

Desain Asesmen Keterampilan Pemecahan Masalah Trigonometri SMA Terintegrasi *GeoGebra Classroom*

Ilma Nuril Taqwim^{1*}, Masriyah¹, Yurizka Melia Sari¹

¹Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v15n3.p866-884>

Article History:

Received: 20 January 2026

Revised: 11 August 2026

Accepted: 20 September 2026

Published: 26 September 2026

Keywords:

Digital Assessment;
GeoGebra Classroom;
Instrument Development;
Problem-Solving
Assessment

*Corresponding author:

ilmanuril.21066@mhs.unesa.ac.id

Abstract: The limited use of GeoGebra Classroom as a process-based assessment tool for measuring trigonometry problem-solving skills at the senior high school level highlights the need for an alternative technology-based assessment. This study aims to describe the development process and produce a trigonometry problem-solving skills assessment design for high school students integrated with GeoGebra Classroom and fulfilling the criteria of validity, practicality, and effectiveness. This study uses a research and development method with reference to the nine steps of instrument development according to Retnawati, which include formulating instrument objectives, determining theory and material coverage, compiling indicators, developing test items, expert validation, revision, trial, data analysis, and assembling the final instrument. The results show that the assessment design development process was carried out according to the stages of Retnawati's model and produced six descriptive test items on the trigonometric comparison material of right triangles integrated with GeoGebra Classroom, with very high content validity (Aiken's $V = 0.90 - 0.97$), practicality in the practical to very practical category, and effectiveness indicated by the proportional level of item difficulty and sufficient to very good discrimination power. Based on these results, it is concluded that the developed trigonometry problem-solving skills assessment design fulfills the criteria of validity, practicality, and effectiveness. Thus, this assessment design has implications as an alternative technology-based assessment that is suitable for use in high school trigonometry learning to support visualization, exploration, and measurement of students' problem-solving skills.

PENDAHULUAN

Pemecahan masalah adalah salah satu jenis keterampilan berpikir tingkat lanjut yang menjadi fokus utama dalam pengajaran matematika. Keterampilan ini tidak hanya berhubungan dengan kemampuan untuk menjawab pertanyaan, tetapi juga mencakup kemampuan untuk memahami situasi, merancang strategi penyelesaian, melaksanakan strategi dengan akurat, dan meninjau kembali hasil yang didapat. Menurut George Pólya (1957), proses pemecahan masalah terdiri dari empat langkah, yaitu memahami situasi, merencanakan solusi, menjalankan rencana, dan memeriksa kembali hasil yang diperoleh. Dalam konteks pembelajaran matematika, kemampuan untuk memecahkan masalah sangat penting karena membantu siswa menghubungkan konsep matematis dengan kehidupan sehari-hari serta mengembangkan pola pikir yang logis, sistematis, dan reflektif.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000) menempatkan pemecahan masalah sebagai salah satu proses utama dalam pembelajaran matematika. Pemecahan

masalah tidak hanya dipandang sebagai tujuan pembelajaran, tetapi juga sebagai sarana untuk membangun pengetahuan matematis dan mengembangkan kemampuan siswa dalam menghadapi permasalahan pada berbagai konteks. NCTM menegaskan bahwa pembelajaran matematika perlu memberikan kesempatan kepada siswa untuk membangun pengetahuan baru melalui pemecahan masalah, menyelesaikan masalah yang muncul dalam matematika maupun konteks lainnya, serta menerapkan dan menyesuaikan berbagai strategi pemecahan masalah. Dengan demikian, peningkatan kemampuan pemecahan masalah menjadi salah satu aspek penting dalam pembelajaran matematika di tingkat sekolah menengah.

Di Indonesia, penguatan keterampilan dalam memecahkan masalah menjadi fokus utama baik dalam Kurikulum 2013 maupun Kurikulum Merdeka yang lebih menekankan pada pemahaman konsep yang mendalam serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari (Rosmiati et al., 2023). Namun, berbagai studi mengindikasikan bahwa kemampuan siswa dalam memecahkan masalah, khususnya dalam topik trigonometri, masih tergolong rendah. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa siswa tingkat SMA menghadapi tantangan dalam merancang strategi penyelesaian dan mengaplikasikan konsep trigonometri pada soal-soal kontekstual yang kompleks (Khofifah, 2024). Keadaan ini mencerminkan adanya jurang antara tuntutan kurikulum dan implementasi pembelajaran serta evaluasi matematika di sekolah.

Salah satu penyebab rendahnya keterampilan penyelesaian masalah di kalangan siswa adalah metode penilaian yang masih terfokus pada soal-soal yang bersifat prosedural. Penilaian prosedural biasanya hanya mengharuskan siswa untuk mengikuti langkah-langkah algoritma guna mendapatkan jawaban yang benar, sehingga kurang memberikan kesempatan bagi siswa untuk menggali pemahaman konsep, strategi pemecahan, serta proses berpikir yang mereka miliki (Santos-trigo, 2024). Sebagai hasilnya, siswa cenderung terbiasa menyelesaikan soal secara mekanis dan mengalami kesulitan ketika menghadapi situasi yang membutuhkan kemampuan berpikir kritis dan reflektif (Alfitri et al., 2024).

Hasil observasi di lapangan selama pelaksanaan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) pada semester ganjil tahun ajaran 2024/2025 menunjukkan bahwa penilaian matematika di sekolah mulai memanfaatkan teknologi, seperti *Google Form*, namun masih terfokus pada jawaban akhir dari siswa. Proses berpikir siswa dalam memahami masalah, mengembangkan strategi penyelesaian, dan merefleksikan solusi yang didapatkan belum sepenuhnya dioptimalkan. Situasi ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Maulidia (2025) yang mengindikasikan bahwa keterbatasan waktu dan pemahaman guru menjadi hambatan utama dalam menciptakan instrumen penilaian yang dapat mengukur proses berpikir siswa secara mendalam. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi dalam penilaian yang tidak hanya menekankan pada hasil akhir, tetapi juga dapat mendokumentasikan dan mengevaluasi proses pemecahan masalah siswa dengan cara yang lebih menyeluruh.

Salah satu strategi yang mungkin memenuhi tuntutan tersebut adalah evaluasi kemampuan dalam memecahkan masalah yang terintegrasi dengan teknologi. *GeoGebra Classroom* adalah platform untuk belajar matematika yang berbasis web, yang memungkinkan siswa untuk berinteraksi secara aktif dengan objek matematika, sambil memberikan kemudahan bagi guru dalam memantau perkembangan pembelajaran siswa secara langsung (Ritmayanti et al., 2024). Dengan fitur eksploratif dan visualisasi yang interaktif, *GeoGebra Classroom* dapat mendukung siswa dalam merancang dan melaksanakan pendekatan pemecahan masalah serta merenungkan solusi yang telah ditemukan.

Dalam topik perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku, penggunaan teknologi dinamis seperti *GeoGebra* memiliki potensi untuk membantu siswa memahami hubungan antara besar sudut dan panjang sisi segitiga. Konsep sinus, cosinus, dan tangen tidak hanya berkaitan dengan manipulasi simbolik, tetapi juga dapat direpresentasikan secara geometris sehingga siswa dapat mengamati perubahan hubungan antara sudut dan sisi secara lebih konkret. Pada materi trigonometri, Mosese dan Ogbonnaya (2021) menunjukkan bahwa penggunaan *GeoGebra* dapat mendukung kemampuan siswa dalam menghubungkan berbagai representasi fungsi trigonometri serta menganalisis dan menginterpretasikan grafiknya. Pemanfaatan *GeoGebra Classroom* juga memberikan peluang untuk mengintegrasikan aktivitas eksplorasi matematis dengan asesmen secara langsung. Hal tersebut sejalan dengan Rosyidi et al. (2024) yang mengembangkan asesmen pemecahan masalah matematika terintegrasi *GeoGebra Classroom* pada siswa sekolah menengah pertama. Dengan demikian, integrasi *GeoGebra Classroom* dalam asesmen perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku di jenjang SMA berpotensi memberikan representasi visual yang mendukung siswa dalam memahami konsep sekaligus menyelesaikan permasalahan matematika secara lebih bermakna.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *GeoGebra* dapat mendukung pengembangan kemampuan matematis dan pemecahan masalah siswa. Hasil analisis bibliometrik menunjukkan bahwa penggunaan *GeoGebra* dalam kaitannya dengan kemampuan pemecahan masalah matematis telah menjadi salah satu topik yang banyak diteliti dalam pendidikan matematika (Tamur et al. 2022). Selain itu, hasil meta-analisis menunjukkan bahwa pembelajaran matematika berbantuan *GeoGebra* memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan matematis siswa (Anzani dan Juandi, 2022). Pada materi trigonometri, Mosese dan Ogbonnayaet (2021) menemukan bahwa penggunaan *GeoGebra* berpengaruh positif terhadap kemampuan siswa dalam menghubungkan berbagai representasi fungsi trigonometri serta menganalisis dan menginterpretasikan grafik fungsi trigonometri. Temuan tersebut menunjukkan bahwa *GeoGebra* memiliki potensi sebagai teknologi yang mendukung aktivitas matematis siswa, termasuk dalam memahami konsep dan menyelesaikan permasalahan matematika. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih menempatkan *GeoGebra* sebagai media atau alat bantu dalam proses pembelajaran, sedangkan pemanfaatannya sebagai bagian dari instrumen asesmen masih relatif terbatas.

Salah satu penelitian yang secara khusus mengembangkan asesmen pemecahan masalah matematika terintegrasi *GeoGebra Classroom* dilakukan oleh Rosyidi et al. (2024). Penelitian tersebut mengembangkan asesmen pemecahan masalah berbasis *GeoGebra Classroom* untuk siswa sekolah menengah pertama. Dengan demikian, penelitian yang secara khusus mengembangkan asesmen keterampilan pemecahan masalah pada materi trigonometri yang terintegrasi dengan *GeoGebra Classroom* pada jenjang sekolah menengah atas masih memiliki ruang untuk dikembangkan.

Berdasarkan penjelasan tersebut, terungkap bahwa masih ada celah dalam penelitian mengenai pengembangan penilaian keterampilan pemecahan masalah trigonometri yang tidak hanya menilai hasil akhir, tetapi juga dapat mengkaji proses berpikir siswa secara menyeluruh melalui penggunaan teknologi yang bersifat eksploratif. Karena itu, penelitian ini berfokus pada pembuatan desain penilaian keterampilan pemecahan masalah trigonometri bagi siswa SMA yang terintegrasi dengan *GeoGebra Classroom*, khususnya berkaitan dengan materi perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan desain penilaian yang valid, praktis, dan efektif, serta memberikan kontribusi baik dari sisi teori maupun praktik dalam pengembangan penilaian matematika yang sesuai dengan kebutuhan Kurikulum Merdeka dan pembelajaran di abad ke-21.

METODE

Penelitian ini merupakan suatu pengembangan yang bertujuan untuk menciptakan desain penilaian keterampilan penyelesaian masalah trigonometri bagi siswa SMA, yang terintegrasi dengan penggunaan *GeoGebra Classroom*. Metodologi pengembangan instrumen yang diterapkan mengacu pada pendekatan yang diusulkan oleh Retnawati (2016), yang menekankan pengembangan penilaian secara terstruktur melalui serangkaian tahap, termasuk perencanaan, penyusunan item, validasi, revisi, pengujian, analisis, hingga penggabungan instrumen. Pendekatan ini dipilih karena dianggap tepat untuk menghasilkan alat penilaian yang memenuhi kriteria kevalidan, kepraktisan, dan efektivitas.

Pengembangan instrumen asesmen matematika harus dilakukan dengan cara yang terencana dan sistematis, dimulai dari langkah perencanaan, pembuatan soal, validasi, pengujian, hingga analisis karakteristik soal, sehingga kualitas pengukuran kemampuan peserta didik bisa dipastikan. Sepakat dengan pendapat Syamsuddin et al. (2023), asesmen matematika yang efektif harus mematuhi aspek validitas, kepraktisan, dan efektivitas, serta dikembangkan melalui langkah-langkah yang teratur. Dengan demikian, penerapan model pengembangan alat ukur sesuai dengan pandangan Retnawati (2016) dalam penelitian ini dianggap tepat untuk menciptakan asesmen yang berkualitas dalam keterampilan pemecahan masalah.

Berdasarkan prinsip tersebut, pengembangan asesmen dimulai dengan menetapkan tujuan dari alat ukur ini, yakni untuk menilai kemampuan siswa SMA dalam pemecahan masalah trigonometri. Tahap selanjutnya adalah menentukan batasan materi, yang

berfokus pada perbandingan trigonometri dalam segitiga siku-siku, termasuk sinus, cosinus, dan tangen. Kemudian, indikator penilaian disusun berdasarkan studi teori pemecahan masalah serta taksonomi Bloom dengan penekanan pada keterampilan kognitif tingkat C4 (analisis) dan C5 (evaluasi). Indikator-indikator ini selanjutnya dikembangkan menjadi soal asesmen yang berbentuk esai dengan karakteristik terbuka, ill-structured, dan kontekstual, serta dirancang untuk diselesaikan melalui eksplorasi visual menggunakan *GeoGebra Classroom*. Setiap soal disusun merujuk pada langkah-langkah pemecahan masalah menurut George Pólya, yang meliputi pemahaman masalah, perencanaan strategi, pelaksanaan strategi, dan evaluasi kembali solusi.

Validasi isi dilakukan sebelum fase uji coba untuk memastikan bahwa penilaian yang dibuat telah sesuai dengan indikator keterampilan dalam memecahkan masalah, konten trigonometri, serta integrasi *GeoGebra Classroom*. Proses validasi melibatkan dua orang validator yang terdiri dari dosen di bidang pendidikan matematika dan seorang guru matematika. Evaluasi dilakukan terhadap materi, konstruksi, dan penggunaan bahasa. Data dari hasil validasi dianalisis dengan menggunakan indeks Aiken's V, dengan ketentuan bahwa item penilaian dianggap valid jika mendapatkan nilai $V \geq 0,80$. Selain itu, rekomendasi dan masukan kualitatif dari para validator digunakan sebagai dasar untuk memperbaiki instrumen sebelum dilaksanakan tahap percobaan.

Uji coba asesmen dilaksanakan di satu kelas siswa sekolah menengah atas yang sudah mempelajari topik perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku. Penelitian ini dilakukan di SMAN 3 Sidoarjo selama semester pertama tahun ajaran 2025/2026. Pemilihan partisipan untuk uji coba ditentukan berdasarkan kesesuaian antara keterampilan yang sudah dikuasai siswa dengan keterampilan yang diukur melalui alat penilaian. Dalam tahap pelaksanaan uji coba, penilaian dilakukan dengan menggunakan *GeoGebra Classroom*, di mana peran guru adalah sebagai pengarah, dan peneliti mengamati seluruh proses pelaksanaan penilaian.

Data penelitian diperoleh melalui validasi ahli, observasi, angket respons siswa, serta hasil pengerjaan asesmen. Kegiatan observasi dilakukan untuk menilai kepraktisan asesmen dari perspektif guru dan siswa, yang meliputi kemudahan penggunaan, kejelasan instruksi, daya tarik tampilan, serta efisiensi pelaksanaan asesmen terintegrasi *GeoGebra Classroom*. Selain itu, angket respons siswa digunakan untuk mengumpulkan data mengenai persepsi siswa terhadap manfaat asesmen, tingkat keterlibatan selama proses pengerjaan, dan kemudahan penggunaan *GeoGebra Classroom*.

Analisis Validitas Isi Asesmen

Validitas isi asesmen dianalisis menggunakan indeks Aiken's V yang didasarkan pada evaluasi oleh dua orang pakar (Nurjanah et al. 2023). Indeks ini berfungsi untuk menentukan seberapa besar kesepakatan di antara para validator terkait dengan kecocokan setiap item penilaian dengan indikator kemampuan menyelesaikan masalah yang diukur. Rumus Aiken's V disajikan sebagai berikut:

$$V = \frac{\sum s}{n(k-1)} \quad (1)$$

Keterangan:

s : r - 1 (r adalah rating yang diberikan validator)

n : jumlah validator

k : jumlah kategori skala penilaian

Interpretasi nilai Aiken's V dalam penelitian ini mengacu pada kriteria dari Nubatonis, pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria Interpretasi Nilai Aiken's V

Rentang Nilai Aiken's V	Kriteria Validitas	Keputusan
$V \geq 0,80$	Validitas tinggi	Layak digunakan
$0,60 \leq V < 0,80$	Validitas sedang	Perlu revisi minor
$V < 0,60$	Validitas rendah	Perlu revisi mayor

(Nubatonis et al., 2024)

Namun, sesuai dengan fokus penelitian ini, butir soal dinyatakan valid jika mendapatkan nilai Aiken's V $\geq 0,80$. Kriteria ini menunjukkan bahwa butir soal memiliki keselarasan yang tinggi antara indikator yang diukur dan konten soal, sehingga dapat diterapkan pada tahap uji coba instrumen.

Analisis Kepraktisan Asesmen

Kepraktisan asesmen dianalisis berdasarkan tiga sumber data, yaitu lembar observasi aktivitas guru, lembar observasi aktivitas siswa, dan angket respons siswa. Semua data dianalisis secara deskriptif dengan menghitung persentase skor kepraktisan. Perhitungan persentase dilakukan dengan rumus berikut:

$$P = \frac{\sum X}{N} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

X : skor yang diperoleh

N : skor maksimum

Interpretasi kategori kepraktisan merujuk pada Retnawati (2016), pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kriteria Kepraktisan Instrumen

Persentase Kepraktisan (P)	Kategori Kepraktisan
$P \geq 80\%$	Sangat praktis
$60\% \leq P < 80\%$	Cukup praktis
$P < 60\%$	Kurang praktis

(Retnawati, 2016)

Dalam penelitian ini, kepraktisan asesmen ditentukan berdasarkan hasil uji coba yang diperoleh melalui observasi aktivitas guru, observasi aktivitas siswa, dan angket respons siswa. Asesmen dinyatakan praktis jika memperoleh persentase $\geq 80\%$ pada hasil observasi atau menunjukkan respons positif dari siswa berdasarkan hasil angket yang diberikan.

Analisis Efektivitas Asesmen

Analisis efektivitas asesmen dalam penelitian ini dilakukan dengan menilai tingkat kesulitan dan daya beda dari setiap butir soal. Tingkat kesulitan dihitung dengan

membandingkan proporsi skor yang diraih siswa terhadap skor maksimum yang dapat dicapai. Perhitungan tingkat kesulitan menggunakan rumus berikut:

$$E = \frac{\text{rata-rata skor siswa}}{\text{skor maksimum}} \quad (3)$$

Nilai E (*p-value*) berangka antara 0 dan 1. Penafsiran tentang tingkat kesulitan butir mengacu pada pedoman *Classical Test Theory* (CTT) yang banyak diterapkan dalam penelitian pendidikan modern (Ohiri and Okoye, 2023). Dengan meningkatnya nilai E, butir soal dianggap semakin mudah untuk siswa. Kriteria penafsiran tingkat kesulitan diuraikan dalam Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kriteria Tingkat Kesulitan Butir Soal

Nilai Indeks Kesulitan (p)	Kategori Tingkat Kesulitan
$p \geq 0,70$	Mudah
$0,30 \leq p < 0,70$	Sedang
$p < 0,30$	Sulit

(Ohiri & Okoye, 2023)

Butir soal dengan tingkat kesulitan sedang dianggap paling sesuai karena dapat memunculkan variasi performa siswa yang lebih bervariasi, sehingga mampu membedakan kemampuan siswa secara efektif dan cocok digunakan dalam asesmen pembelajaran di kelas (Ohiri & Okoye, 2023). Selanjutnya, analisis efektivitas asesmen dilanjutkan dengan menganalisis daya beda setiap butir soalnya. Daya beda dihitung dengan cara membandingkan rata-rata skor dari kelompok atas dan kelompok bawah menggunakan rumus berikut:

$$D = \frac{M_A - M_B}{N} \quad (4)$$

Keterangan:

MA : rata-rata skor kelompok atas

MB : rata-rata skor kelompok bawah

N : jumlah siswa di setiap kelompok

Penafsiran daya beda didasarkan pada kriteria dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Kriteria Tingkat Kesulitan Butir Soal

Nilai Daya Beda (D)	Kategori Daya Beda
$D \geq 0,40$	Daya beda tinggi
$0,20 \leq D < 0,40$	Daya beda cukup
$D < 0,20$	Daya beda rendah

(Faiz et al. 2022)

Menurut analisis tingkat kesulitan dan daya beda, asesmen dinyatakan efektif jika mengindikasikan tingkat kesulitan dalam kategori mudah hingga sedang serta daya beda minimal tergolong cukup ($D \geq 0,20$). Kriteria ini menunjukkan bahwa butir soal memiliki kemampuan mengukur kemampuan siswa dengan proporsional dan membedakan tingkat kemampuan antarsiswa. Dalam penelitian ini, hasil analisis tingkat kesulitan dan daya beda diterapkan untuk menilai efektivitas asesmen sesuai dengan teori tes klasik yang dikemukakan oleh Ridwan et al. (2021).

Hasil analisis ini digunakan sebagai acuan dalam merumuskan instrumen akhir yang siap diterapkan sebagai asesmen keterampilan pemecahan masalah trigonometri yang terintegrasi dengan *GeoGebra Classroom*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pengembangan Desain Asesmen

Pengembangan desain asesmen keterampilan pemecahan masalah trigonometri siswa SMA yang terintegrasi dengan *GeoGebra Classroom* dilakukan berdasarkan sembilan langkah dari model pengembangan instrumen yang diusulkan oleh Retnawati (2016). Proses pengembangan ini dimulai dengan penyusunan tujuan instrumen hingga menghasilkan instrumen akhir yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Tahapan-tahapan pengembangannya adalah sebagai berikut: (1) Menyusun tujuan instrumen: Tujuan instrumen ditentukan untuk mengukur keterampilan pemecahan masalah trigonometri siswa SMA, yang mencakup kemampuan untuk memahami masalah hingga mengevaluasi solusi yang ditemukan; (2) Menentukan teori dan cakupan materi: Materi yang digunakan dalam penelitian ini berfokus pada perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku, karena relevansi materi tersebut dengan situasi nyata dan kecocokannya dengan *GeoGebra Classroom*; (3) Menyusun indikator butir soal: Indikator untuk asesmen mencakup kemampuan siswa dalam menganalisis hubungan konsep trigonometri, mengidentifikasi permasalahan, serta menilai efektivitas solusi melalui penggunaan *GeoGebra Classroom*; (4) Menyusun butir instrumen: Peneliti menyusun enam butir soal uraian yang bersifat *contextual*, *ill-structured*, dan *open-ended*, memberikan siswa kesempatan untuk menunjukkan proses berpikir, strategi penyelesaian, dan kemampuan analisis yang mereka miliki; (5) Melakukan validasi isi instrumen: Proses validasi dilakukan oleh guru matematika dan dosen yang berkompeten dengan menilai aspek kesesuaian materi, konstruksi soal, bahasa, serta integrasi *GeoGebra Classroom* dalam asesmen; (6) Melakukan revisi berdasarkan masukan dari validator: Revisi dilakukan dengan memperjelas redaksi soal, menyesuaikan sudut pandang dan asumsi matematis, serta memastikan konteks soal selaras dengan konsep trigonometri yang diukur; (7) Melaksanakan uji coba instrumen: Uji coba dilakukan di kalangan siswa SMA untuk mengevaluasi tingkat kepraktisan dan efektivitas asesmen terintegrasi *GeoGebra Classroom*; (8) Menganalisis data hasil uji coba: Analisis dilakukan pada validitas, kepraktisan, dan efektivitas instrumen dengan menggunakan indeks Aiken's V, persentase kepraktisan, tingkat kesulitan, dan daya beda soal; (9) Merakit instrumen final: Semua hasil analisis digunakan sebagai landasan dalam menetapkan instrumen akhir yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Tampilan dari asesmen ditunjukkan pada Gambar 1.

Saat di sekolah, bayangkan kamu ingin mengetahui tinggi pintu kelas. Karena tidak membawa alat ukur yang cukup panjang, kamu berdiri sejauh 3 meter dari pintu dan memperkirakan sudut pandang ke bagian atas pintu sekitar 15° . Sudut ini adalah sudut antara pandangan mata kamu ke arah bagian atas pintu dan garis datar sejajar tanah, yang dalam matematika dikenal sebagai sudut elevasi. Untuk tinggi dari lantai ke mata, sesuaikan dengan tinggi badanmu.

Perhatikan Gambar 1 yang menunjukkan situasi ini. Untuk memahami maksud sudut elevasi, lihat juga Gambar 2 yang memperlihatkan contoh sudut elevasi pada sebuah objek.



Gambar

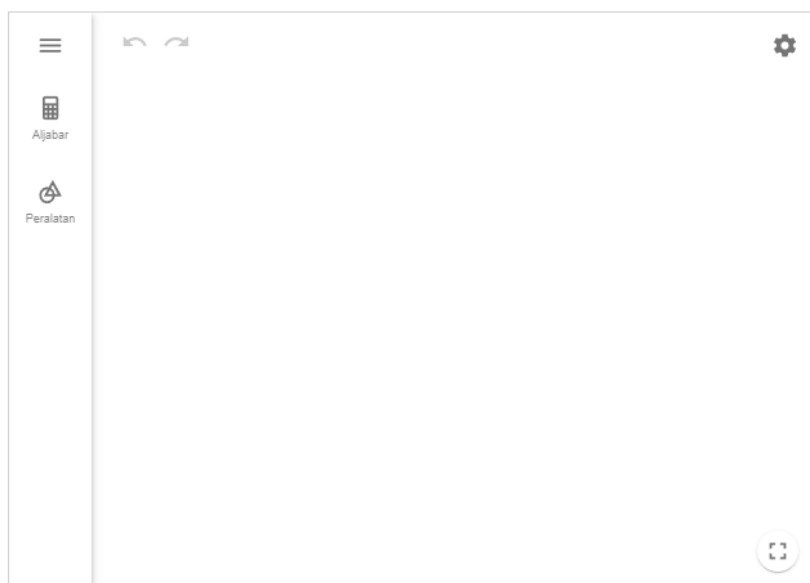


Gambar 2

Pertanyaan:

- Buat model berdasarkan situasi di atas menggunakan GeoGebra. Jelaskan langkah-langkah yang kamu lakukan dan hal-hal yang kamu perhatikan dari bentuk tersebut.
- Berdasarkan model di GeoGebra, jelaskan bagaimana hubungan antara sisi mendarat dan sisi tegak segitiga siku-siku dengan menggunakan perbandingan trigonometri, lalu gunakan hubungan tersebut untuk menghitung tinggi pintu dari data yang ada.
- Menurutmu, apa yang terjadi pada model segitiga dan hasil perhitungan tinggi pintu jika jarak kamu dari pintu lebih jauh sehingga sudut pandang menjadi lebih kecil?

Task 1: Tempat Menggambar dan Menjawab



Gambar 1. Contoh Soal Asesmen Trigonometri Terintegrasi GeoGebra Classroom

Validitas Asesmen

Validasi isi instrumen asesmen dilakukan oleh dua validator, yaitu guru matematika SMA dan dosen ahli pendidikan matematika. Keterlibatan kedua validator bertujuan untuk memastikan bahwa butir soal tidak hanya sesuai dengan konsep dan tujuan pengukuran, tetapi juga memiliki bahasa yang jelas, konstruksi yang tepat, konteks yang realistis, serta dapat dipahami oleh siswa. Setiap butir soal dinilai berdasarkan 10 indikator yang mencakup aspek materi, konstruksi, dan bahasa dengan rentang skor 1–4. Hasil perhitungan indeks Aiken's V untuk setiap butir asesmen disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Aiken's V Validitas Isi

No. Soal	V Guru (Final)	V Dosen (Final)	V Gabungan	Kategori
1	1.00	0.87	0.93	Sangat Tinggi
2	1.00	0.87	0.93	Sangat Tinggi
3	1.00	0.87	0.93	Sangat Tinggi
4	1.00	0.93	0.97	Sangat Tinggi
5	1.00	0.87	0.93	Sangat Tinggi
6	1.00	0.80	0.90	Sangat Tinggi

Hasil validasi menunjukkan bahwa nilai Aiken's V gabungan pada keenam butir soal berada pada rentang 0,90–0,97. Seluruh nilai tersebut termasuk dalam kategori sangat tinggi sehingga keenam butir soal memenuhi kriteria validitas isi. Validator guru memberikan nilai Aiken's V sebesar 1,00 pada seluruh butir setelah dilakukan revisi. Sementara itu, validator dosen memberikan nilai pada rentang 0,80–0,93. Butir nomor 6 memperoleh nilai terendah dari validator dosen, yaitu 0,80. Meskipun demikian, nilai tersebut masih memenuhi batas minimal validitas isi yang ditetapkan, yaitu Aiken's V $\geq$ 0,80. Setelah penilaian kedua validator digabungkan, butir nomor 6 memperoleh nilai Aiken's V sebesar 0,90 dan termasuk dalam kategori sangat tinggi. Dengan demikian, seluruh butir soal dinyatakan layak digunakan pada tahap uji coba.

Selain menghasilkan penilaian kuantitatif, proses validasi juga memberikan masukan yang digunakan sebagai dasar penyempurnaan instrumen. Revisi dilakukan pada beberapa aspek, meliputi keterbacaan bahasa, kejelasan redaksi, konstruksi soal, kejelasan informasi matematis, serta kesesuaian konteks dengan tujuan pengukuran. Dengan demikian, proses validasi tidak hanya digunakan untuk menentukan tingkat validitas instrumen, tetapi juga untuk memperbaiki kualitas setiap butir soal sebelum digunakan pada tahap uji coba.

Revisi Berdasarkan Masukan Validator

Validasi dilakukan secara bertahap dengan memberikan instrumen penilaian dan kolom masukan tertulis kepada masing-masing validator. Masukan dari guru matematika terutama berfokus pada aspek keterbacaan bahasa, kejelasan redaksi, dan kemudahan pemahaman soal oleh siswa. Guru memberikan masukan bahwa beberapa butir soal, khususnya soal nomor 2 dan 3, masih berpotensi menimbulkan penafsiran ganda. Ketidakjelasan tersebut berkaitan dengan penentuan objek yang diamati, sudut yang digunakan dalam perhitungan trigonometri, serta informasi tambahan yang tidak secara langsung digunakan dalam penyelesaian soal. Selain itu, beberapa kalimat dinilai terlalu panjang sehingga kurang efektif dan berpotensi mengganggu fokus siswa terhadap inti permasalahan.

Berdasarkan masukan tersebut, peneliti melakukan revisi dengan menyederhanakan redaksi kalimat, menghilangkan informasi yang tidak esensial, serta memperjelas objek dan sudut yang digunakan dalam penyelesaian. Penjelasan mengenai posisi pengamat dan sudut yang dimaksud juga dibuat lebih eksplisit agar siswa tidak memperoleh lebih dari satu kemungkinan interpretasi. Revisi tersebut dilakukan dengan tetap mempertahankan konteks dan tujuan pengukuran pada setiap butir soal. Setelah revisi, guru memberikan

penilaian sebesar 1,00 pada seluruh butir, yang menunjukkan bahwa dari aspek yang dinilai oleh guru, butir soal telah memenuhi kriteria yang diharapkan.

Masukan dari dosen ahli pendidikan matematika lebih menitikberatkan pada aspek konstruksi soal, ketepatan konsep trigonometri, kejelasan kondisi matematis, dan kesesuaian tuntutan soal dengan kemampuan pemecahan masalah yang diukur. Salah satu masukan diberikan pada soal nomor 6 yang memperoleh nilai Aiken's V sebesar 0,80 dari validator dosen. Dosen menyarankan agar perintah pada bagian c dibuat lebih konkret. Perintah untuk melakukan evaluasi terhadap rancangan diganti menjadi perintah untuk memberikan contoh rancangan yang sesuai dengan standar beserta alasannya. Perubahan tersebut dilakukan agar siswa memperoleh arahan yang lebih jelas mengenai hasil yang diharapkan dari proses penyelesaian soal.

Menindaklanjuti masukan tersebut, peneliti melakukan perubahan pada konstruksi dan redaksi soal nomor 6. Perintah pada bagian c diubah sehingga siswa tidak hanya diminta menentukan rancangan yang dianggap lebih efektif, tetapi juga diarahkan untuk memberikan contoh rancangan yang memenuhi rekomendasi kemiringan dan menjelaskan alasan berdasarkan hasil perhitungan. Revisi tersebut bertujuan agar siswa dapat memahami tuntutan soal secara lebih langsung dan menunjukkan proses pengambilan keputusan berdasarkan konsep trigonometri.

Perubahan pada soal nomor 6 juga dilakukan pada konteks dan informasi matematis yang diberikan. Sebelum revisi, soal menyajikan dua rancangan tangga yang telah ditentukan, yaitu kelompok A dengan panjang sisi miring 10 meter dan tinggi vertikal 7 meter serta kelompok B dengan panjang sisi miring 10 meter dan tinggi vertikal 5 meter. Siswa kemudian diminta menggambar kedua rancangan, menghitung sudut, membandingkan hasil, dan mengevaluasi rancangan yang lebih efektif. Setelah revisi, konteks diubah menjadi perancangan jalan miring untuk akses disabilitas menuju lantai 2. Tinggi lantai ditetapkan sebesar 3,0 meter, sedangkan papan yang tersedia memiliki panjang 3 meter dan dapat disambung. Selain itu, diberikan rekomendasi bahwa kemiringan jalan miring sebaiknya tidak lebih dari 7° terhadap tanah.

Perubahan tersebut membuat kondisi matematis dalam soal menjadi lebih jelas sekaligus memberikan ruang kepada siswa untuk membuat alternatif rancangan. Pada versi sebelum revisi, dua rancangan telah ditentukan sejak awal sehingga siswa terutama berfokus pada perhitungan dan perbandingan. Pada versi sesudah revisi, siswa diminta membuat dua rancangan berbeda berdasarkan informasi yang tersedia, menghitung kemiringan masing-masing rancangan, menentukan kesesuaiannya dengan rekomendasi, serta memberikan contoh rancangan yang sesuai apabila rancangan awal belum memenuhi rekomendasi. Dengan demikian, tuntutan penyelesaian lebih terarah pada penggunaan hasil perhitungan untuk mengambil keputusan dan memberikan solusi.

Perubahan Soal Sebelum dan Sesudah Revisi

Salah satu perubahan butir soal ditunjukkan pada soal nomor 6. Perbandingan soal sebelum dan sesudah revisi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Revisi Soal Nomor 6

Sebelum Revisi	Setelah Revisi
Dalam proyek tugas akhir kelas, dua kelompok siswa merancang jalur tangga darurat dengan kemiringan tertentu agar tetap aman dan nyaman digunakan. Kelompok A merancang tangga dengan panjang sisi miring 10 meter dan tinggi vertikal 7 meter. Kelompok B merancang tangga dengan panjang sisi miring 10 meter dan tinggi vertikal 5 meter. Standar keamanan mengharuskan sudut kemiringan tangga mendekati 45° agar tidak terlalu curam maupun terlalu landai.	Sekolah ingin membuat jalan miring (bidang miring) untuk akses disabilitas menuju lantai 2 yang tingginya 3,0 m. Jalan miring ini harus nyaman dan aman, sehingga tidak terlalu curam. Di gudang sekolah tersedia papan-papan panjang 3 meter yang bisa digunakan untuk membuat jalan miring. Papan ini bisa disambung jika diperlukan. Menurut rekomendasi teknis, kemiringan jalan miring sebaiknya tidak lebih dari 7° terhadap tanah agar aman digunakan.
Tugasmu:	Tugas:
a. Gambarkan kedua rancangan tangga di <i>GeoGebra</i> .	a. Gambarkan dua rancangan berbeda menggunakan papan-papan tersebut agar bisa mencapai lantai 2.
b. Hitung dan bandingkan besar sudut pada masing-masing rancangan.	b. Hitung kemiringan jalan miring (sudut terhadap tanah) untuk masing-masing rancangan yang kamu buat.
c. Evaluasi mana rancangan yang lebih efektif dan sesuai standar keamanan. Berikan alasan matematis dan visual berdasarkan <i>GeoGebra</i> .	c. Berdasarkan perhitunganmu, apakah ada rancangan yang sesuai dengan rekomendasi? Jika belum, berikan contoh rancangan yang menurutmu sesuai dengan rekomendasi, jelaskan alasannya.

Perubahan pada soal nomor 6 menunjukkan bahwa revisi tidak hanya dilakukan pada aspek redaksi, tetapi juga pada konteks dan konstruksi soal. Pada versi sebelum revisi, dua rancangan telah ditentukan melalui panjang sisi miring dan tinggi vertikal sehingga siswa berfokus pada perhitungan dan perbandingan kedua rancangan. Setelah revisi, siswa diberikan kondisi masalah yang lebih terbuka melalui informasi mengenai tinggi lantai dan panjang papan yang tersedia, kemudian diminta menyusun dua rancangan berbeda. Perubahan tersebut memberikan kesempatan kepada siswa untuk menggunakan konsep trigonometri dalam menentukan dan mengevaluasi rancangan yang dibuat.

Perubahan juga dilakukan pada perintah bagian c. Pada versi awal, siswa diminta “mengevaluasi mana rancangan yang lebih efektif dan sesuai standar keamanan”. Perintah tersebut kemudian diubah menjadi permintaan untuk memberikan contoh rancangan yang sesuai dengan rekomendasi beserta alasannya. Perubahan ini dilakukan agar tuntutan penyelesaian lebih konkret dan siswa dapat menunjukkan hubungan antara hasil perhitungan sudut dengan keputusan terhadap rancangan yang dibuat. Dengan demikian, revisi pada soal nomor 6 memperjelas informasi matematis, tuntutan penyelesaian, dan hubungan antara konteks dengan konsep trigonometri yang diukur.

Berdasarkan hasil validasi akhir, seluruh butir soal memperoleh nilai Aiken’s V gabungan antara 0,90–0,97 dan termasuk kategori sangat tinggi. Khusus soal nomor 6, meskipun memperoleh nilai 0,80 dari validator dosen, nilai Aiken’s V gabungan mencapai 0,90 setelah penilaian kedua validator digabungkan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa setelah dilakukan perbaikan berdasarkan masukan validator, soal nomor 6 telah memenuhi kriteria validitas isi. Dengan demikian, proses validasi menghasilkan tidak hanya bukti

kuantitatif melalui indeks Aiken's V, tetapi juga perbaikan konkret terhadap aspek bahasa, konstruksi, kejelasan informasi, dan tuntutan pemecahan masalah. Seluruh butir asesmen yang telah direvisi kemudian dinyatakan layak untuk digunakan pada tahap uji coba.

Kepraktisan Asesmen

Kepraktisan asesmen ditinjau melalui observasi aktivitas guru, observasi aktivitas siswa, serta angket respons siswa. Hasil observasi menunjukkan bahwa aktivitas guru memperoleh persentase sebesar 92,5% dengan kategori sangat praktis, sedangkan aktivitas siswa memperoleh persentase sebesar 86,36% dengan kategori sangat praktis. Sementara itu, hasil angket respons siswa memperoleh persentase sebesar 68,25% dengan kategori cukup praktis. Angket respons diisi oleh 30 dari 35 siswa atau sebesar 85,7% dari keseluruhan siswa. Perbedaan hasil antara observasi aktivitas siswa dan angket respons siswa menunjukkan bahwa meskipun siswa dapat mengikuti pelaksanaan asesmen dengan baik, belum seluruh siswa merasakan asesmen sebagai kegiatan yang mudah dan praktis.

Berdasarkan hasil angket yang terdiri atas 10 pernyataan, terdapat dua item yang memperoleh persentase terendah, yaitu item 4 dan item 9, masing-masing sebesar 60,83%. Item 4 berbunyi "Soal asesmen mudah saya pahami." Sebanyak 56,7% siswa menyatakan setuju, sedangkan 30% menyatakan tidak setuju dan 13,3% menyatakan sangat tidak setuju. Dengan demikian, terdapat 43,3% siswa yang belum menyatakan bahwa soal asesmen mudah dipahami. Temuan tersebut menunjukkan bahwa meskipun sebagian besar siswa dapat memahami soal, masih terdapat sebagian siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami soal asesmen.

Item 9 berbunyi "Saya tidak mengalami kesulitan berarti saat menggunakan *GeoGebra Classroom*." Item tersebut juga memperoleh persentase sebesar 60,83%. Sebanyak 50% siswa menyatakan setuju, sedangkan 43,3% menyatakan tidak setuju dan 6,7% menyatakan sangat tidak setuju. Dengan demikian, terdapat 50% siswa yang masih merasakan kesulitan dalam menggunakan *GeoGebra Classroom*. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan *GeoGebra Classroom* merupakan salah satu aspek yang masih perlu diperhatikan dalam pelaksanaan asesmen. Berdasarkan hasil observasi, kendala teknis yang ditemukan selama pelaksanaan berkaitan dengan penggunaan telepon genggam, khususnya ketika siswa mengetik jawaban dan mengoperasikan fitur pada *GeoGebra Classroom*. Kendala tersebut memberikan gambaran mengenai salah satu faktor yang dapat memengaruhi respons siswa terhadap kemudahan penggunaan *GeoGebra Classroom*.

Rendahnya persentase pada item 4 dan item 9 dapat menjelaskan perbedaan antara hasil observasi aktivitas siswa sebesar 86,36% dan hasil angket respons siswa sebesar 68,25%. Observasi aktivitas siswa menunjukkan bahwa siswa secara umum dapat mengikuti kegiatan asesmen yang diberikan, sedangkan angket respons menunjukkan persepsi siswa terhadap kemudahan asesmen yang mereka alami. Dengan demikian, tingginya aktivitas siswa tidak selalu menunjukkan bahwa seluruh siswa merasakan proses asesmen sebagai kegiatan yang mudah. Siswa tetap dapat mengikuti dan melaksanakan

aktivitas yang diberikan, tetapi sebagian siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami soal dan menggunakan *GeoGebra Classroom*.

Temuan pada item 4 menunjukkan bahwa aspek kejelasan dan kemudahan memahami soal masih perlu diperhatikan. Sebanyak 43,3% siswa memberikan respons tidak setuju atau sangat tidak setuju terhadap pernyataan bahwa soal asesmen mudah dipahami. Sementara itu, pada item 9, sebanyak 50% siswa memberikan respons tidak setuju atau sangat tidak setuju terhadap pernyataan bahwa mereka tidak mengalami kesulitan saat menggunakan *GeoGebra Classroom*. Kedua temuan tersebut menunjukkan bahwa rendahnya respons siswa tidak hanya berkaitan dengan penggunaan perangkat, tetapi juga berkaitan dengan kemudahan memahami soal.

Secara keseluruhan, hasil observasi menunjukkan bahwa asesmen dapat dilaksanakan dengan baik, ditunjukkan oleh persentase aktivitas guru sebesar 92,5% dan aktivitas siswa sebesar 86,36% yang keduanya termasuk kategori sangat praktis. Namun, berdasarkan respons siswa, asesmen memperoleh persentase sebesar 68,25% dengan kategori cukup praktis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa asesmen telah dapat dilaksanakan, tetapi masih terdapat aspek yang perlu diperhatikan, terutama kemudahan memahami soal dan penggunaan *GeoGebra Classroom*. Oleh karena itu, hasil angket respons siswa memberikan masukan penting bagi penyempurnaan asesmen, khususnya dalam meningkatkan kejelasan soal dan kemudahan penggunaan *GeoGebra Classroom* dalam pelaksanaan asesmen. Temuan ini sejalan dengan pandangan Retnawati (2016) bahwa kepraktisan asesmen berkaitan dengan kemudahan penggunaan, daya tarik, dan efisiensi dalam pelaksanaannya. Selain itu, penggunaan *GeoGebra* dalam asesmen memberikan fasilitas visualisasi yang dapat mendukung siswa dalam merepresentasikan konsep matematika selama proses penyelesaian masalah. Hal ini sejalan dengan penelitian Rahmatudin dan Lusiyana (2022) mengenai pemanfaatan visualisasi dinamis dalam pembelajaran matematika.

Efektivitas Asesmen

Efektivitas asesmen dianalisis berdasarkan karakteristik butir soal melalui dua indikator utama, yaitu tingkat kesulitan (p) dan daya beda (D) menggunakan pendekatan Teori Tes Klasik (Retnawati, 2016). Analisis tingkat kesulitan digunakan untuk mengetahui tingkat kemudahan atau kesukaran setiap butir, sedangkan analisis daya beda digunakan untuk mengetahui kemampuan setiap butir dalam membedakan siswa berdasarkan kemampuan pemecahan masalah. Hasil analisis kedua indikator tersebut digunakan sebagai dasar untuk menentukan efektivitas setiap butir dalam asesmen yang dikembangkan.

Hasil analisis tingkat kesulitan menunjukkan bahwa indeks kesulitan keenam butir soal berada pada rentang 0,439 – 0,750. Berdasarkan kriteria yang digunakan Faiz et al. (2022), indeks kesulitan $p < 0,30$ termasuk kategori sulit, $0,30 \leq p \leq 0,70$ termasuk kategori sedang, dan $p > 0,70$ termasuk kategori mudah. Berdasarkan kriteria tersebut, empat butir soal berada pada kategori sedang, yaitu soal nomor 1, 2, 4, dan 6, sedangkan dua butir soal, yaitu

nomor 3 dan 5, berada pada kategori mudah. Tidak terdapat butir soal yang termasuk kategori sulit. Rincian hasil analisis tingkat kesulitan setiap butir soal disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisis Tingkat Kesulitan Butir Asesmen

No Soal	Rata-rata Skor	Skor Maksimal	Indeks Kesulitan (p)	Kategori
1	12.76	20	0.638	Sedang
2	12.06	20	0.603	Sedang
3	15.00	20	0.750	Mudah
4	9.56	20	0.478	Sedang
5	14.76	20	0.738	Mudah
6	8.79	20	0.439	Sedang

Berdasarkan Tabel 7, soal nomor 3 memiliki indeks kesulitan tertinggi sebesar 0,750, sedangkan soal nomor 6 memiliki indeks kesulitan terendah sebesar 0,439. Meskipun terdapat perbedaan tingkat kesulitan antarbutir, seluruh butir berada pada kategori sedang dan mudah. Kondisi ini menunjukkan bahwa tidak terdapat butir yang berada pada kategori sulit berdasarkan kriteria yang digunakan. Selanjutnya, analisis daya beda dilakukan untuk mengetahui kemampuan masing-masing butir dalam membedakan siswa berdasarkan kemampuan pemecahan masalah.

Selain tingkat kesulitan, efektivitas butir soal juga dianalisis berdasarkan daya beda. Daya beda digunakan untuk mengetahui kemampuan setiap butir dalam membedakan siswa yang memiliki kemampuan pemecahan masalah relatif tinggi dan rendah. Berdasarkan kriteria yang digunakan, nilai daya beda $D \geq 0,70$ termasuk kategori sangat baik, $0,40 \leq D < 0,70$ termasuk kategori baik, $0,20 \leq D < 0,40$ termasuk kategori cukup, sedangkan $D < 0,20$ termasuk kategori jelek. Hasil analisis daya beda setiap butir soal disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Analisis Daya Beda Butir Soal

No Soal	Mean Kelompok Atas	Mean Kelompok Bawah	Daya Beda (D)	Kategori
1	17.00	8.67	0.4167	Baik
2	18.00	7.22	0.5389	Baik
3	19.00	10.67	0.4167	Baik
4	14.22	5.11	0.4556	Baik
5	18.33	10.89	0.3722	Cukup
6	17.56	2.56	0.7500	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 8, nilai daya beda keenam butir soal berada pada rentang 0,3722 – 0,7500. Lima butir soal, yaitu nomor 1, 2, 3, 4, dan 6, memiliki daya beda pada kategori baik hingga sangat baik. Sementara itu, soal nomor 5 memperoleh nilai daya beda sebesar 0,3722 dengan kategori cukup. Meskipun berada pada kategori cukup, nilai tersebut masih memenuhi batas minimal daya beda yang ditetapkan, yaitu $D \geq 0,20$. Oleh karena itu, soal nomor 5 tetap dipertahankan dalam instrumen karena masih memiliki kemampuan membedakan siswa berdasarkan kemampuan pemecahan masalah.

Nilai daya beda tertinggi diperoleh soal nomor 6, yaitu sebesar 0,7500 dengan kategori sangat baik. Sementara itu, nilai terendah terdapat pada soal nomor 5, yaitu sebesar 0,3722 dengan kategori cukup. Secara keseluruhan, tidak terdapat butir soal yang memiliki daya

beda pada kategori jelek. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh butir soal telah memenuhi batas minimal daya beda yang ditetapkan, meskipun tingkat kemampuan masing-masing butir dalam membedakan siswa bervariasi.

Untuk memperoleh gambaran secara menyeluruh mengenai efektivitas setiap butir, hasil analisis tingkat kesulitan dan daya beda kemudian digabungkan. Penggabungan kedua indikator tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan keputusan terhadap masing-masing butir soal. Hasil penggabungan analisis tingkat kesulitan dan daya beda disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Penggabungan Hasil Analisis Tingkat Kesulitan dan Daya Beda

No Soal	Tingkat Kesulitan (p)	Kategori	Daya Beda (D)	Kategori	Keputusan
1	0.638	Sedang	0.4167	Baik	Dipertahankan
2	0.603	Sedang	0.5389	Baik	Dipertahankan
3	0.750	Mudah	0.4167	Baik	Dipertahankan
4	0.478	Sedang	0.4556	Baik	Dipertahankan
5	0.738	Mudah	0.3722	Cukup	Dipertahankan
6	0.439	Sedang	0.7500	Sangat Baik	Dipertahankan

Berdasarkan Tabel 9, seluruh butir soal memenuhi kriteria yang ditetapkan berdasarkan tingkat kesulitan dan daya beda. Dari aspek tingkat kesulitan, empat butir berada pada kategori sedang dan dua butir berada pada kategori mudah, sedangkan tidak terdapat butir pada kategori sulit. Dari aspek daya beda, lima butir berada pada kategori baik hingga sangat baik dan satu butir, yaitu soal nomor 5, berada pada kategori cukup. Meskipun soal nomor 5 memiliki daya beda paling rendah, yaitu 0,3722, nilai tersebut masih berada di atas batas minimal daya beda sebesar 0,20 sehingga butir tetap dipertahankan.

Dengan demikian, keenam butir soal memenuhi kriteria efektivitas butir berdasarkan tingkat kesulitan dan daya beda yang telah ditetapkan. Keputusan untuk mempertahankan seluruh butir didasarkan pada terpenuhinya batas minimal daya beda serta tidak adanya butir yang berada pada kategori sulit.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa karakteristik butir soal yang dikembangkan secara umum berada dalam rentang yang dapat diterima berdasarkan kriteria yang digunakan. Tingkat kesulitan yang berada pada kategori sedang dan mudah menunjukkan bahwa butir soal tidak berada pada kategori sulit bagi siswa. Sementara itu, nilai daya beda seluruh butir yang berada di atas batas minimal menunjukkan bahwa setiap butir masih mampu membedakan siswa berdasarkan kemampuan pemecahan masalah yang diukur. Dengan demikian, hasil analisis tingkat kesulitan dan daya beda memberikan bukti bahwa keenam butir memiliki karakteristik butir yang memenuhi kriteria efektivitas yang telah ditetapkan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan prinsip Teori Tes Klasik yang menempatkan tingkat kesulitan dan daya beda sebagai karakteristik penting dalam mengevaluasi kualitas butir soal (Faiz et al. 2022). Butir soal dengan tingkat kesulitan pada kategori sedang atau mudah dan daya beda yang memenuhi batas minimal dapat dipertahankan dalam instrumen. Selain itu, penggunaan soal yang bersifat *contextual*, *ill-structured*, dan *open-ended* memberikan kesempatan kepada siswa untuk menunjukkan proses pemecahan masalah melalui kegiatan analisis, evaluasi, dan eksplorasi menggunakan *GeoGebra Classroom*.

Karakteristik tersebut mendukung asesmen dalam mengukur keterampilan pemecahan masalah matematika yang menjadi fokus pengembangan instrumen.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengembangan desain asesmen keterampilan pemecahan masalah trigonometri siswa SMA yang terintegrasi dengan *GeoGebra Classroom* menghasilkan instrumen yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Proses pengembangan dilakukan melalui sembilan langkah dalam model Heri Retnawati, mulai dari perencanaan, penyusunan indikator dan butir soal, validasi, revisi, uji coba, hingga perakitan instrumen akhir. Hasil analisis menunjukkan bahwa validitas isi instrumen memiliki nilai Aiken's V sebesar 0,80–1,00, kepraktisan berdasarkan observasi aktivitas guru sebesar 92,5%, observasi aktivitas siswa sebesar 86,36%, dan angket respons siswa sebesar 68,25%. Sementara itu, karakteristik butir menunjukkan tingkat kesulitan pada kategori sedang hingga mudah dengan indeks 0,439–0,750, serta daya beda sebesar 0,3722–0,7500 dengan kategori cukup hingga sangat baik. Berdasarkan hasil tersebut, seluruh butir memenuhi kriteria yang telah ditetapkan dan dipertahankan dalam instrumen.

Secara teoritis, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan asesmen keterampilan pemecahan masalah matematika melalui integrasi permasalahan *contextual*, *ill-structured*, dan *open-ended* dengan teknologi dinamis *GeoGebra Classroom*. Secara metodologis, penelitian ini memberikan gambaran mengenai proses pengembangan instrumen melalui sembilan langkah model Heri Retnawati yang dilanjutkan dengan validasi isi, analisis kepraktisan, serta analisis karakteristik butir berdasarkan tingkat kesulitan dan daya beda. Secara praktis, instrumen yang dikembangkan dapat menjadi salah satu alternatif bagi guru SMA untuk melaksanakan asesmen keterampilan pemecahan masalah trigonometri yang memanfaatkan teknologi dan memberikan kesempatan kepada siswa untuk menggunakan representasi visual dalam proses penyelesaian masalah.

Berdasarkan hasil penelitian dan kendala yang ditemukan selama pelaksanaan, guru yang akan menggunakan asesmen ini disarankan untuk memastikan kesiapan perangkat siswa, khususnya ketika asesmen dilakukan melalui telepon genggam. Guru juga disarankan memberikan orientasi atau pendampingan singkat mengenai penggunaan *GeoGebra Classroom* sebelum asesmen dimulai agar siswa memahami fitur dan langkah dasar yang diperlukan selama pengerjaan. Selain itu, guru perlu mempertimbangkan variasi literasi digital siswa serta mengalokasikan waktu pengerjaan secara fleksibel, terutama bagi siswa yang mengalami kendala dalam mengoperasikan *GeoGebra Classroom* atau mengetik jawaban melalui telepon genggam.

Peneliti selanjutnya disarankan untuk mengembangkan asesmen dengan mempertimbangkan variasi kemampuan literasi digital siswa dan menyediakan panduan penggunaan *GeoGebra Classroom* yang lebih terstruktur. Penelitian selanjutnya juga dapat mempertimbangkan penggunaan perangkat yang lebih sesuai untuk pengerjaan asesmen serta pengaturan waktu yang lebih fleksibel atau pembagian asesmen ke dalam beberapa sesi. Selain itu, pengujian instrumen pada subjek dan konteks pembelajaran yang lebih

beragam dapat dilakukan untuk memperoleh gambaran penggunaan asesmen yang lebih komprehensif.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu terselesaikannya penelitian ini, khususnya guru dan siswa SMA yang berpartisipasi dalam uji coba asesmen, dosen pembimbing dan validator yang memberikan masukan berharga, serta keluarga dan orang tua yang senantiasa memberikan dukungan. Bantuan dan kerja sama semua pihak sangat membantu kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfitri, P. A. A., Kurniati, N., Prabawanto, S., & Yulianti, K. (2024). An exploration of high school students' errors in solving trigonometry problems. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 714-724. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i1.2109>
- Anzani, V., & Juandi, D. (2022). Meta-analysis: The effect of problem-based learning assisted GeoGebra software on students mathematic ability. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 1900-1907. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i2.1425>
- Faiz, A., Putra, N. P., & Nugraha, F. (2022). Memahami makna tes, pengukuran (measurement), penilaian (assessment), dan evaluasi (evaluation) dalam pendidikan. *Jurnal Education and Development*, 10(3), 492-495. <https://doi.org/10.37081/ed.v10i3.3861>
- Retnawati. (2016). *Analisis kuantitatif instrumen penelitian: Panduan peneliti, mahasiswa, dan psikometrian*. Parama Publishing.
- Khofifah, K., Rosyadi, R., Gunadi, F., Nandang, N., & Runisah, R. (2024). Students' difficulties in solve trigonometry problem solving according to step Polya's. *Mathline: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 9(3), 919-946. <https://doi.org/10.31943/mathline.v9i3.571>
- Maulidia, D., Pujani, N. M., & Sudewa, P. H. (2025). Analisis pelaksanaan pembelajaran IPA berdasarkan Kurikulum Merdeka kelas VIII SMP Negeri 1 Seririt. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains Indonesia*, 8(1), 38-49. <https://doi.org/10.23887/jppsi.v8i1.94987>
- Mosese, N., & Ogbonnaya, U. I. (2021). GeoGebra and students' learning achievement in trigonometric functions graphs representations and interpretations. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 16(2), 827-846. <https://doi.org/10.18844/cjes.v16i2.5685>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.
- Nubatonis, O. E., Jupri, A., & Mulyaning, E. C. (2024). Interpretasi validitas dan reliabilitas instrumen kemampuan berpikir aljabar. *Jambura Journal of Mathematics Education*, 5(1), 16-28. <https://doi.org/10.37905/jmathedu.v5i1.23435>
- Nurjanah, S., Istiyono, E., Widiastuti, W., Iqbal, M., & Kamal, S. (2023). The application of Aiken's V method for evaluating the content validity of instruments that measure the implementation of formative assessments. *Journal of Research and Educational Research Evaluation*, 12(2), 125-133. <https://doi.org/10.15294/jere.v12i2.76451>
- Ohiri, S. C., & Okoye, R. O. (2023). Application of classical test theory as linear modeling to test item development and analysis. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 5(10), 2152-2159. <https://doi.org/10.56726/IRJMETS45379>
- Rahmatudin, J., & Lusiyana, D. (2022). Pengembangan media pembelajaran matematika berbantuan GeoGebra untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. *Jurnal Didactical Mathematics*, 4(1), 230-240. <https://doi.org/10.31949/dm.v4i1.2362>
- Ridwan, M. R., Istiyono, E., & Widiastuti. (2021). Test items analysis of mathematical problem solving ability using a classical test theory approach. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 22(1), 98-111. <https://doi.org/10.23960/jpmipa.v22i1.pp98-111>

- Ritmayanti, I. R., Fitri, R. M., Dasari, D., Samosir, C. M., & Marchy, F. (2024). GeoGebra landscape research in mathematics learning. *PRISMA*, 13(1), 40–51. <https://doi.org/10.35194/jp.v13i1.3830>
- Rosmiati, R., Novaliyosi, N., & Santosa, C. A. H. F. (2023). Implementasi Kurikulum Merdeka dalam pembelajaran matematika di kelas VII SMP Negeri 3 Kota Serang. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika*, 6(2), 132–140. <https://doi.org/10.30605/proximal.v6i2.2752>
- Rosyidi, A. H., Sari, Y. M., Fardah, D. K., & Masriyah, M. (2024). Designing mathematics problem-solving assessment with GeoGebra Classroom: Proving the instrument validity. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 18(3), 1038–1046. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v18i3.21191>
- Santos-Trigo, M. (2024). Problem solving in mathematics education: Tracing its foundations and current research-practice trends. *ZDM–Mathematics Education*, 56, 211–222. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01578-8>
- Syamsuddin, S., & Putri Utami, M. A. (2023). Perspektif guru pada dimensi pengukuran dan penilaian dalam pembelajaran matematika. *AXIOM: Jurnal Pendidikan dan Matematika*, 12(1), 1–13. <https://doi.org/10.30821/axiom.v12i1.9263>
- Tamur, M., Jedia, L. L., Kurniyati, R., Banggut, M. A., & Mensi, R. P. (2022). Analisis bibliometrik penggunaan GeoGebra dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa dekade terakhir. *Suska Journal of Mathematics Education*, 8(2), 75–86. <https://doi.org/10.24014/sjme.v8i2.19868>