

Validitas Worksheet bermuatan *Augmented Reality* pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar Berbasis Tri-N untuk Siswa SMP

Amima Wulandari¹⁾, Sri Adi Widodo²⁾, Esti Harini³⁾, Tri Astuti Arigiyati⁴⁾

^{1,2,3,4}Pendidikan Matematika, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa, Jl. Batikan UH III/1043
Yogyakarta, 55167, Indonesia.

*Penulis Korespondensi : email: sriadi@ustjogja.ac.id

Diterima: 12 Januari 2026, Direvisi: 11 Februari 2026, Disetujui: 15 Februari 2026.

Abstract

Mathematics learning on the material of flat-sided solid figures in junior high schools still faces the problem of low conceptual understanding and spatial visualization abilities of students due to the abstract character of the material and the use of learning media that is still predominantly two-dimensional. This condition demands the existence of innovative learning tools that are able to concretize concepts and guide the learning process systematically. This study aims to develop Student Worksheets containing Augmented Reality (AR) based on the Tri-N approach (Niteni, Nirokke, Nambahi) on the material of flat-sided solid figures for grade VIII junior high school and to determine the level of feasibility of the developed product. The research stages use the design and expert appraisal stages which are part of the 4-D stage. The results of the study indicate that the worksheet is in the very valid category with an average value of 86.0% reviewed from the aspects of content feasibility, legal and legislative feasibility, presentation, and language, so it is declared suitable for use as a learning tool. Further research is recommended to conduct practicality and effectiveness tests to determine the impact of the use of worksheet on students' conceptual understanding and spatial visualization abilities.

Keywords: *Augmented reality; Tri-N, Validity, Worksheet.*

Abstrak

Pembelajaran matematika pada materi bangun ruang sisi datar di SMP masih menghadapi permasalahan rendahnya pemahaman konsep dan kemampuan visualisasi spasial peserta didik akibat karakter materi yang abstrak serta penggunaan media pembelajaran yang masih dominan dua dimensi. Kondisi ini menuntut adanya perangkat pembelajaran inovatif yang mampu mengkonkretkan konsep dan menuntun proses belajar secara sistematis. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik bermuatan Augmented Reality berbasis pendekatan Tri-N (Niteni, Nirokke, Nambahi) pada materi bangun ruang sisi datar kelas VIII SMP serta mengetahui tingkat kelayakan produk yang dikembangkan. Tahapan penelitian menggunakan tahapan design dan expert appraisal yang merupakan bagian dari tahapan 4-D. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lembar kerja siswa berada pada kategori sangat valid dengan nilai rata-rata 86,0% ditinjau dari aspek kelayakan isi, kelayakan hukum dan perundang-undangan, penyajian, dan kebahasaan, sehingga dinyatakan layak digunakan sebagai perangkat pembelajaran. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan uji kepraktisan dan keefektifan guna mengetahui dampak penggunaan lembar kerja siswa terhadap pemahaman konsep dan kemampuan visualisasi spasial peserta didik.

Kata Kunci: *Augmented reality; Tri-N, Validitas, Worksheet.*

1. PENDAHULUAN

Pemahaman konsep merupakan fondasi utama dalam pembelajaran matematika [1][2]. Hal ini dikarenakan menjadi dasar bagi siswa dalam mengaitkan ide, menyelesaikan masalah, dan mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi [3][4][5]. Namun, berbagai studi mengungkapkan bahwa pemahaman konsep matematika siswa SMP di Indonesia masih tergolong

-----Vol 14(1), Maret 2026, Halaman 51 - 70-----

rendah, yang ditandai dengan kesulitan siswa dalam menjelaskan konsep secara verbal, mengaitkan representasi matematis, serta menerapkan konsep pada permasalahan kontekstual. Rendahnya pemahaman konsep tersebut tidak hanya teridentifikasi pada level kelas atau sekolah, tetapi juga tercermin dalam asesmen berskala internasional seperti *Programme for International Student Assessment* (PISA), yang menekankan kemampuan siswa dalam menalar, memodelkan, dan memecahkan masalah matematika dalam konteks kehidupan nyata.

Hasil survei PISA yang dilakukan oleh *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) diperoleh bahwa skor literasi matematis siswa di Indonesia menunjukkan kecenderungan fluktuatif namun relatif rendah dari waktu ke waktu. Pada awal keikutsertaan PISA tahun 2000, skor matematika Indonesia berada pada kisaran 360-an [6][7]. Pada tahun 2015, skor PISA siswa Indonesia mencapai 386 [8]. Pada PISA 2018, skor literasi matematika kembali menurun menjadi 379 [9][10]. Hasil PISA pada tahun 2022 menunjukkan skor matematika siswa Indonesia hanya mencapai 366, jauh di bawah rata-rata internasional sebesar 472, yang mengindikasikan lemahnya pemahaman konseptual siswa secara umum [11][12]. Hasil PISA tersebut mencerminkan bahwa kemampuan dasar matematika siswa Indonesia masih berada pada level yang terbatas, khususnya dalam memahami dan menerapkan konsep matematika secara bermakna. Meskipun berbagai upaya perbaikan telah dilakukan melalui pembaruan kurikulum, peningkatan kompetensi guru, serta penyediaan sumber belajar yang lebih beragam, capaian literasi matematika siswa Indonesia secara umum masih didominasi oleh penguasaan prosedural dan mekanistik. Kondisi ini menunjukkan bahwa siswa cenderung mampu mengikuti langkah-langkah penyelesaian soal rutin, namun mengalami kesulitan ketika dihadapkan pada permasalahan non-rutin yang menuntut penalaran, interpretasi, dan pemodelan matematika dalam konteks kehidupan nyata.

Kondisi ini selaras dengan laporan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang menyatakan bahwa capaian siswa pada materi geometri, terutama bangun ruang, berada di bawah materi matematika lainnya [13]. Selain itu, rapor pendidikan tahun 2023 dan 2024 menunjukkan bahwa capaian numerasi di berbagai jenjang pendidikan masih berada pada kategori sedang [14][15]. Meskipun terdapat peningkatan pada beberapa jenjang di tahun 2025, capaian tersebut belum menunjukkan kemajuan yang signifikan [16][17][18].

Salah satu materi yang menuntut pemahaman konsep dan kemampuan visualisasi spasial yang kuat adalah bangun ruang sisi datar. Materi ini tidak hanya menuntut kemampuan menghitung luas permukaan dan volume, tetapi juga kemampuan membayangkan hubungan antar unsur ruang seperti sisi, rusuk, dan titik sudut dari representasi dua dimensi ke bentuk tiga dimensi. Penelitian

sebelumnya menunjukkan bahwa lebih dari 60% siswa mengalami kesalahan dalam menentukan jaring-jaring bangun ruang akibat kesulitan membayangkan objek tiga dimensi dari gambar dua dimensi [19]. Hasil yang sama diperoleh juga bahwa hanya 23,53% siswa SMP berada pada kategori pemahaman konsep tinggi pada materi bangun ruang sisi datar [20].

Permasalahan tersebut juga ditemukan pada konteks pembelajaran di SMP Negeri 2 Nglipar. Berdasarkan observasi awal dan diskusi dengan guru matematika, diketahui bahwa kemampuan awal siswa pada materi geometri berada pada kategori sedang hingga rendah. Pembelajaran masih didominasi metode ceramah dengan media konvensional berupa papan tulis dan gambar statis dari buku teks, yang kurang mampu memfasilitasi pengembangan visualisasi spasial dan pemahaman konsep secara optimal. Kondisi ini menyebabkan siswa kurang mendapatkan pengalaman belajar yang konkret dan bermakna, sehingga berdampak pada rendahnya motivasi belajar serta kecenderungan siswa menghafal rumus tanpa memahami makna konsep yang mendasarinya.

Secara teoritis, pembelajaran geometri membutuhkan kemampuan spasial sebagai kompetensi fundamental. *National Council of Teachers of Mathematics* menegaskan bahwa kemampuan visualisasi spasial berperan penting dalam membantu siswa memahami konsep geometri secara mendalam [21]. Kemampuan ini memungkinkan siswa untuk membayangkan, memanipulasi, serta merepresentasikan objek dan hubungan geometris dalam berbagai bentuk, baik dua maupun tiga dimensi. Dengan visualisasi spasial yang baik, siswa tidak hanya mampu mengenali bentuk dan sifat-sifat geometri, tetapi juga dapat menalar keterkaitan antarunsur geometri secara lebih bermakna. Oleh karena itu, pengembangan kemampuan spasial menjadi aspek esensial dalam pembelajaran geometri karena berkontribusi langsung terhadap peningkatan pemahaman konseptual, penalaran matematis, serta kemampuan pemecahan masalah siswa. Pernyataan ini, selaras dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kemampuan spasial dapat menjadi prediktor terhadap prestasi belajar geometri mahasiswa; semakin tinggi kemampuan spasial seseorang, semakin tinggi prestasi belajarnya pada materi geometri [22]. Selain itu Hasil studi pada siswa kelas VII di salah satu SMP Swasta Di Gresik menunjukkan adanya pengaruh kemampuan spasial terhadap kemampuan geometri peserta didik. Temuan ini sejalan dengan gagasan bahwa kemampuan visualisasi dan manipulasi ruang mendukung pemahaman konsep geometri [23].

Sebaliknya, rendahnya kemampuan spasial tidak hanya berdampak pada hasil belajar, tetapi juga menghambat pengembangan kreativitas dan kemampuan pemecahan masalah yang dibutuhkan pada abad ke-21 [24]. Hal ini diperkuat dari penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kemampuan berpikir visual-spasial siswa masih kurang, terutama pada indikator

pengonsepan, pemecahan masalah, dan pencarian pola. Kesulitan ini menandakan bahwa rendahnya kemampuan spasial berkaitan dengan ketidakmampuan siswa dalam menyelesaikan soal-soal geometri yang memerlukan penalaran tingkat tinggi [25]. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan spasial merupakan prasyarat penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*), khususnya dalam konteks pembelajaran geometri, sehingga diperlukan upaya pembelajaran yang secara sistematis dan berkelanjutan mampu memfasilitasi penguatan visualisasi, imajinasi, serta penalaran spasial siswa. Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran yang mampu menjembatani sifat abstrak konsep bangun ruang menjadi lebih konkret dan mudah dipahami siswa.

Perkembangan teknologi pendidikan membuka peluang besar untuk menjawab permasalahan tersebut. Pemanfaatan teknologi berbasis ICT terbukti mampu meningkatkan aktivitas dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran [26]. Salah satu teknologi yang potensial adalah *Augmented Reality* (AR), yaitu teknologi yang menggabungkan objek virtual tiga dimensi ke dalam dunia nyata secara real-time. *Augmented Reality* memungkinkan siswa mengamati, memanipulasi, dan mengeksplorasi objek bangun ruang secara interaktif, sehingga membantu mengatasi keterbatasan visualisasi pada media konvensional. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan *Augmented Reality* dalam pembelajaran matematika mampu meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan spasial siswa secara signifikan [27][28][29].

Namun demikian, sebagian besar penelitian yang sudah pernah ada masih memosisikan *Augmented Reality* hanya sebagai media visual tambahan atau alat bantu demonstrasi guru. Di sisi lain, Lembar Kerja Peserta Didik atau *worksheet* sebagai perangkat pembelajaran yang menuntun aktivitas belajar siswa sering kali masih bersifat konvensional dan dua dimensi, sehingga belum optimal dalam mendukung eksplorasi konsep ruang [30][31]. Padahal, *worksheet* memiliki potensi besar untuk menjadi sarana pembelajaran mandiri yang terstruktur apabila dirancang secara inovatif dan kontekstual. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan *worksheet* yang terintegrasi dengan teknologi *Augmented Reality* agar siswa tidak hanya menjadi pengamat visual, tetapi juga terlibat aktif dalam proses eksplorasi dan konstruksi konsep bangun ruang secara mandiri dan bermakna.

Selain itu, penelitian pengembangan *worksheet* berbasis *Augmented Reality* umumnya belum mengintegrasikan pendekatan pedagogis yang berakar pada filosofi pendidikan nasional. Pendekatan Tri-N (*Niteni, Nirokke, Nambahi*) yang digagas Ki Hadjar Dewantara menekankan proses belajar bertahap melalui pengamatan, peniruan, dan pengembangan, sejalan dengan prinsip konstruktivisme modern [32][33][34][35][36]. *Niteni* dimaknai sebagai proses mengamati secara

cermat untuk memahami makna, pola, dan konsep dari suatu fenomena atau materi yang dipelajari [32][33]. Tahap ini menekankan keterlibatan kognitif peserta didik melalui kegiatan mengidentifikasi, mencatat, serta merefleksikan informasi sehingga terbentuk pemahaman konseptual yang mendalam. Selanjutnya, *nirokke* merupakan tahap menirukan atau mempraktikkan kembali pengetahuan yang telah dipahami melalui latihan, demonstrasi, atau pengalaman langsung [34][35]. Pada tahap ini terjadi proses internalisasi pengetahuan menjadi keterampilan melalui penguatan prosedur, ketepatan, dan konsistensi dalam praktik. Adapun *nambahi* merupakan tahap pengembangan, yaitu ketika peserta didik mampu memodifikasi, memperluas, dan menciptakan gagasan baru berdasarkan pengetahuan yang telah dimiliki [35][36]. Tahap ini menuntut kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan kontekstual sehingga peserta didik tidak hanya mereproduksi pengetahuan, tetapi juga menghasilkan inovasi. Secara keseluruhan, karakteristik Tri-N menunjukkan bahwa pembelajaran bersifat konstruktif, menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif, serta mengintegrasikan aspek kognitif, afektif, dan psikomotor secara seimbang dalam proses pembelajaran.

Meskipun beberapa penelitian telah mengembangkan *worksheet* matematika berbasis Tri-N atau media *Augmented Reality* secara terpisah [37][38][39][40], hingga saat ini belum ditemukan pengembangan *worksheet* yang secara sistematis mengintegrasikan *Augmented Reality* dengan pendekatan Tri-N pada materi bangun ruang sisi datar untuk siswa SMP. Belum ditemukannya pengembangan *worksheet* yang secara sistematis mengintegrasikan *Augmented Reality* dengan pendekatan Tri-N pada materi bangun ruang sisi datar dapat dijelaskan melalui beberapa pertimbangan konseptual dan metodologis. Penelitian yang ada umumnya mengembangkan *worksheet* berbasis Tri-N atau media *Augmented Reality* secara terpisah, sehingga integrasi keduanya belum dirancang dalam satu kerangka pembelajaran yang utuh. Tri-N berfokus pada tahapan proses belajar peserta didik yang meliputi *niteni*, *nirokke*, dan *nambahi* sebagai strategi pedagogis, sedangkan *Augmented Reality* lebih banyak dimanfaatkan sebagai media visualisasi konsep matematika yang bersifat abstrak dan spasial. Perbedaan orientasi tersebut menyebabkan perlunya desain pembelajaran yang lebih komprehensif agar teknologi tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visual, tetapi juga selaras dengan aktivitas belajar pada setiap tahap Tri-N. Selain itu, pengembangan *worksheet* yang mengintegrasikan keduanya menuntut perencanaan sistematis yang mencakup analisis kebutuhan, perancangan aktivitas belajar berbasis tahapan Tri-N, serta penyelarasan fitur *Augmented Reality* untuk mendukung pemahaman konseptual, keterampilan prosedural, dan pengembangan ide siswa. Kompleksitas materi bangun ruang sisi datar yang memerlukan kemampuan visualisasi tiga dimensi turut menjadi tantangan tersendiri

dalam proses desain tersebut. Dengan demikian, keterbatasan integrasi antara aspek pedagogis, konten matematika, dan teknologi dalam penelitian sebelumnya menunjukkan adanya celah penelitian yang signifikan untuk mengembangkan worksheet berbasis *Augmented Reality* yang terstruktur sesuai dengan pendekatan Tri-N.

Secara lebih eksplisit, gap penelitian dalam studi ini terletak pada belum tersedianya perangkat pembelajaran yang mengintegrasikan secara simultan aspek teknologi, pedagogi, dan konten geometri dalam satu desain yang utuh. Penelitian sebelumnya cenderung mengembangkan *Augmented Reality* sebagai media visualisasi atau worksheet berbasis pendekatan pedagogis secara terpisah, sehingga belum mampu memfasilitasi proses belajar yang terstruktur mulai dari pengamatan, peniruan, hingga pengembangan ide secara mandiri. Akibatnya, potensi teknologi *Augmented Reality* untuk memperkuat pemahaman konseptual dan kemampuan spasial siswa belum sepenuhnya selaras dengan strategi pembelajaran yang sistematis dan berlandaskan filosofi pendidikan.

Berdasarkan analisis tersebut, terdapat gap yang jelas antara kebutuhan pembelajaran geometri yang menuntut visualisasi konkret dan ketersediaan perangkat pembelajaran yang inovatif, interaktif, serta berlandaskan pendekatan pedagogis yang kuat. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan *worksheet* bermuatan *Augmented Reality* berbasis Tri-N yang tidak hanya membantu siswa memvisualisasikan bangun ruang secara tiga dimensi, tetapi juga menuntun proses belajar siswa secara bertahap dari mengamati, menirukan, hingga mengembangkan konsep secara mandiri. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah mengembangkan *worksheet* bermuatan *Augmented Reality* berbasis Tri-N pada materi bangun ruang sisi datar untuk siswa SMP yang valid, praktis, dan layak digunakan sebagai perangkat pembelajaran inovatif guna mendukung pemahaman konsep dan pengalaman belajar yang bermakna.

Selain itu, kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan *worksheet* matematika yang secara terpadu mengintegrasikan *Augmented Reality* dengan pendekatan Tri-N dalam satu kerangka pembelajaran yang sistematis pada materi bangun ruang sisi datar. Integrasi ini tidak hanya memanfaatkan teknologi sebagai media visual, tetapi juga menempatkannya sebagai bagian dari tahapan belajar *niteni*, *nirokke*, dan *nambahi* untuk menuntun siswa membangun pemahaman konsep secara bertahap, aktif, dan bermakna. Dengan demikian, penelitian ini menawarkan kontribusi baru berupa desain perangkat pembelajaran geometri yang mengombinasikan kekuatan teknologi, pendekatan pedagogis berbasis budaya pendidikan nasional, dan karakteristik materi spasial dalam satu model pengembangan yang terstruktur.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang bertujuan menghasilkan produk berupa worksheet bermuatan Augmented Reality berbasis Tri-N (*Niteni, Nirokke, Nambahi*) sebagai perangkat pembelajaran matematika yang inovatif, kontekstual, dan mendukung keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran. Pengembangan worksheet ini dirancang untuk memfasilitasi siswa dalam mengamati (*niteni*), menirukan atau mencoba (*nirokke*), serta mengembangkan dan memodifikasi pengetahuan (*nambahi*) secara bertahap melalui aktivitas belajar yang terstruktur dan bermakna. Materi yang digunakan pada penelitian ini adalah bangun ruang sisi datar untuk siswa SMP, karena materi tersebut menuntut pemahaman konsep dan kemampuan visualisasi spasial yang tinggi. Pemilihan materi bangun ruang sisi datar selaras dengan permasalahan yang telah diungkapkan sebelumnya, bahwa capaian siswa pada materi geometri, terutama bangun ruang, berada di bawah materi matematika lainnya [13]. Oleh karena itu, pengembangan *worksheet* bermuatan *Augmented Reality* berbasis Tri-N diharapkan mampu menjadi solusi alternatif dalam meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan visualisasi spasial, serta keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran geometri.

Tahapan pengembangan yang digunakan pada penelitian ini adalah *design* dan *expert appraisal*, di mana kedua tahapan ini merupakan bagian dari tahapan penelitian pengembangan 4D [41]. Tahap *Design* merupakan tahapan yang bertujuan untuk mendesain atau membuat sketsa atau desain awal *worksheet* bermuatan *Augmented Reality* pada materi bangun ruang. Pada tahap ini mencakup perancangan struktur worksheet, penyusunan aktivitas belajar berbasis Tri-N (*Niteni, Nirokke, dan Nambahi*), serta integrasi fitur *Augmented Reality* sebagai media pendukung visualisasi konsep. Selanjutnya tahap *expert appraisal* atau tahapan penilaian ahli bertujuan untuk menilai desain worksheet bermuatan *Augmented Reality*. Penilaian produk dilakukan oleh lima orang ahli yang terdiri atas tiga dosen pendidikan matematika dan dua praktisi. Dosen pendidikan matematika yang terlibat dalam penilaian memiliki latar belakang akademik magister pendidikan matematika, sedangkan praktisi merupakan guru matematika SMP dengan latar belakang pendidikan sarjana pendidikan matematika atau matematika, sehingga penilaian yang dilakukan mencakup aspek teoretis, pedagogis, dan praktis pembelajaran di kelas. Penting untuk dicatat bahwa penelitian ini tidak bertujuan untuk mengukur secara empiris efektivitas worksheet bermuatan *Augmented Reality* pada materi bangun ruang sisi datar berbasis Tri-N yang dikembangkan. Sebaliknya, fokus penelitian ini adalah untuk mengevaluasi validitas produk sebagai indikator kualitas awal. Oleh karena itu, klaim mengenai efektivitas diposisikan sebagai prospektif dan memerlukan investigasi eksperimental lebih lanjut dalam studi selanjutnya.

Instrumen yang digunakan dalam penilaian ahli adalah lembar validasi. Instrumen ini dibuat dari 4 aspek, yaitu aspek kelayakan isi, kelayakan hukum dan perundang-undangan, penyajian, dan kebahasaan [42][43][44]. Keempat aspek tersebut dipilih untuk memastikan bahwa *worksheet* bermuatan *Augmented Reality* yang dikembangkan tidak hanya sesuai dengan tuntutan kurikulum dan regulasi yang berlaku, tetapi juga disajikan secara sistematis serta menggunakan bahasa yang jelas dan komunikatif.

Teknik analisis data yang digunakan dalam validasi ahli menggunakan validitas isi. Validitas ini memberikan bukti sejauh mana elemen-elemen instrumen penilaian relevan dan mewakili konstruk yang ditargetkan untuk tujuan penilaian tertentu [45]. Untuk mengetahui validitas isi produk *worksheet* bermuatan *Augmented Reality* pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar Berbasis Tri-N dilakukan dengan memberikan penilaian pada aspek Kelayakan Isi, Kelayakan Hukum dan Perundang-undangan, Penyajian, dan Kebahasaan. Adapun formula yang digunakan untuk mengukur validitas isi adalah sebagai berikut;

$$V = \frac{TS_e}{TS_h} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana V adalah indeks validitas, TS_e adalah total skor empiris atau hasil uji validitas, dan TS_h adalah Total skor maksimal yang diharapkan [46][47].

Selanjutnya, tingkat validitas produk ditentukan dengan membandingkan skor yang diperoleh pada setiap aspek penilaian dengan skor ideal masing-masing aspek, sehingga diperoleh gambaran tingkat kelayakan *worksheet* yang dikembangkan secara komprehensif. Produk dinyatakan valid apabila nilai yang diperoleh mencapai kriteria kelayakan yang telah ditetapkan, yaitu berada pada kategori minimal layak berdasarkan hasil penilaian para ahli, sehingga *worksheet* layak digunakan dengan atau tanpa revisi terbatas sesuai dengan saran yang diberikan. Adapun kriteria validitas produk terbagi menjadi 4 kategori yaitu sangat layak, layak, kurang layak dan tidak layak [46][47], adapun interval untuk setiap kriteria dapat dilihat pada Tabel 1.

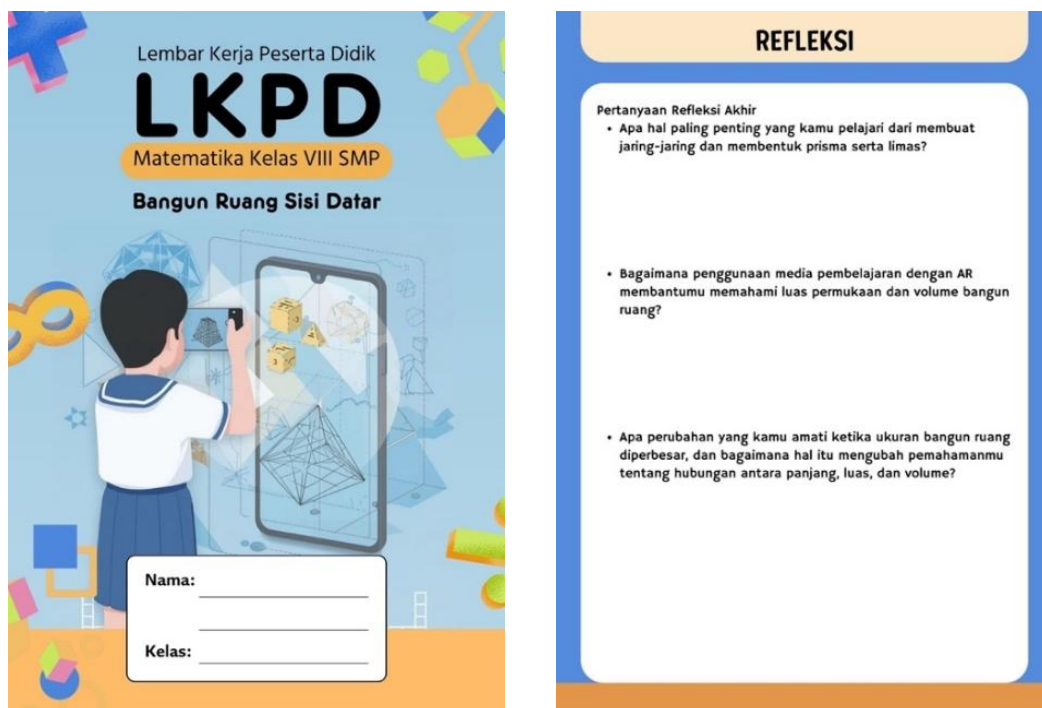
Tabel 1. Hasil Validasi Worksheet Berdasarkan Aspek Penilaian

Interval	Kritewria
85,01% sampai 100%	Sangat Valid
70,01 sampai 85,00	Valid
50,01 sampai 70,00	Kurang Valid
00,00 sampai 50,00	Tidak valid

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Seperti tujuan pada penelitian ini yaitu menghasilkan produk *worksheet* bermuatan *Augmented Reality* berbasis Tri-N (*Niteni, Nirokke, Nambahi*) pada materi bangun ruang sisi datar yang valid untuk siswa kelas VIII SMP. Produk yang dikembangkan berupa lembar kerja peserta didik yang terintegrasi dengan teknologi *Augmented Reality* untuk memvisualisasikan objek bangun ruang secara interaktif, sehingga siswa dapat mengamati bentuk, unsur, dan jaring-jaring bangun ruang secara lebih konkret melalui perangkat digital. Adapun contoh tampilan produk *worksheet* dapat dilihat pada Gambar 1.

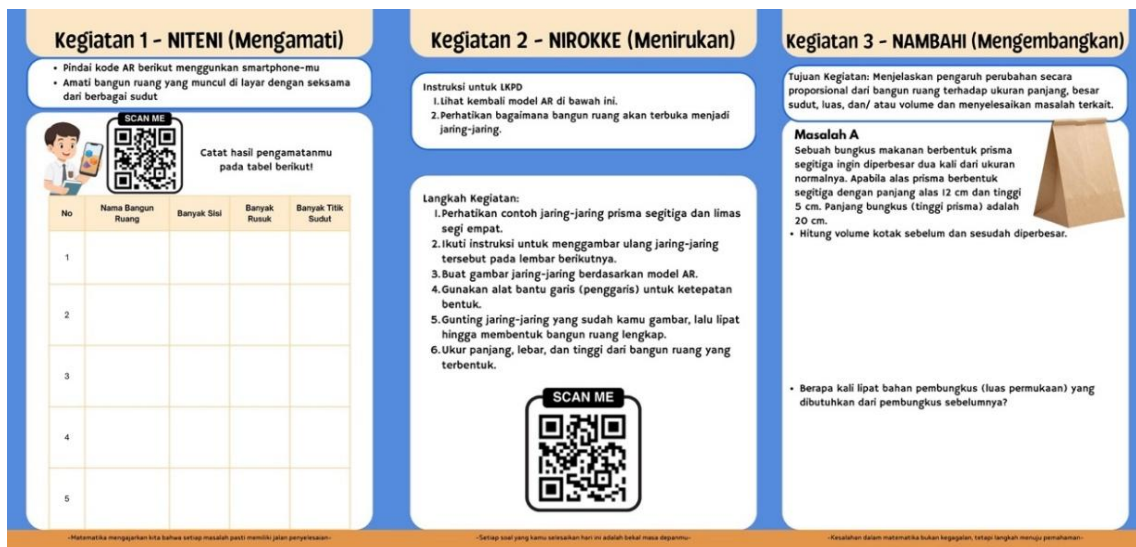


(a) Cover Worksheet

(b) Contoh Refleksi

Gambar 1. Tampilan Produk Worksheet

Muatan Tri-N berperan sebagai kerangka pedagogis dalam penyusunan aktivitas pada *worksheet*. Tahap *niteni* diarahkan pada kegiatan mengamati dan memahami konsep melalui tampilan visual *Augmented Reality* dan permasalahan kontekstual (Gambar 2a), tahap *nirokke* menekankan pada kegiatan meniru atau mempraktikkan prosedur penyelesaian serta eksplorasi bentuk bangun ruang berdasarkan contoh yang disediakan (Gambar 2b), sedangkan tahap *nambahi* mendorong siswa mengembangkan ide, memodifikasi, dan menyelesaikan masalah baru secara mandiri dan kreatif (Gambar 2c). Sementara itu, penggunaan *Augmented Reality* berfungsi sebagai media pendukung yang memperkuat pengalaman belajar visual dan spasial, membantu siswa memahami konsep abstrak menjadi lebih nyata, serta meningkatkan keterlibatan dan interaktivitas dalam proses pembelajaran.



(a) Tahapan *Niteni*

(b) Tahapan *Nirokke*

(c) Tahapan *Nambahi*

Gambar 2. Gambar Tahapan *Niteni*, *Nirokke*, dan *Nambahi*

Berdasarkan karakteristik tersebut, kualitas produk yang dikembangkan selanjutnya diuji melalui proses validasi oleh para ahli untuk memastikan kesesuaian isi, konstruksi, bahasa, serta tampilan media dengan tujuan pembelajaran. Penilaian dilakukan oleh lima validator yang terdiri atas tiga dosen pendidikan matematika dan dua guru matematika SMP. Proses ini bertujuan memperoleh masukan serta memastikan bahwa *worksheet* berbasis *Augmented Reality* dan Tri-N yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan sebagai bahan ajar. Produk *worksheet* dinilai oleh lima orang ahli yang terdiri atas tiga orang dosen pendidikan matematika dan dua orang guru matematika SMP. Adapun rekapitulasi hasil validasi yang dilakukan oleh validator untuk setiap aspek dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Worksheet Berdasarkan Aspek Penilaian

Aspek yang Dinilai	Persentase (%)	Kategori
Kelayakan Isi	87,0	Sangat Valid
Kelayakan Hukum dan Perundang-undangan	100,0	Sangat Valid
Penyajian	86,0	Sangat Valid
Kebahasaan	85,5	Sangat Valid
Rata-rata	89,6	Sangat Valid

Berdasarkan ringkasan validasi yang dapat dilihat pada Tabel 2, menunjukkan bahwa seluruh aspek penilaian berada pada kategori sangat valid dengan rata-rata minimal 85,5%. Selanjutnya, rekapitulasi hasil validasi secara keseluruhan yang dilakukan oleh validator dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Validasi Worksheet oleh Dosen dan Guru Matematika

Validator	Persentase	Kategori
Dosen Validator 1	86,0	Sangat Valid
Dosen Validator 2	85,0	Sangat Valid
Dosen Validator 3	87,0	Sangat Valid
Guru Matematika 1	88,0	Sangat Valid
Guru Matematika 2	84,0	Sangat Valid
Rata-rata	86,0	Sangat Valid

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh nilai rata-rata keseluruhan sebesar 86% dengan kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa *worksheet* bermuatan *Augmented Reality* berbasis Tri-N layak digunakan sebagai perangkat pembelajaran.

Pembahasan

Hasil validasi menunjukkan bahwa *worksheet* bermuatan *Augmented Reality* (AR) berbasis Tri-N pada materi bangun ruang sisi datar berada pada kategori sangat valid pada seluruh aspek penilaian, yaitu kelayakan isi, kelayakan hukum dan perundang-undangan, penyajian, serta kebahasaan. Temuan ini mengindikasikan bahwa produk yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan sebagai perangkat pembelajaran matematika di SMP.

Selain tingkat validitas yang tinggi, hasil penilaian ahli juga mengindikasikan bahwa integrasi *Augmented Reality* dan pendekatan Tri-N dalam *worksheet* memiliki kesesuaian pedagogis yang kuat dengan karakteristik materi bangun ruang sisi datar. AR tidak hanya berfungsi sebagai alat visualisasi, tetapi menjadi bagian integral dari aktivitas belajar yang dirancang dalam tahapan *Niteni*, *Nirokke*, dan *Nambahi*. Pada tahap *niteni*, siswa diarahkan untuk mengamati representasi bangun ruang tiga dimensi secara langsung melalui AR, sehingga proses pengenalan konsep tidak lagi bersifat abstrak [32][33]. Tahap *nirokke* memfasilitasi siswa untuk meniru dan mencoba kembali konsep yang diamati melalui aktivitas terstruktur dalam *worksheet* [34][35], sementara tahap *nambahi* mendorong siswa untuk mengembangkan pemahaman dengan memodifikasi, menarik kesimpulan, dan menyelesaikan permasalahan yang lebih menantang [35][36]. Alur ini menunjukkan bahwa *worksheet* tidak sekadar menyajikan teknologi, tetapi mengorkestrasikan pengalaman belajar yang selaras dengan prinsip belajar bertahap dan konstruktif.

Pada aspek kelayakan isi, *worksheet* dinilai sangat valid karena materi yang disajikan telah sesuai dengan capaian pembelajaran matematika fase D serta mencakup dimensi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan pemecahan masalah. Hal ini sejalan dengan teori pembelajaran bermakna yang menyatakan bahwa pemahaman konsep akan terbentuk dengan baik

apabila siswa memperoleh pengalaman belajar yang utuh dan saling terintegrasi. Selain itu, keberadaan kalimat-kalimat yang membangkitkan kecakapan personal dan sosial mendukung penguatan karakter peserta didik sebagaimana ditekankan dalam Kurikulum Merdeka, yang menempatkan pembelajaran tidak hanya pada aspek kognitif, tetapi juga afektif dan sosial [48].

Hasil ini juga memperkuat temuan penelitian [49] yang menyatakan bahwa *worksheet* yang dirancang dengan memperhatikan kelengkapan dan kedalaman materi mampu membantu siswa membangun pemahaman konsep secara lebih sistematis. Dengan demikian, *worksheet* yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak hanya berfungsi sebagai lembar latihan, tetapi sebagai sarana belajar aktif yang memfasilitasi konstruksi pengetahuan.

Pada aspek penyajian, *worksheet* memperoleh kategori sangat valid karena memiliki alur pembelajaran yang runtut, konsistensi antara teks dan ilustrasi, serta kelengkapan komponen pendukung seperti contoh soal, latihan terbimbing, dan latihan mandiri. Penyajian yang runtut dan sistematis ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menekankan pentingnya tahapan belajar yang terstruktur agar siswa dapat membangun pengetahuannya secara bertahap [50].

Selain itu, integrasi pendekatan Tri-N (*Niteni*, *Nirokke*, dan *Nambahi*) dalam penyajian *worksheet* memperkuat proses pembelajaran bertahap dari mengamati, menirukan, hingga mengembangkan. Pendekatan ini sejalan dengan pandangan Ki Hadjar Dewantara bahwa belajar harus dimulai dari proses pengamatan, diikuti dengan peniruan, dan diakhiri dengan pengembangan sesuai potensi peserta didik [51]. Penelitian lain sebelumnya juga menunjukkan bahwa penerapan Tri-N dalam pembelajaran matematika mampu meningkatkan keterlibatan dan pemahaman konsep siswa secara signifikan [37].

Aspek pemanfaatan *Augmented Reality* dalam *worksheet* turut berkontribusi terhadap tingginya skor validasi pada aspek penyajian. AR memungkinkan visualisasi objek bangun ruang secara tiga dimensi, sehingga membantu siswa memahami konsep geometri yang bersifat abstrak. Temuan ini sejalan dengan penelitian [28] yang menyatakan bahwa *Augmented Reality* mampu menjembatani keterbatasan representasi dua dimensi dengan pengalaman belajar yang lebih konkret. Penelitian lainnya juga melaporkan bahwa penggunaan *Augmented Reality* pada pembelajaran geometri berdampak positif terhadap kemampuan visualisasi spasial dan pemahaman konsep siswa SMP [27].

Pada aspek kebahasaan, *worksheet* dinilai sangat valid karena bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik, komunikatif, dan tidak menimbulkan multitafsir. Hal ini sejalan dengan pendapat yang menyatakan bahwa bahasa dalam bahan ajar harus sederhana, jelas, dan kontekstual agar mudah dipahami siswa [30]. Konsistensi penggunaan istilah dan simbol

matematika juga menjadi faktor penting dalam membantu siswa memahami konsep secara akurat, sebagaimana ditegaskan oleh [52] bahwa kejelasan dan konsistensi simbol berpengaruh terhadap pemahaman konsep matematika.

Lebih lanjut, temuan validitas yang tinggi pada aspek penyajian dan kebahasaan mengindikasikan bahwa *worksheet* ini berpotensi mendukung pembelajaran mandiri dan pembelajaran *diferensiatif*. Penyajian aktivitas yang sistematis dan bahasa yang komunikatif memungkinkan siswa dengan kemampuan awal yang beragam tetap dapat mengikuti alur pembelajaran dengan baik. Hal ini penting mengingat pembelajaran geometri sering kali memperlebar kesenjangan pemahaman antar siswa akibat perbedaan kemampuan visualisasi spasial. Dengan dukungan *Augmented Reality* yang dapat diakses berulang kali serta instruksi *worksheet* yang jelas, siswa memiliki kesempatan untuk belajar sesuai dengan kecepatan dan kebutuhannya masing-masing. Dengan demikian, *worksheet* ini tidak hanya relevan untuk pembelajaran klasikal, tetapi juga potensial digunakan dalam skema pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran mandiri, maupun pembelajaran berbantuan teknologi di era Kurikulum saat ini.

Sementara itu, aspek kelayakan hukum dan perundang-undangan memperoleh skor maksimal, yang menunjukkan bahwa *worksheet* telah memenuhi prinsip keaslian karya, bebas dari unsur sara, pornografi, dan diskriminasi. Pemenuhan aspek ini penting agar bahan ajar tidak hanya layak secara akademis, tetapi juga aman dan etis untuk digunakan dalam konteks pendidikan formal [44].

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini konsisten dengan berbagai penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa pengembangan *worksheet* berbasis teknologi dan pendekatan pedagogis yang tepat dapat meningkatkan kualitas pembelajaran matematika [31]. Keunikan penelitian ini terletak pada integrasi *worksheet*, *Augmented Reality*, dan pendekatan Tri-N dalam satu produk pembelajaran yang dirancang khusus untuk materi bangun ruang sisi datar. Integrasi ini menjadi solusi atas keterbatasan *worksheet* konvensional yang belum mampu memfasilitasi visualisasi ruang dan pembelajaran bertahap secara optimal.

Dengan demikian, hal ini menegaskan bahwa *worksheet* bermuatan *Augmented Reality* berbasis Tri-N tidak hanya valid secara teoritis dan empiris, tetapi juga memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai perangkat pembelajaran inovatif yang mendukung pemahaman konsep dan pengalaman belajar bermakna bagi siswa SMP. Secara lebih luas, dari perspektif pengembangan perangkat pembelajaran, hasil penelitian ini menegaskan bahwa validitas tinggi yang diperoleh tidak hanya mencerminkan kesesuaian produk dengan standar isi dan penyajian,

tetapi juga menunjukkan kesiapan produk untuk diuji pada tahap berikutnya, yaitu kepraktisan dan keefektifan. Validitas merupakan prasyarat penting sebelum suatu perangkat diimplementasikan di kelas secara luas. Oleh karena itu, *worksheet* bermuatan *Augmented Reality* berbasis Tri-N yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat dipandang sebagai fondasi awal yang kuat untuk penelitian lanjutan yang berfokus pada dampak penggunaan produk terhadap peningkatan pemahaman konsep, kemampuan visualisasi spasial, serta keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran matematika. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada pengembangan bahan ajar inovatif, tetapi juga memperkaya kajian tentang integrasi teknologi dan pendekatan pedagogis berbasis filosofi pendidikan nasional dalam pembelajaran matematika.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa *worksheet* bermuatan *Augmented Reality* berbasis Tri-N yang dikembangkan memiliki tingkat kelayakan pada kategori sangat valid berdasarkan hasil validasi oleh tiga dosen pendidikan matematika dan dua guru matematika SMP. Validitas tersebut ditinjau dari aspek kelayakan isi, kelayakan hukum dan perundang-undangan, penyajian, serta kebahasaan, dengan nilai rata-rata keseluruhan sebesar 86,0%, yang menunjukkan bahwa *worksheet* telah memenuhi standar sebagai perangkat pembelajaran yang layak digunakan. Secara umum, *worksheet* bermuatan *Augmented Reality* berbasis Tri-N ini dinyatakan layak digunakan sebagai perangkat pembelajaran matematika SMP dan memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, khususnya dalam membantu pemahaman konsep bangun ruang sisi datar serta memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna bagi peserta didik.

Integrasi pendekatan Tri-N dalam *worksheet* mampu membangun alur pembelajaran yang sistematis dan bertahap, dimulai dari kegiatan mengamati (*niteni*), menirukan (*nirokke*), hingga mengembangkan konsep (*nambahi*), sehingga mendukung proses konstruksi pengetahuan siswa secara bermakna, khususnya pada materi bangun ruang sisi datar. Selain itu, pemanfaatan *Augmented Reality* dalam *worksheet* memberikan dukungan visualisasi yang kuat terhadap konsep bangun ruang, sehingga membantu mengatasi kesulitan siswa dalam memahami objek tiga dimensi. Integrasi *Augmented Reality* menjadikan *worksheet* lebih interaktif dan kontekstual serta selaras dengan tuntutan pembelajaran matematika di era digital. Sebagai tindak lanjut, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan uji kepraktisan dan keefektifan pada skala yang lebih luas guna mengetahui dampak penggunaan *worksheet* terhadap hasil belajar, motivasi, serta kemampuan visualisasi spasial siswa.

Penting untuk dicatat bahwa penelitian ini tidak bertujuan untuk mengukur secara empiris efektivitas worksheet bermuatan *Augmented Reality* pada materi bangun ruang sisi datar berbasis Tri-N yang dikembangkan. Hal tersebut menjadi keterbatasan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu dilakukan untuk mengevaluasi praktikabilitas produk sebagai salah satu indikator kelayakan, serta menguji efektivitasnya secara prospektif melalui investigasi eksperimental yang lebih mendalam pada studi berikutnya

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terima kasih kepada Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa atas dukungan yang diberikan terhadap pelaksanaan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Nurhida and Y. Safari, “Pentingnya Pemahaman Konsep Dasar Matematika dalam Pembelajaran Matematika,” *Karimah Tauhid*, vol. 3, no. 10, pp. 11283–11290, 2024, doi: 10.30997/karimahtauhid.v3i10.14690.
- [2] R. Zulmaulida, M. Husna, and E. Saputra, “Ontologi Matematika,” *JUMPER: Journal of Educational Multidisciplinary Research*, vol. 3, no. 1, pp. 62–73, 2024, doi: 10.56921/jumper.v3i1.179.
- [3] E. Mailani, N. A. Setiawati, E. Surya, and D. Armanto, “Implementasi Realistics Mathematic Education dalam Meningkatkan Keterampilan Berfikir Tingkat Tinggi/HOTS pada Siswa Sekolah Dasar,” *Jurnal Basicedu*, vol. 6, no. 4, pp. 6813–6821, 2022, doi: 10.31004/basicedu.v6i4.2855.
- [4] P. P. Noor and A. P. Abadi, “Kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam perkembangan pembelajaran matematika SMA,” *Jurnal Educatio Fkip Unma*, vol. 8, no. 2, pp. 466–473, 2022, doi: 10.31949/educatio.v8i2.1986.
- [5] I. M. D. Atmaja, “Koneksi indikator pemahaman konsep matematika dan keterampilan metakognisi,” *Nusantara: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, vol. 8, no. 7, pp. 2048–2056, 2021, doi: 10.31604/jips.v8i7.2021.2048-2056.
- [6] I. Kautsar Qadry, A. Dassa, and N. Aynul, “Analisis kemampuan literasi matematika siswa dalam menyelesaikan soal pisa konten space and shape pada kelas IX SMP Negeri 13 makassar,” *Infinity: Jurnal Matematika dan Aplikasinya*, vol. 2, no. 2, pp. 78–92, 2022, doi: 10.30605/27458326-99.
- [7] A. M. Rihada, R. S. A. Jagat, and D. I. Setiabudi, “Refleksi guru dalam pengembangan pembelajaran berdasarkan hasil PISA (Programme for Interational Student Assessment),”

Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan, vol. 1, no. 2, p. 1, 2021.

- [8] I. Pratiwi, “Efek program PISA terhadap kurikulum di Indonesia,” *Jurnal pendidikan dan Kebudayaan*, vol. 4, no. 1, pp. 51–71, 2019.
- [9] S. Putrawangsa and U. Hasanah, “Analisis capaian siswa Indonesia pada PISA dan urgensi kurikulum berorientasi literasi dan numerasi,” *EDUPEDIKA: Jurnal Studi Pendidikan dan Pembelajaran*, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2022, [Online]. Available: <https://journal.pelitanusa.or.id/index.php/edupedika>
- [10] B. T. Ambarwati and R. Ekawati, “Analisis literasi matematika siswa dalam menyelesaikan soal higher order thinking skills (hots) proporsi,” *MATHEdunesa*, vol. 11, no. 2, pp. 390–403, 2022.
- [11] OECD, *PISA 2022 results (volume I): The state of learning and equity in education*. in PISA. Paris: OECD, 2023. doi: 10.1787/53f23881-en.
- [12] T. T. Wijaya, W. Hidayat, N. Hermita, J. A. Alim, and C. A. Talib, “Exploring contributing factors to PISA 2022 mathematics achievement: Insights from Indonesian teachers,” *Infinity Journal*, vol. 13, no. 1, pp. 139–156, 2024, doi: 10.22460/infinity.v13i1.p139-156.
- [13] Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, “Laporan Hasil Ujian Nasional: Persentase Siswa yang Menjawab Benar Tahun Pelajaran 2018/2019.”
- [14] Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, “Rapor pendidikan indonesia 2023,” 2023.
- [15] Kementerian Pendidikan dasar dan menengah, “Rapor pendidikan indonesia 2024,” 2024.
- [16] Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, “Rapor pendidikan indonesia 2025,” 2025.
- [17] W. N. Faizah, A. V. Rahmawati, A. Y. Putri, A. R. Maulidia, and R. Damayanti, “Pembelajaran Berbasis Literasi dan Numerasi dalam Meningkatkan Hasil Belajar Tematik di SD/MI,” *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, vol. 10, no. 02, pp. 434–447, 2025.
- [18] M. Mumayizah, N. Hamidah, P. F. Thenaya, and M. D. Wijayanti, “Penguatan Literasi dan Numerasi Menggunakan Adaptasi Teknologi dalam Pembelajaran di SD oleh Kampus Mengajar Angkatan 6,” in *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, 2023.
- [19] R. Hidayatuloh, “Pengaruh pendekatan problem posing tipe post solution posing terhadap kemampuan berpikir reflektif matematis siswa,” Skripsi, Fakultas Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, 2017.
- [20] S. B. I. N. Dewi, “Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa SMP Pada Materi Bangun Datar Belah Ketupat dan Layang-Layang,” *Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika SOLUSI*, vol. 7, no. 2, 2023, doi: 10.20961/jpmm%20solusi.v7i2.91682.

- [21] NCTM, “National Council of Teachers of Mathematics/2000/Principles and standards for school mathematics,” *Council of Teachers of Mathematics*, 2000.
- [22] H. Hodiyanto, “Kemampuan spasial sebagai prediktor terhadap prestasi belajar geometri mahasiswa,” *Jurnal Mercumatika: Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika*, vol. 2, no. 2, p. 59, May 2018, doi: 10.26486/jm.v2i2.364.
- [23] A. H. Putri, “Pengaruh kemampuan spasial terhadap kemampuan geometri pada peserta didik kelas VIII SMP Swasta Di Kecamatan Kebomas Gresik,” *Didaktika*, vol. 23, no. 23, pp. 114–121, 2017, doi: 10.30587/didaktika.v23i2.26.
- [24] A. A. D. B. Ginting and E. Syahputra, “Pengaruh Kemampuan Berpikir Kritis, Kemampuan Spasial, Kemampuan Literasi Matematis, Kemampuan Berpikir Visual, dan Kemampuan Komunikasi Matematis Terhadap IP Semester Mahasiswa,” *Jurnal Fibonacci: Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 5, no. 1, p. 1, Jun. 2024, doi: 10.24114/jfi.v5i1.56566.
- [25] K. Hermiati and A. Julianti, “Analisis kemampuan berpikir visual-spatial siswa dalam pembelajaran transformasi geometri,” *Aritmatika: Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, vol. 4, no. 2, pp. 96–106, 2023, doi: 10.35719/aritmatika.v4i2.257.
- [26] M. Chodzirin, “Pemanfaatan Information and Communication Technology bagi Pengembangan Guru Madrasah Sub Urban,” 2016.
- [27] I. P. A. S. Putra, “Teknologi Imersif di Dunia Pendidikan Pada Era Society 5.0,” 2024.
- [28] M. Billinghurst and A. Duenser, “Augmented reality in the classroom,” *Computer (Long Beach Calif)*, vol. 45, no. 7, pp. 56–63, 2012, doi: 10.1109/MC.2012.111.
- [29] E. G. Rahayu, S. A. Widodo, A. Al Masjid, and J. Jatmiko, “Quality of Geometry Cards Based on Augmented Reality to Improve Critical Thinking Skills in Elementary Students,” *Jurnal Math Educator Nusantara: Wahana Publikasi Karya Tulis Ilmiah di Bidang Pendidikan Matematika*, vol. 10, no. 2, pp. 241–255, 2024.
- [30] A. Prastowo, “Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif. Jakarta: Kencana Premana Media Group. Arikunto, Suharsimi. 2012,” *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*, 2013.
- [31] H. Fuadi, A. S. Melita, S. Siswadi, J. Jamaluddin, and A. Syukur, “Inovasi LKPD dengan Desain Digital Sebagai Media Pembelajaran IPA di SMPN 7 Mataram pada Masa Pandemi Covid-19,” *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, vol. 6, no. 2, pp. 167–174, Jul. 2021, doi: 10.29303/jipp.v6i2.184.
- [32] N. Nurhalita and H. Hudaidah, “Relevansi pemikiran pendidikan ki hajar dewantara pada abad ke 21,” *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, vol. 3(2), pp. 298–303, 2021.
- [33] S. Rochmiyati and D. B. W. Putro, “Penerapan Tri-N Pada Buku Siswa Bahasa Indonesia

- VIII Dalam Upaya Meningkatkan Keterampilan Berbahasa,” *Wacana Akademika: Majalah Ilmiah Kependidikan*, vol. 4, no. 1, pp. 48–55, 2020.
- [34] S. Widada, “Ajaran Tri-N Ki Hajar Dewantoro berbantuan LKS terstruktur untuk meningkatkan hasil belajar matematika,” *Tajdidukasi: Jurnal Penelitian dan Kajian Pendidikan Islam*, vol. 10, no. 2, pp. 15–22, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.47736/tajdidukasi.v10i2.339>.
- [35] P. Suroyaningsih, S. A. Widodo, D. Agustito, and K. S. Perbowo, “The Effectiveness of Worksheet-Based Tri-N on Students’ Mathematical Critical and Creative Thinking Abilities Material on Linear Equations in One Variable,” *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, vol. 12, no. 2, p. 268, Mar. 2024, doi: 10.25273/jipm.v12i2.19052.
- [36] A. Widyawati, D. N. Setyawan, and K. S. Kuncoro, “Desain e-book petunjuk praktikum IPA berbasis tri N (niteni, nirokke, nambahi),” *Compton: Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, vol. 6, no. 2, pp. 46–56, 2019, doi: 10.30738/cjipf.v6i2.6096.
- [37] Sukiyanto, I. Taufiq, S. Rezkita, and U. K. Wati, “Pengembangan LKPD Matematika Berbasis Tri-N (Niteni, Niroake, Nambahi) Pada Materi Aturan Sinus dan Cosinus,” *Jurnal Theorems (The Original Reasearch Of Mathematics)*, vol. 8, no. 2, 2024.
- [38] W. Hasanah and H. Soeprianto, “Efektivitas Efektivitas Media Pembelajaran Augmented Reality Materi Bangun Ruang Sisi Datar di SMPN 1 Gunungsari,” *Mandalika Mathematics and Educations Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 140–151, 2025.
- [39] S. A. Widodo, I. Wulandari, A. D. Ayuningtyas, W. Pusporini, D. A. Kusuma, and E. Dwipriyoko, “What kind of Relation and Function Worksheet Based Tri-N improve Critical Thinking Skills?,” *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, vol. 15, no. 2, pp. 342–362, 2024.
- [40] D. A. R. B. Latifah, S. A. Widodo, I. Istiqomah, and K. S. Perbowo, “Does E-Worksheet Based on Tri-N Principles Give Support to Improve Students’ Ability to Think Critically and Creatively?,” *Jurnal Pendidikan Matematika (Kudus)*, vol. 7, no. 1, 2024.
- [41] S. Thiagarajan, D. S. Semmel, and M. I. Semmel, *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*, no. Mc. Bloomington: Center for Innovation in Teaching the Handicapped, Indiana University, 1974.
- [42] S. A. Widodo, “Pengembangan Mathematical Comic Untuk Pencapaian Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Dan Konfirmasi Norma Sosiomatematika (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia,” 2020.
- [43] Pusat Perbukuan, “Instrumen Penilaian dan Penelaahan.”

- [44] BSNP, “Instrumen Penilaian Buku Teks Pelajaran Tahun 2014.” [Online]. Available: <http://bsnp-indonesia.org/2014/05/28/instrumen-penilaian-buku-teks-pelajaran-tahun-2014/>
- [45] E. Almanasreh, R. Moles, and T. F. Chen, “Evaluation of methods used for estimating content validity,” *Research in Social and Administrative Pharmacy*, vol. 15, no. 2, pp. 214–221, 2019, doi: 10.1016/j.sapharm.2018.03.066.
- [46] D. Saputri, M. Melisa, N. Hidayati, and N. Fauziah, “Lembar Validasi: Instrumen yang Digunakan Untuk Menilai Produk yang Dikembangkan Pada Penelitian Pengembangan Bidang Pendidikan,” *Biology and Education Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 133–151, 2023, doi: 10.25299/baej.2023.15347.
- [47] H. A. Asnawi, S. Maharani, and R. K. Setyansyah, “Pengembangan E-Lkpd Berbasis Liveworksheets Pada Materi Bilangan Berpangkat Untuk Kelas IX SMP/MTS di Kabupaten Madiun,” *Jurnal Pendidikan Konseling*, vol. 5, no. 1, 2023, doi: 10.31004/jpdk.v5i1.12009.
- [48] Kemendikbud, “KAJIAN AKADEMIK Kurikulum Merdeka,” Mar. 2024.
- [49] Aini, Nur. DKK.2019. “Pengaruh Pengetahuan dan Pemahaman Investasi, Modal Minimum Investasi, Return, Risiko dan Motivasi Investasi Terhadap Minat Mahasiswa Berinvestasi di Pasar Modal”. *Jurnal Ilmiah Riset Akuntansi* 8(05), 2019
- [50] P. Suparno, “Filsafat konstruktivisme dalam pendidikan,” *Yogyakarta: Kanisius*, pp. 12–16, 1997.
- [51] K. H. Dewantara, “Ki Hadjar Dewantara: pemikiran, konsepsi, keteladanan, sikap merdeka (Bagian I: Pendidikan),” 2003, *UST Press-Majelis Luhur Persatuan Tamansiswa*.
- [52] Aiken, L.R. (1980). Content Validity and Reliability of Single Items or questionnaires. *Educational and Psychological Measurement*, 40(4):955- 959. <https://doi.org/10.1177/001316448004000419>