserta didik yang mampu memenuhi seluruh indikator kemampuan berpikir visual secara konsisten, Kategori sedang diberikan apabila peserta didik telah memenuhi sebagian besar indikator, tetapi penggunaannya belum konsisten, dan kategori rendah diberikan kepada peserta didik yang masih mengalami kesulitan dalam memenuhi sebagian besar indikator kemampuan berpikir visual.

Kevalidan data diperoleh melalui triangulasi teknik serta *member checking* terhadap hasil penelitian. Triangulasi teknik dilakukan dengan membandingkan data hasil tes dan wawancara, sedangkan *member checking* dilakukan dengan mengonfirmasi kembali hasil temuan kepada subjek penelitian untuk memperoleh data yang lebih valid dan konsisten.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan melalui tes kemampuan awal, tes kemampuan berpikir visual, dan wawancara, diperoleh gambaran mengenai kemampuan awal dan kemampuan berpikir visual peserta didik kelas X SMAN 10 Pontianak. Hasil analisis menunjukkan bahwa kedua kemampuan tersebut dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Kategori tersebut ditentukan berdasarkan penguasaan konsep dasar serta kemampuan peserta didik dalam menggunakan representasi visual untuk menyelesaikan soal trigonometri.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kemampuan awal peserta didik kelas X SMAN 10 Pontianak dapat dikelompokkan ke dalam kategori tinggi, sedang, dan rendah. Kategori ini diperoleh berdasarkan hasil tes kemampuan awal yang mengukur penguasaan materi prasyarat, yaitu bentuk akar, teorema Pythagoras, dan perbandingan dasar. Distribusi kemampuan awal peserta didik disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Distribusi kemampuan awal peserta didik

Berdasarkan Gambar 1, sebagian besar peserta didik berada pada kategori sedang. Peserta didik yang berada pada kategori kemampuan awal tinggi cenderung mampu menerapkan konsep prasyarat secara tepat dalam menyelesaikan soal trigonometri. Data penelitian menunjukkan bahwa peserta didik telah menguasai konsep-konsep dasar yang berkaitan dengan materi trigonometri, seperti Teorema Pythagoras, operasi bentuk akar, dan hubungan sisi pada segitiga. Meskipun masih terdapat beberapa kesalahan simbolik, kesalahan tersebut tidak memengaruhi pemilihan konsep dan hasil akhir secara signifikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa peserta didik telah memiliki dasar pemahaman yang cukup untuk menghubungkan konsep-konsep matematika secara lebih sistematis, sehingga mereka mampu menerapkan konsep secara tepat dalam penyelesaian soal. Temuan ini sejalan dengan Purwanto (2009) dalam Wulandari et al. (2024) dan Wardah et al. (2025) yang menekankan pentingnya memahami kemampuan awal untuk menyesuaikan pembelajaran dengan potensi masing-masing peserta didik. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penguasaan konsep prasyarat membantu peserta didik mengurangi beban kognitif saat menyelesaikan masalah trigonometri. Penguasaan konsep dasar memungkinkan peserta didik lebih fokus dalam membangun representasi visual dan menentukan strategi penyelesaian.

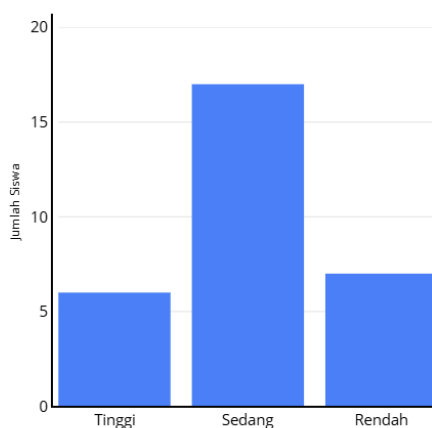
Peserta didik dengan kemampuan awal sedang telah mampu menggunakan konsep yang tepat, namun masih menunjukkan ketidakkonsistenan dalam proses penyelesaian. Peserta didik telah mampu memilih gagasan yang sejalan dengan permasalahan yang diberikan, seperti Teorema Pythagoras dan operasi dasar dalam menentukan panjang sisi segitiga, tetapi masih kurang cermat pada proses perhitungan atau tidak menuliskan

langkah awal secara lengkap. Dari hasil tes, terlihat bahwa beberapa materi yang dikuasai sudah mendukung pemahaman soal, tetapi masih terdapat kesalahan pada penyederhanaan akar dan perhitungan perbandingan sisi. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pemahaman konsep yang dimiliki peserta didik belum tersusun secara utuh dan konsisten, sehingga beberapa langkah dan hasil akhir masih tidak konsisten. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Awaluddin et al., 2024) yang menunjukkan bahwa kemampuan awal berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis. Dengan demikian, peserta didik pada kategori ini telah memiliki dasar pemahaman, namun belum konsisten dalam menerapkan konsep secara sistematis. Keadaan ini menunjukkan bahwa peserta didik telah memiliki struktur pengetahuan awal, namun belum sepenuhnya otomatis dalam penggunaannya sehingga visualisasi yang dibangun belum selalu mendukung proses penyelesaian secara optimal.

Berbeda dengan kategori sebelumnya, peserta didik dengan kemampuan awal rendah masih menghadapi tantangan dalam konsep-konsep dasar yang digunakan dalam penyelesaian soal, baik pada pemilihan konsep, proses penyelesaian, maupun hasil akhir. Berdasarkan hasil tes, subjek masih belum mampu menguasai materi prasyarat secara konsisten, termasuk penggunaan Teorema Pythagoras, operasi bentuk akar, dan hubungan sisi-sudut pada segitiga. Sebagian peserta didik belum mampu menentukan prosedur penyelesaian yang sesuai dengan permasalahan yang diberikan, ilustrasi belum menunjukkan hubungan sisi dan sudut secara lengkap, dan beberapa perhitungan masih salah. Hasil penelitian ini mendukung pendapat Rahmawati & Afriansyah (2023) bahwa kemampuan awal peserta didik yang rendah, akan membuat pembelajaran lebih sulit bagi murid-murid. Ini juga sejalan dengan teori Piaget dikutip oleh Nashar (2004: 12) bahwa keberhasilan setiap tahap perkembangan sangat bergantung pada tahap sebelumnya.. Temuan ini menunjukkan bahwa kegagalan visualisasi dalam trigonometri tidak hanya disebabkan oleh lemahnya kemampuan spasial, tetapi juga oleh belum terbentuknya struktur pengetahuan prasyarat yang memadai. Ketika konsep dasar belum dikuasai dengan baik, Sebagian peserta didik belum mampu menghubungkan keterkaitan antara sisi dan sudut pada segitiga secara tepat.

Selain itu, temuan penelitian ini memperlihatkan bahwa peserta didik dengan kemampuan awal yang lebih baik cenderung mampu menyelesaikan soal secara lebih sistematis dan konsisten, termasuk dalam menerapkan materi dasar seperti Teorema Pythagoras, operasi akar, dan hubungan sisi-sudut dalam segitiga, meskipun masih terdapat kekurangan pada ketelitian penulisan. Di sisi lain, siswa dengan kemampuan awal yang rendah menunjukkan ketidakkonsistenan dalam penggunaan konsep dan materi, serta kesalahan pada hasil akhir. Hal ini memperkuat pernyataan Winkel (2013) bahwa kemampuan awal merupakan jembatan untuk menuju kemampuan akhir. Oleh karena itu, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan awal memiliki peran dalam keberhasilan penyelesaian soal trigonometri. Kemampuan siswa untuk memahami, mengaitkan, dan menerapkan konsep dari materi yang mereka pelajari selanjutnya berkorelasi positif dengan keterampilan awal mereka..

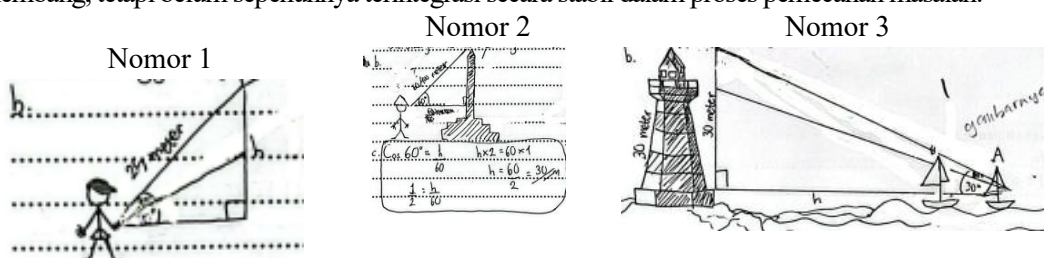
Kemampuan berpikir visual peserta didik kemudian dianalisis menggunakan empat indikator utama, yaitu *looking*, *seeing*, *imagining*, serta *showing and telling*. Hasil analisis menunjukkan bahwa kemampuan berpikir visual peserta didik juga terbagi dalam tiga kategori, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Distribusi kemampuan berpikir visual peserta didik disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Distribusi kemampuan berpikir visual peserta didik

Berdasarkan Gambar 2, sebagian besar peserta didik berada pada kategori sedang, sedangkan kategori tinggi dan rendah memiliki jumlah yang lebih sedikit. Peserta didik pada kategori kemampuan berpikir visual tinggi mampu mengubah informasi pada soal ke dalam bentuk representasi visual yang sesuai dengan konteks soal. Pada indikator *looking*, subjek mampu mengidentifikasi informasi penting secara akurat dan mengaitkannya dengan apa yang diketahui serta yang ditanyakan. Pada indikator *seeing*, subjek dapat membayangkan hubungan antar unsur pada soal, termasuk sisi dan sudut segitiga, sehingga ilustrasi yang dibuat bukan sekadar gambar, tetapi menjadi dasar dalam menentukan langkah penyelesaian. Selanjutnya, pada indikator *imagining*, subjek menggunakan visualisasi untuk merencanakan langkah penyelesaian secara sistematis, dan pada indikator *showing & telling*, subjek mampu menjelaskan proses penyelesaian dengan runtut dan mengaitkannya dengan konsep perbandingan trigonometri secara tepat. Temuan tersebut memperlihatkan Visualisasi itu berfungsi sebagai alat untuk menghasilkan konsep dalam pemecahan masalah selain memberikan gambar pendukung (Utami et al., 2019). Temuan ini sejalan dengan pendapat Arnheim (1997) yang menyatakan persepsi visual tidak sekadar mengumpulkan informasi tentang objek atau peristiwa tertentu, tetapi menjadi landasan pembentukan konsep. Selain itu, temuan ini juga mendukung pernyataan Wahyuni et al. (2022) bahwa peran visualisasi adalah menyederhanakan masalah untuk mengamati dan mengenali apa yang berhubungan dalam pemecahan masalah.

Peserta didik kategori sedang telah mampu menyusun representasi visual, meskipun penggunaannya belum sepenuhnya konsisten dan menggunakan konsep trigonometri yang relevan, namun konsistensi dalam menghubungkan ilustrasi dengan langkah perhitungan masih perlu ditingkatkan. Indikator *looking* menunjukkan bahwa subjek kadang perlu waktu untuk menentukan informasi penting dan mengidentifikasi apa yang diketahui serta yang ditanyakan. Pada indikator *seeing*, visualisasi yang dibuat sudah memuat sisi dan sudut, tetapi belum sepenuhnya lengkap atau akurat. Pada indikator *imagining*, subjek mencoba menyelesaikan soal berdasarkan visualisasi, namun langkahnya terkadang salah atau menghasilkan jawaban alternatif. Indikator *showing & telling* memperlihatkan subjek mampu menjelaskan proses penyelesaian secara sederhana, namun ketelitian simbolik dan penjelasan hubungan konsep masih terbatas. Kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir visual telah berkembang, tetapi belum sepenuhnya terintegrasi secara stabil dalam proses pemecahan masalah.



Gambar 3. Hasil Tes Kemampuan Berpikir Visual Subjek TAP

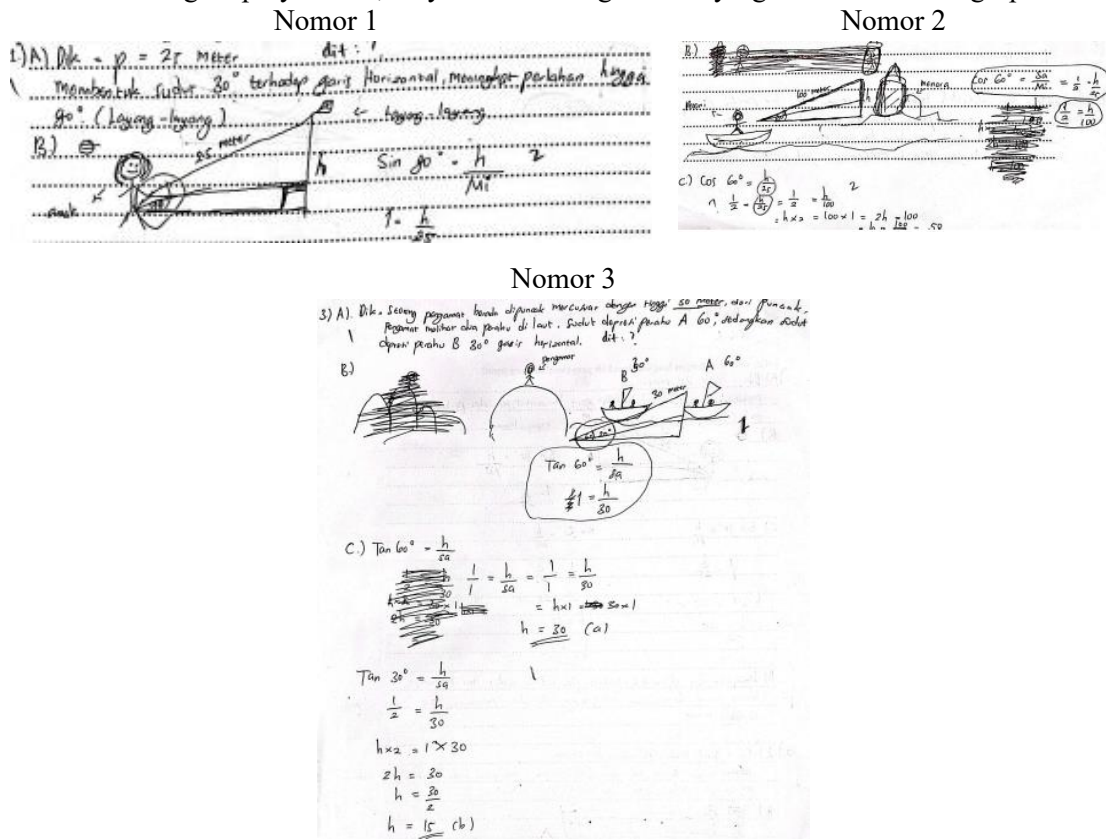
Berdasarkan Gambar 3, peserta didik telah mampu membangun representasi visual berupa segitiga siku-siku, namun masih mengalami kesalahan dalam menentukan posisi sudut dan hubungan antar sisi. Akibatnya, visualisasi yang dibuat menghasilkan dua kemungkinan jawaban yang berbeda. Kondisi ini menunjukkan bahwa visualisasi yang dibangun belum sepenuhnya terintegrasi dengan konsep trigonometri secara tepat. Berdasarkan hasil wawancara dengan subjek yaitu

- P : Bagian mana yang menurutmu paling sulit dan mengapa?
TAP : Menurut saya yang paling sulit adalah menentukan sudut.

Kesulitan tersebut juga terlihat pada hasil wawancara subjek TAP yang menyatakan bahwa “yang paling sulit adalah menentukan sudut”. Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami hambatan dalam menghubungkan representasi visual dengan konsep hubungan sisi dan sudut pada trigonometri. Temuan ini sejalan dengan pendapat Ramadani & Ekohariadi (2024) bahwa dalam konteks pembelajaran, kemampuan berpikir visual berkaitan dengan bagaimana individu memproses dan menginterpretasikan informasi secara spasial untuk kemudian digunakan dalam pemecahan masalah. Hasil ini menunjukkan bahwa para siswa telah mampu mengembangkan visualisasi dasar, namun belum sepenuhnya mampu mengintegrasikan visualisasi dengan konsep matematis secara stabil.

Peserta didik dengan kemampuan berpikir visual rendah masih mengalami hambatan dalam membangun representasi visual yang sesuai dengan konteks soal dan menghubungkan visualisasi dengan konsep trigonometri. Pada indikator *looking*, subjek sering tidak mampu menentukan informasi penting dan mengidentifikasi apa yang

diketahui atau ditanyakan. Pada indikator *seeing*, gambar yang dibuat belum mampu membantu peserta didik dalam menentukan langkah penyelesaian, hanya memuat sebagian unsur yang salah atau tidak lengkap.



Gambar 4. Hasil Tes Kemampuan Berpikir Visual Subjek AH

Berdasarkan Gambar 4, ilustrasi yang dibuat peserta didik belum menunjukkan hubungan sisi dan sudut secara tepat. Representasi visual yang dibangun masih bersifat sederhana dan belum mampu digunakan sebagai dasar dalam menentukan strategi penyelesaian masalah. Indikator *imagining* menunjukkan bahwa subjek kesulitan dalam menggunakan visualisasi untuk menyusun langkah penyelesaian yang benar, sedangkan pada *showing & telling*, peserta didik belum mampu menjelaskan proses penyelesaian secara sistematis dan kurang mengaitkan konsep secara tepat. Hal tersebut menunjukkan bahwa visualisasi belum dimanfaatkan secara maksimal dalam membantu proses penyelesaian masalah. Berdasarkan hasil wawancara dengan subjek yaitu

P : Bagian mana yang menurutmu paling sulit dan mengapa?

AH : Menurut saya semuanya sulit, karena saya bingung menentukan konsep trigonometrinya.

Temuan dari wawancara dengan subjek AH, yang mengatakan bahwa “semuanya sulit, karena saya bingung menentukan konsep trigonometrinya”. Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa murid belum mampu menghubungkan konsep prasyarat dengan representasi visual yang digunakan dalam penyelesaian masalah. Kesulitan pada indikator *imagining* menunjukkan bahwa murid-murid masih belum mampu membuat representasi mental secara optimal. Kondisi ini diduga terjadi karena konsep prasyarat seperti hubungan sisi-sudut dan Teorema Pythagoras belum dikuasai secara otomatis sehingga beban kognitif peserta didik menjadi lebih tinggi saat menyelesaikan masalah trigonometri. Dalam perspektif Cognitive Load Theory, keterbatasan penguasaan konsep dasar dapat menghambat proses integrasi informasi visual dan simbolik dalam memori kerja (Sweller, 1988).

Temuan ini konsisten dengan pandangan Fajri & Nida (2019) menyatakan bahwa peserta didik yang memiliki kemampuan berpikir visual rendah sering kali mengalami miskonsepsi, seperti salah menentukan letak segitiga atau bahkan gagal dalam memahami hubungan antara sudut dan sisi. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses visualisasi belum berfungsi sebagai alat bantu berpikir secara optimal karena peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami hubungan sisi dan sudut pada segitiga.

Selain itu, temuan penelitian ini memperlihatkan bahwa peserta didik dengan kemampuan berpikir visual yang lebih baik cenderung menyelesaikan soal secara lebih sistematis dan konsisten karena mampu memanfaatkan representasi visual sebagai dasar dalam memahami konsep. Sebaliknya, peserta didik dengan kemampuan berpikir visual rendah menunjukkan ketidakkonsistenan dalam penggunaan ilustrasi serta kesalahan dalam menghubungkan gambar dengan konsep trigonometri. Kondisi ini sejalan dengan Yaniartini et al. (2019) yang menemukan bahwa peserta didik dengan kemampuan matematika tinggi mampu memenuhi seluruh indikator kemampuan berpikir visual, sedangkan peserta dengan kemampuan rendah belum mampu memenuhi indikator *imagining*, *showing*, dan *telling*, sehingga memperkuat bukti bahwa kemampuan visual berperan penting dalam keberhasilan pemecahan soal trigonometri.

Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa indikator kemampuan berpikir visual saling berkaitan satu sama lain. Siswa yang menghadapi tantangan dalam indikator looking cenderung mengalami kesulitan pada indikator seeing, imagining, dan showing & telling. Ketidakkampuan peserta didik dalam mengidentifikasi informasi penting menyebabkan representasi visual yang dibangun menjadi kurang tepat sehingga strategi penyelesaian yang digunakan juga kurang sesuai. Temuan ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir visual dalam trigonometri bersifat hierarkis dan saling terhubung antar indikator.

Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir visual memiliki peran dalam membantu peserta didik dalam memahami dan menghubungkan konsep trigonometri melalui representasi visual yang bermakna. Peserta didik dengan kemampuan berpikir visual yang baik cenderung lebih terarah dalam menyusun langkah penyelesaian masalah trigonometri.

Setelah mendeskripsikan masing-masing kemampuan, langkah selanjutnya adalah menganalisis keterkaitan antara kemampuan awal dan kemampuan berpikir visual peserta didik. Hasil penelitian memperlihatkan adanya hubungan antara kemampuan awal dengan kemampuan berpikir visual peserta didik pada kompetensi trigonometri. Keterkaitan tersebut tampak dari kesamaan pola penyelesaian, penggunaan konsep, serta kemampuan visualisasi peserta didik, tetapi juga dari pola penyelesaian yang konsisten pada kedua jenis tes serta diperkuat oleh penjelasan verbal saat wawancara. Peserta didik yang menguasai konsep dasar dengan baik terlihat lebih mudah dalam membangun representasi visual yang sesuai saat menyelesaikan soal trigonometri dan terarah pada tes kemampuan berpikir visual. Sebaliknya, rendahnya penguasaan konsep dasar menyebabkan peserta didik mengalami kesalahan dalam membuat dan menggunakan representasi visual dan pemilihan perbandingan trigonometri. Berdasarkan hasil wawancara dengan subjek TAP menyatakan bahwa

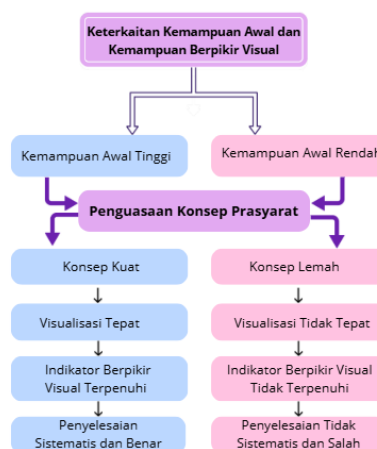
P : Bagaimana kamu menghubungkan informasi yang diketahui dan ditanyakan pada soal tersebut?

TAP : Dengan membayangkannya seperti soal teorema pythagoras.

Keterkaitan tersebut juga terlihat dari hasil wawancara subjek TAP yang menyatakan bahwa penyelesaian soal dilakukan “dengan membayangkannya seperti soal teorema Pythagoras”. Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa penguasaan konsep prasyarat membantu peserta didik dalam membangun representasi visual selama proses penyelesaian masalah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penguasaan konsep awal menjadi landasan penting dalam memahami materi baru. Sejalan dengan pendapat Ruseffendi (2006), konsep-konsep dalam matematika saling berkaitan dan dipelajari secara bertahap sehingga penguasaan konsep prasyarat sangat menentukan keberhasilan pada materi berikutnya. Dalam perspektif perkembangan kognitif, Piaget (dalam Nashar, 2004) menjelaskan bahwa setiap anak yang mengembangkan kemampuan berpikirnya menurut tahapan yang teratur. Artinya, penguasaan konsep dasar yang telah dimiliki akan memengaruhi bagaimana peserta didik memahami dan merepresentasikan informasi baru.

Jika dianalisis lebih lanjut, hubungan kedua kemampuan terlihat dari cara peserta didik memanfaatkan visualisasi dalam proses penyelesaian masalah selama proses penyelesaian. Peserta didik dengan kemampuan awal tinggi mampu memanfaatkan visualisasi sebagai alat berpikir dalam menyusun strategi penyelesaian masalah. Representasi visual yang dibuat tidak hanya berfungsi sebagai ilustrasi, tetapi juga membantu peserta didik dalam menentukan hubungan sisi, sudut, dan konsep perbandingan trigonometri secara tepat. Sebaliknya, peserta didik dengan kemampuan awal rendah cenderung menggunakan ilustrasi hanya sebagai pelengkap jawaban dan belum mampu menghubungkannya dengan konsep trigonometri secara konsisten. Pernyataan ini sejalan dengan pandangan Arnheim (1997) bahwa representasi visual berperan dalam membantu peserta didik membangun pemahaman konsep matematika, bukan sekadar ilustrasi.

Berdasarkan uraian tersebut, keterkaitan antara kemampuan awal dan kemampuan berpikir visual peserta didik dapat dilihat melalui perbedaan karakteristik pada kategori kemampuan awal tinggi dan rendah. Untuk memperjelas keterkaitan tersebut, disajikan pada Gambar berikut.



Gambar 5. Keterkaitan kemampuan awal dan kemampuan berpikir visual

Berdasarkan Gambar 5., terlihat bahwa kemampuan awal memengaruhi kualitas representasi visual yang digunakan peserta didik, yang selanjutnya berdampak pada proses dan hasil penyelesaian soal. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang jelas antara peserta didik dengan kemampuan awal tinggi dan rendah dalam memanfaatkan visualisasi.

Sementara itu, pada kategori kemampuan awal rendah, keterbatasan konsep awal terlihat jelas pada semua indikator visual. Pada *looking*, subjek sering tidak mampu menentukan informasi penting, sedangkan *seeing* memperlihatkan ilustrasi yang belum mendukung pemecahan masalah atau salah. Indikator *imagining* menunjukkan kesulitan dalam menyusun langkah penyelesaian yang benar, dan pada *showing & telling*, penjelasan cenderung tidak runtut dan kurang mengaitkan konsep secara tepat. Kondisi ini memperkuat temuan Fajri & Nida (2019) dan Yaniartini et al. (2019) bahwa rendahnya penguasaan konsep dasar turut memengaruhi kemampuan peserta didik dalam menggunakan visualisasi, sehingga visualisasi belum berfungsi sebagai alat berpikir yang optimal.

Berdasarkan hasil penelitian, hubungan antara kemampuan awal dan kemampuan berpikir visual tidak hanya terlihat pada perbedaan kategori, tetapi juga pada kualitas penggunaan konsep dan representasi visual dalam menyelesaikan masalah trigonometri, tetapi juga pada kualitas pemanfaatan visualisasi dan kestabilan penggunaan konsep dalam menyelesaikan masalah trigonometri. Semakin baik penguasaan konsep prasyarat yang dimiliki peserta didik, semakin baik pula kualitas visualisasi yang digunakan dalam proses penyelesaian masalah, dan semakin konsisten konsep digunakan dalam proses penyelesaian. Selain itu, setiap indikator kemampuan berpikir visual dapat digunakan secara lebih optimal dalam menyelesaikan soal trigonometri dalam mendukung penyelesaian soal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dapat disimpulkan dari temuan studi dan percakapan bahwa kemampuan awal dan kemampuan berpikir visual peserta didik pada materi trigonometri memiliki keterkaitan yang erat. Peserta didik dengan kemampuan awal tinggi cenderung mampu membangun representasi visual secara lebih tepat, sistematis, dan konsisten dalam menyelesaikan permasalahan trigonometri. Sebaliknya, peserta didik dengan kemampuan awal rendah mengalami kesulitan dalam memahami hubungan sisi dan sudut, membangun representasi visual, serta menentukan strategi penyelesaian yang sesuai.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kemampuan berpikir visual tidak hanya berkaitan dengan kemampuan melihat atau menggambar ilustrasi, tetapi melibatkan proses mental dalam memahami, membangun, dan menggunakan representasi visual sebagai alat berpikir. Pada peserta didik dengan kemampuan awal rendah, kegagalan visualisasi tidak hanya disebabkan oleh lemahnya kemampuan spasial, tetapi juga dipengaruhi oleh belum terbentuknya penguasaan konsep prasyarat

seperti Teorema Pythagoras, bentuk akar, dan hubungan perbandingan dasar. Kondisi tersebut menyebabkan visualisasi yang dibangun belum mampu digunakan secara optimal dalam proses pemecahan masalah.

Selain itu, indikator kemampuan berpikir visual seperti *looking, seeing, imagining, serta showing & telling* menunjukkan keterkaitan yang saling mendukung. Kesulitan pada tahap memahami informasi awal cenderung memengaruhi kemampuan peserta didik dalam membangun visualisasi dan menjelaskan proses penyelesaian secara runtut. Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan awal berperan sebagai fondasi penting dalam mendukung berkembangnya kemampuan berpikir visual peserta didik pada pembelajaran trigonometri.

Hasil penelitian ini memberikan implikasi bahwa pembelajaran trigonometri perlu dirancang dengan memperhatikan penguasaan konsep prasyarat peserta didik serta memberikan dukungan visual yang sesuai untuk membantu proses pembentukan representasi mental secara lebih bermakna.

Saran

Disarankan bagi para guru berdasarkan temuan dari penelitian yang telah dilakukan. matematika untuk lebih memperhatikan kemampuan awal peserta didik sebelum memulai pembelajaran materi trigonometri, khususnya penguasaan konsep prasyarat seperti Teorema Pythagoras, bentuk akar, dan perbandingan dasar. Guru juga disarankan untuk menggunakan pembelajaran yang mendukung kemampuan berpikir visual melalui penggunaan gambar, diagram, visual scaffold, maupun media berbasis teknologi seperti dynamic geometry software agar peserta didik lebih mudah membangun representasi visual dalam memahami hubungan sisi dan sudut pada trigonometri.

Selain itu, pembelajaran sebaiknya tidak hanya berfokus pada penggunaan rumus, tetapi juga memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menjelaskan proses berpikir dan representasi visual yang digunakan dalam menyelesaikan masalah matematika.

Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk memperluas subjek penelitian dengan melibatkan lebih dari satu kelas atau sekolah agar diperoleh hasil penelitian yang lebih beragam. Penelitian selanjutnya juga dapat dilakukan pada materi matematika lainnya untuk melihat konsistensi keterkaitan antara kemampuan awal dan kemampuan berpikir visual pada topik yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Achdiyat, M., & Utomo, R. (2018). Kecerdasan Visual-Spasial, Kemampuan Numerik, dan Prestasi Belajar Matematika. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 7(3). <https://doi.org/10.30998/formatif.v7i3.2234>
- Arnheim, R. (1997). Visual Thinking. In (*No Title*) (2 nd). University of California Press. https://books.google.co.id/books?id=80_hEAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id&source=gs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Awaluddin, M. R. N., Yani, T. A., Siregar, N., & Meldi, N. F. (2024). Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Dalam Menyelesaikan Permasalahan Matematika Ditinjau Dari Kemampuan Awal Siswa. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika*, 17(2), 174. <https://doi.org/10.30870/jppm.v17i2.28816>
- Dong, A., Jong, M. S.-Y., & King, R. B. (2020). How Does Prior Knowledge Influence Learning Engagement? The Mediating Roles of Cognitive Load and Help-Seeking. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.591203>
- Fajri, N., & Nida, I. (2019). Analisis Kesulitan Siswa Kelas X SMA negeri 6 aceh barat daya pada materi trigonometri. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika Al Qalasadi*, 3(2), 12–22. <https://doi.org/10.32505/qalasadi.v3i2.1179>
- Haryani, D., Subagjo, A., Hamdani, M., Ali Hasan, Q., & Widyanti, N. (2022). Analysis Of The Difficulties Of Class X Students Of SMKN 4 Palangka Raya In Solving Trigonometry Problems. *Jurnal Pendidikan*, 23(1), 30–39. <https://doi.org/10.52850/jpn.v23i1.4667>
- Irawan, M. I., Mukhlash, I., & Adzkiya, D. (2019). Student visual thinking schemes in understanding the concept of solving trigonometric equations. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(12), 2528–2531.

- Kamber, D., & Takaci, D. (2018). On problematic aspects in learning trigonometry. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(2), 161–175. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2017.1357846>
- Nashar, H. (2004). *Peranan Motivasi dan Kemampuan awal dalam kegiatan Pembelajaran*. Jakarta: Delia Press.
- Nurizlan, A., Komala, E., & Monariska, E. (2022). Analisis Kesulitan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita pada Materi Trigonometri Ditinjau dari Langkah Polya. *PRISMA*, 11(2), 639. <https://doi.org/10.35194/jp.v11i2.2530>
- Presmeg, N. (2006). Research on visualization in learning and teaching mathematics. *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education*, 205–235.
- Rahmawati, D., & Afriansyah, E. A. (2023). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Melalui Proses Planning, Execution, Dan Revision Ditinjau dari Kemampuan Awal Matematis Siswa. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 191–208. <https://doi.org/10.31980/plusminus.v3i2.3130>
- Ramadani, A. H., & Ekohariadi, M. P. (2024). *Mengukur Kecerdasan Spasial Siswa*. Cendikia Mulia Mandiri.
- Ruseffendi, E. T. (2006). *Pengantar kepada membantu guru mengembangkan kompetensinya dalam pengajaran matematika untuk meningkatkan CBSA*. Tarsito.
- Sugiyono. (2023). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Sulia Anis Prastika, Abi Suwito, & Susanto. (2023). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan LKPD berbasis Inkuiri Terbimbing Materi Trigonometri Kelas X. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 3(3), 475–483. <https://doi.org/10.29303/griya.v3i3.365>
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(88\)90023-7](https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90023-7)
- Syaifuddin, M., Darmayanti, R., & Rizki, N. (2022). Development of a two-tier multiple-choice (TTMC) diagnostic test for geometry materials to identify misconceptions of middle school students. *Jurnal Silogisme: Kajian Ilmu Matematika Dan Pembelajarannya*, 7(2).
- Utami, C. T. P., Mardiyana, & Triyanto. (2019). The identification of visual representation ability of junior high school students in solving geometry problems. *Journal of Physics: Conference Series*, 1180, 012014. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1180/1/012014>
- Veith, J. M., Machisi, E., Ubben, M. S., Hennig, F., & Bitzenbauer, P. (2025). Analysis of high school students' mental models of angles. *Frontiers in Education*, 10. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1679857>
- Wahyuni, G., Mujib, A., & Zahari, C. L. (2022). Analisis Kemampuan Berpikir Visual Siswa Ditinjau Dari Adversity Quotient. *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala*, 7(2), 289–295. <https://doi.org/10.58258/jupe.v7i2.3335>
- Wardah, A., Wulandari, K. D., Nurirrohman, S. M., & Bakar, M. Y. A. (2025). Mengidentifikasi Pembelajaran Berbasis Kemampuan Awal: Menyesuaikan Pengajaran Dengan Potensi Siswa. *JURNAL ILMIAH NUSANTARA*, 2(3), 830–841.
- Wardhana, I. R., Rohmah, N. N. S., Surahmat, & Fuady, A. (2026). *Why do high school students struggle with trigonometric problems? A newman's error analysis perspective*. 050028. <https://doi.org/10.1063/5.0319198>
- Winkel. (2013). *Psikologi Pengajaran*. Media Abadi.
- Wulandari, K. D., Wardah, A., Syarifah, L., & Bakar, M. Y. A. (2024). Optimalisasi pembelajaran melalui pemahaman kemampuan awal peserta didik. *Journal Sains Student Research*, 2(6), 34–45.
- Xonkulov, U., Kurudirek, A., & Hennig, F. (2026). The impact of integrating visual and illustrative models in learning trigonometry. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 22(4), em2821. <https://doi.org/10.29333/ejmste/18332>
- Yaniartini, Y., Hartoyo, A., & Hamdani, H. (2019). Kemampuan Visual Thinking Dalam Translasi Representasi Materi Perbandingan Trigonometri Siswa Sma Negeri 5 Pontianak. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 8(10). <https://doi.org/https://doi.org/10.26418/jppk.v9i4.37017>