

Desain Didaktis Jaring-Jaring Bangun Ruang dengan AR dan Benda Konkret

Ade Niryan¹, Mhmd. Habibi^{2✉},

(1,2) Megister Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah, UIN Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia

✉ Corresponding author
[mhmd_habibi@yahoo.com]

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan hambatan belajar (obstacle learning), mendesain rencana didaktik, melakukan aktifitas dedaktik dan menemukan perubahan setelah dilakukannya tahap retrospektif. Metode menggunakan DDR (Didactical Design Research). Subjek penelitian ini adalah siswa kelas 5 Sekolah Dasar. Data diperoleh melalui proses observasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lemahnya kemampuan visualisasi siswa dan kemampuan penguasaan konsep dasar bangun-bangun ruang maka perlukan benda-benda konret dalam mengajarkan konsep jaring-jaring bangun ruang. Media teknologi yang sangat membantu dalam menanamkan konsep jaring-jaring bangun ruang adalah media augmented reality (AR). Perubahan yang dilakukan terdapat pada aktifitas penanaman konsep bagian-bagian lingkaran dengan melakukan aktifitas menemukan jumlah sisi dan titik sudut lingkaran menggunakan media konkret lingkaran. Siswa yang memiliki kemampuan visualisasi yang rendah akan kesulitan memahami gambar yang muncul di layar handphone, karena gambar yang muncul kecil sehingg menyulitkan siswa yang memiliki kecerdasan visual yang rendah.

Kata Kunci: *Augmented Reality, jaring-jaring bangun ruang, Didaktik, Bangun datar*

Abstract

This study aims to find learning obstacles, design a didactic plan, conduct didactic activities, analyze the learning obstacles, design a didactic plan, conduct didactic activities, and see changes after the retrospective stage. Find changes after the retrospective stage. The method uses DDR (Didactical Design Research). The subjects of this research are students of grade 5 Elementary School. Data was obtained through the observation process. The result of the study showed students' weak visualization ability and the ability to master the basic concepts of spatial shapes, then the need for concrete objects in teaching the idea of the nets of spatial shapes. Technological media, which is very helpful in instilling the concept of the nets of building space, is augmented reality (AR) media. Reality (AR) media. The changes are in planting the idea of parts of the circle by doing activities to find the number of sides, and students with a low visualization ability will need more time to visualize the concept. Low visualization Students who have low visualization ability will find it challenging to understand the images that appear on the mobile phone screen because the images that appear are small, making it difficult for students to understand the concept of images that appear small so that it makes it difficult students who have low visual intelligence Low visual intelligence

Keywords: *Augmented Reality, nets building space, Didactics, Flat building*

PENDAHULUAN

Dalam beberapa dekade terakhir, teknologi pendidikan telah berkembang pesat. Augmented Reality (AR) merupakan salah satu inovasi yang semakin populer yang dapat meningkatkan pendidikan, terutama dalam bidang yang membutuhkan visualisasi kompleks seperti matematika dan ilmu pengetahuan lainnya. AR menggabungkan elemen digital dengan dunia nyata untuk membuat pengalaman interaktif yang lebih kaya. Augmented Reality (AR) merupakan

kombinasi elemen dari dunia virtual dengan dunia nyata yang diciptakan melalui teknologi komputer. (Purwoko & Parga Zen, 2023). Augmented Reality salah satu teknologi yang cocok untuk digunakan sebagai media pembelajaran bagi siswa SD. Karena siswa SD memiliki tahap berfikir konkrit yang menginginkan benda nyata sebagai media belajarnya. Sejalan dengan pendapat Bruner (Orton, 1992) mengatakan bahwa anak belajar konsep matematika dalam tiga tahap: enaktif, iconic, dan symbolic. Tahap enaktif mempelajari dengan memanipulasi benda atau objek konkrit, tahap iconic mempelajari dengan menggunakan gambar, dan tahap symbolic mempelajari matematika dengan menggunakan lambang atau simbol (Rusnandi et al., 2024).

Materi bangun ruang sering menjadi tantangan bagi siswa untuk memahaminya. Karena Konsep ini mencakup memahami bagaimana bentuk tiga dimensi dapat dibagi menjadi bentuk dua dimensi dan sebaliknya. Sejalan dengan pendapat (Fajari, 2020) bangun ruang merupakan materi yang dianggap sulit dipahami oleh siswa karena memiliki karakteristik yang membutuhkan kemampuan visual yang tinggi dan kemampuan analisis yang tinggi untuk memahami objek yang tidak nyata. Sedangkan siswa sekolah dasar berada pada tahap operasional konkrit, yang seharusnya sudah menggunakan benda-benda yang dapat dilihat akibatnya, hanya dengan metode pembelajaran konvensional yang menggunakan buku teks dan gambar statis yang sering digunakan guru sebagai sumber belajar membuat mereka sering mengalami kesulitan untuk memahami materi ini dengan baik. Untuk itu penggunaan AR dianggap salah satu media yang tepat dalam menyampaikan materi jaring-jaring balok. Karena (Rusnandi et al., 2024) AR mampu menggabungkan dunia nyata dan virtual.

Seharusnya dengan penggunaan media pembelajaran yang tepat dalam materi jaring-jaring balok dapat membantu siswa dalam memahami materi. Karena Hamalik (1986) dan Arsyad (2013: 19) dalam (Farika, 2023) mengatakan bahwa menggunakan media pembelajaran yang tepat dalam proses mengajar dapat menumbuhkan minat dan keinginan baru, mendorong kegiatan belajar, dan bahkan membawa efek psikologis pada siswa. Siswa yang belajar secara aktif dan dinamis serta diberi kesempatan untuk mengkonstruksi pengetahuannya akan lebih mudah memahami konsep materi yang diberikan (Rusnandi et al., 2024). Karena Hudoyo (1998) berpendapat bahwa Matematika adalah proses mengembangkan atau membangun konsep dan prinsip; matematika bukanlah pembelajaran yang pasif dan statis, melainkan pembelajaran yang aktif dan dinamis.

Akan tetapi dalam tahun 2018, skor PISA (Programme for International Student Assessment) sebesar 379 menempatkan Indonesia di peringkat 68 dari 75 negara yang berpartisipasi. Sebagian besar siswa juga menyatakan jika pelajaran matematika itu cukup sulit difahami termasuk dalam sub materi jaring-jaring kubus yang merupakan turunan dari materi bangun ruang (Anggraini, 2021). Kemampuan visual yang rendah dari siswa juga menjadi penyebab sulitnya materi bangun ruang bagi mereka dan media yang digunakan masih berupa gambar 2 dimensi yang ada dalam buku dan paparan tulis, sehingga gambar yang terlihat dipapan tulis sangat aneh dan membingungkan bagi siswa (E. P. Rahayu & S. Salsabila, 2022).

Banyak Upaya yang telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan belajar siswa. Sebagaimana penelitian (Rusnandi et al., 2024) bahwa Model peraga bangun ruang 3D berbasis Augmented Reality, yang dijadikan sebagai media pembelajaran, mampu menciptakan suasana baru yang lebih interaktif dalam pembelajaran matematika yang biasa terkesan membosankan bagi siswa dasar. (E. P. Rahayu & S. Salsabila, 2022) juga berpendapat bahwa aplikasi AR merupakan media pembelajaran yang dapat membantu siswa memvisualisasi objek 3D seperti bangun ruang dan jaring-jaring bangun ruang. Ditegaskan lagi oleh (Farika, 2023) kemampuan AR dalam memvisualisasi objek 3D mampu meningkatkan minat dan hasil belajar matematika siswa SD kelas 6 Junrejo 01. Selain itu AR juga mampu meningkatkan keterlibatan siswa, memotivasi siswa, memudahkan siswa memahami materi, dan mampu mendukung siswa yang kesulitan memvisualisasi gambar (E. P. Rahayu & S. Salsabila, 2022). Jadi umunya AR digunakan sebagai media visual yang mampu meningkatkan pemahaman siswa pada konsep-konsep geometri. Dengan AR siswa berinteraksi langsung dengan objek 3D yang dapat diputar, diperbesar dan dimanipulasi secara real-time. Sehingga memberikan pengalaman yang lebih nyata dan kontekstual.

Namun, meskipun potensi AR dalam pendidikan sangat besar, penelitian yang mendalam mengenai efektivitas dan implementasi AR dalam pembelajaran jaring-jaring bangun di sekolah

dasar masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana penggunaan AR dapat mempengaruhi pemahaman siswa terhadap konsep jaring-jaring bangun, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mendukung atau menghambat penerapan AR dalam lingkungan pembelajaran di sekolah dasar. Selain itu sebagian besar penelitian memfokuskan penelitian pada perancangan desain didaktif dengan menggunakan AR, Belum ada yang mencoba mencari hambatan atau kendala yang dihadapi siswa saat mengaplikasikan AR dalam materi bangun ruang khususnya sub materi jaring-jaring bangun ruang.

Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan lebih banyak informasi tentang manfaat dan keterbatasan penggunaan AR dalam pendidikan, khususnya dalam membantu siswa dalam memahami konsep-konsep geometris yang kompleks. Selain itu, temuan dari penelitian ini dapat menjadi panduan bagi para pendidik dan pembuat kebijakan dalam mengintegrasikan teknologi AR ke dalam kurikulum pendidikan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan hasil belajar siswa. Melalui penelitian ini juga dapat dideskripsikan kendala-kendala yang dihadapi guru dan siswa saat mengaplikasikan AR dalam kegiatan pembelajaran materi jaring-jaring bangun ruang.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Didactical Design Research (DDR) dengan jenis pendekatan kualitatif. Tahapan yang dilakukan dalam kegiatan penelitian dengan metode DDR ini diawali dengan melakukan analisis hambatan belajar terkait materi jaring-jaring bangun ruang untuk mendesain kegiatan pembelajaran yang tepat dengan memanfaatkan AR dan benda konkrit sebagai media pembelajaran. Selanjutnya mendesain instruksional untuk mengajar siswa sekolah dasar tentang jaring-jaring bangun ruang. Langkah terakhir adalah peneliti merefleksikan dan melakukan aktifitas desain didaktis. Dan melakukan analisis retrofektif dengan membandingkan hasil analisis situasi hipotesis dengan metadidaktik. Menurut (Suryadi, 2013) ada 3 tahapan didaktis yaitu: 1). menganalisis situasi pengajaran sebelum pembelajaran dengan menggunakan hipotesis seperti Antisipasi Didaktis Pedagogis (ADP) 2). menganalisis metapedadidaktik, yang melibatkan analisis kinerja guru berdasarkan dua komponen yang terintegrasi: pengetahuan dan keterampilan. 3). Analisis Retrofektif, atau analisis yang membandingkan hasil analisis situasi berbasis hipotesis dengan hasil metapedadidaktik. Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi langsung, wawancara tidak terstruktur. Analisis data dilakukan menggunakan metode analisis naratif. Analisis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hambatan Belajar (Learning Obstacle)

Untuk mengidentifikasi hambatan belajar yang dihadapi siswa peneliti memberikan 5 soal awal. Soal-soal yang disusun tersebut akan menggambarkan aspek kemampuan visualisasi, penguasaan konsep dasar materi, media yang difahami siswa, metode dan lingkungan belajar, pengetahuan awal siswa terkait bangun ruang dan bangun datar. Dari hasil analisis jawaban siswa, siswa memiliki hambatan dalam belajar. Hambatan belajar dapat muncul dari tiga sumber yang berbeda, menurut Brousseau (1997): hambatan ontogenik (kesiapan mental untuk belajar), hambatan didaktik (disebabkan oleh cara guru mengajar), dan hambatan epistemologis (pengetahuan yang dimiliki oleh siswa dalam konteks pembelajaran). Hambatan belajar dapat didefinisikan sebagai hambatan dalam menerapkan dan memahami keterampilan matematika, membaca, menulis, berbicara, mendengar, atau berpikir dalam populasi yang beragam (Novianda, 2022).

Hambatan ontogenik yang diperoleh dari hasil observasi dan hasil analisis jawaban siswa terlihat dari lemahnya kemampuan awal siswa untuk memahami konsep dasar geometri. Hambatan ini merupakan tantangan yang signifikan. Banyak siswa tidak memahami konsep dasar tentang panjang, lebar, tinggi, rusuk, titik sudut yang merupakan dasar pemahaman jaring-jaring bangun ruang. Jika siswa tidak memahami konsep dasar ini dengan baik, mereka akan kesulitan memahami langkah-langkah selanjutnya dalam pembelajaran jaring-jaring bangun ruang. Hal ini sejalan dengan hambatan ontogenik yang ditemukan oleh (Cesaria & Herman, 2019) Salah satu sekolah menengah mengalami sejumlah hambatan belajar, termasuk hambatan ontogenik, yang terlihat jelas dari kekurangan siswa dalam pengetahuan geometri dasar, yang membuat mereka kebingungan saat

dihadapkan pada masalah bangun ruang sisi datar. Maka untuk mengatasi ini perlu memberikan konsep dasar bangun datar pada siswa sebelum melanjutkan ketahapan materi jaring-jaring bangun ruang.

Hambatan didaktik yang ditemukan dalam metode pengajaran yang disuguhkan oleh guru. Dimana siswa menjadi bosan dan tidak tertarik pada pelajaran jika metode pengajarannya kurang variatif dan interaktif. Untuk membuat pemahaman siswa tentang struktur bangun ruang lebih menyenangkan dan bermakna, guru harus menggunakan metode seperti permainan edukatif, penggunaan teknologi, dan pembelajaran berbasis proyek (Putra dan Sofiana:2022). Selain itu, sangat penting bagi siswa untuk mendapatkan dukungan dari orang tua mereka di rumah. Ketika siswa menerima dukungan penuh dari orang tua mereka, baik di sekolah maupun di rumah, mereka akan lebih termotivasi dan lebih percaya diri dalam menghadapi tantangan belajar jaring-jaring bangun ruang.

Untuk mengatasi hambatan belajar diatas guru perlu memilih media pembelajaran yang interaktif dan disenangi siswa yang bisa menampilkan objek 3 dimensi. Selain itu guru juga harus mampu menanamkan konsep jaring-jaring bangun ruang dengan baik melalui media konkret yang dibuat dan ditemukan oleh siswa itu sendiri. Dan guru juga wajib memberikan metode pengajaran yang variatif dan interaktif sehingga tidak membosankan bagi siswa. Media yang akan digunakan pada desain pembelajaran ini adalah media Augmented Relaty (AR) terkait jaring-jaring bangun ruang. Adapun media AR yang dipilih adalah media AR yang telah didesain oleh (Adrian,Qhadli dan Ambarwari, Agus :2020). Sumber belajar yang digunakan juga didesain dengan menarik berupa LKPD yang membuat siswa lebih tertarik untuk mengikuti aktifitas pada LKPD yang disediakan. Desain didaktis yang akan dibuat lebih banyak mengaktifkan siswa dalam proses pembelajaran.

Hambatan epistimologis terlihat dari lemahnya kemampuan siswa dalam memahami bagaimana suatu bentuk tiga dimensi, seperti kubus atau prisma, dapat diuraikan menjadi bagian-bagian bangun datarnya untuk memvisualisasikan bentuk tiga dimensi menjadi dua dimensi. Proses visualisasi membutuhkan kemampuan spasial yang baik, yang belum tentu dimiliki oleh semua siswa di tingkat pendidikan dasar. Selain itu, kekurangan media pembelajaran yang interaktif dan konkret membuat masalah ini lebih sulit. Maka untuk mengatasi hambatan tersebut digunakan Augmented Reality untuk menumbuhkan kemampuan spasial dan kemampuan visualisasi pada siswa (Aldalah et al., 2019, Arifin et al., 2020).

Desain Didaktis Awal

Didaktis 1

Situasi didaktis pertama siswa diberikan beberapa jenis gambar bangun datar. Mereka diarahkan untuk menyampaikan pemahamannya terkait bagian-bagian bangun datar atau dan ciri-ciri bangun datar yang mereka amati. Situasi didaktis yang dipridiksi akan muncul pada tahap didaktis pertama ini adalah 1). Siswa menjawab bagian-bagian bangun datar adalah sisi dan titik sudut 2) Perbedaan persegi dan persegi panjang adalah, persegi disusun oleh sisi yang sama panjang sedangkan persegi panjang di susun oleh sisi-sisi yang berbeda ukuran. Antisipasi pedagogis yang telah direncanakan, jika siswa menjawab benar sesuai jawaban 1 dan 2 maka diberi penguatan oleh guru. Jika siswa menjawab salah maka guru meminta siswa mengukur bagian sisi bangun sampai siswa menemukan sendiri apa perbedaan utama persegi dan persegi panjang dan bagian-bagiannya (sisi, titik sudut).

Situasi didaktis kedua, Siswa mengamati bangun dan menemukan nama bangun datar yang telah dibagikan ke siswa. Guru memberikan bimbingan pada siswa agar menemukan sendiri nama jensi bangun datar sesuai dengan ciri-cirinya. Respon prediksi yang akan muncul, 1) Persegi memiliki 4 sisi dan 4 titik sudut begitupun dengan bangun datar yang lain disebutkan oleh siswa secara tepat jumlah sisi dan titik sudutnya. Jika siswa merespon sesuai prediksi diberi penguatan. Namun, jika siswa merespon sebaliknya maka guru memberikan selembat HVS kemudian diarahkan untuk menemukan jumlah sisi dan titik sudut dari kertas.

Situasi didaktis ketiga, Siswa dibimbing untuk melakukan pemindaian gambar bangun datar menggunakan AR. Respon prediksi yang akan muncul adalah siswa akan mampu menemukan nama dan jumlah titik sidut dan sisi dati bangun datar yang dipindai dengan AR. Siswa yang memberikan respon sesuai prediksi diberi penguatan. Siswa yang merespon salah diarahkan kembali memindai

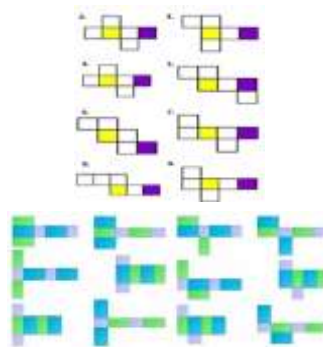
gambar dengan AR dan memutar sendiri gambar digawainya untuk menemukan nama bangun dan jumlah sisi serta titik sudutnya.

Situasi didaktis keempat, Siswa diarahkan mengidentifikasi jensi bangun datar penyusun bangun ruang dari boxes/benda konkret yang dibagikan. Kemudian guru bertanya apa jenis bangun datar penyusun dari bangun ruang tersebut?. Respon prediksi yang akan muncul 1). Bangun yang dipegang adalah Balok dan bangun datar penyusunnya adalah persegi panjang. Jika respon tidak sesuai, guru mengarahkan siswa untuk menggunting bagian-bagian sisi boks kemudian dibimbing menemukan jenis bangun penyusun dan nama bangun yang digunting.

Didaktis 2

Situasi diaktis pertama, Siswa dibimbing untuk menemukan bagian-bagian bangun ruang konkret yang telah dibagikan. Respon prediksi yang akan muncul 1). Nama bangun ruang kubus 2) Bagian-bagiannya ada 8 titik sudut, 6 sisi dan 12 rusuk. Jika respon siswa tidak sesuai prediksi maka siswa diarahkan untuk mengamati benda konret yaitu ruang kelas. Kemudian siswa berjalan sendiri menemukan rusuk, sisi dan titik sudutnya.

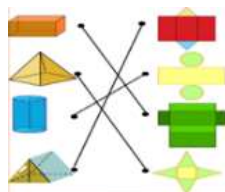
Situasi didaktis kedua, siswa diarahkan menggunting boks yang dibagikan sesuai arah rusuknya, hingga siswa menemukan bentuk jaring-jaring bangun. Siswa diminta mengacak setiap bagian sisi-sisinya sehingga menemukan berbagai bentuk jaring-jaring bangun ruang. Respon prediksi yang akan muncul seperti gambat 1 dibawah ini.



Gambar 1. Prediksi respon siswa terhadap jaring-jaring balok dan kubus

Jika respon siswa tidak sesuai prediksi guru membagikan bagian sisi-sisi kubus dan balok yang lebih nyata kemudian meminta siswa menyusunnya dibawah arahan guru.

Situasi didaktis ketiga, siswa diberi gambar maker bangun ruang, kemudian mengarahkan untuk memindainya menggunakan AR untuk menemukan jaring-jaring bangun ruang. Guru meminta siswa menjodohkan bangun ruang dan jaring-jaringnya. Respon prediksi yang muncul seperti gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Prediksi Respon Siswa Dalam Menjodohkan Jenis Bangun Ruang Dan Jaring-Jaringnya

Jika jawaban siswa tidak sesuai respon prediksi maka guru mengarahkan kembali memindai bangun ruang yang lain yang tidak difahami, kemudian siswa menemukan jaring-jaringnya.

Situasi didaktis ke empat, guru mengarahkan siswa menggunting jaring-jaring bangun ruang kemudian membuat keterampilan jaring-jaring bangun ruang yang bisa buka tutup. Dengan langkah-langkah sebagai berikut: 1) Gunting gambar jaring-jaring bangun ruang yang dibagikan, 2) Lobangi

bagian yang diberi tanda titik pink, 3) Masukkan benang dari lobang, 3) Tarik benang dari sisi A yang ditempelkan.

Hasil kerja siswa yang diharapkan seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3. Respon Prediksi Jawaban Siswa Dalam Merangkai Jaring-Jaring Bangun Ruang Buka Tutup

Siswa yang belum memberikan respon sesuai gambar maka diberi gambar jaring-jaring kubus kemudian dibimbing membuat dan merangkai kembali.

Didaktis 3

Situasi didaktis pertama, Siswa mengamati lingkungan kemudian menemukan benda-benda sekitar yang memiliki bentuk yang sama dengan jenis bangun ruang yang dipelajari. Guru memberikan pertanyaan, Apa saja benda-benda disekitarmu yang memiliki bentuk yang sama dengan bangun ruang yang dipelajari? Respon prediksi yang diharapkan seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4. Prediksi Respon Siswa Dalam Mengidentifikasi Benda-Benda Sekitar Yang Mirip Bangun Ruang

Jika hasil respon siswa tidak sesuai, maka guru membawa siswa untuk mengamati langsung kelas dan lingkungan sekolah, kemudian membimbing siswa untuk menemukan benda disekitar yang memiliki bentuk sesuai dengan bangun ruang yang dimaksud.

Situasi didaktis kedua, siswa diarahkan untuk menyampaikan alasan mengapa bangun yang dipilih sesuai dengan bangun ruang yang telah dipelajari. Respon prediksi yang akan muncul 1) Karena bangun yang dipilih sesuai dengan ciri-ciri bangun ruang yang dipelajari, yaitu memiliki jumlah sisi, titik sudut dan rusuk yang sama. Jika siswa memberikan respon yang tidak sesuai dengan konsep bangun ruang maka, guru menghadirkan benda nyata yang dipilih siswa dan membimbing siswa mengidentifikasi persamaan benda yang dipilih dan kesesuaiannya dengan jenis bangun ruang yang dipelajari. Disetiap akhir desain didaktis guru mengarahkan siswa menjawab LKPD yang disediakan.

Aktifitas Didaktis

Didaktis 1

Pada desain ini memuat learning trajectory yang membahas tentang bagian-bagian bangun datar dan perbedaan antar bangun datar. Diawali dengan pengenalan konsep bangun datar dengan cara membagikan gambar bangun datar dan menstimulus siswa menemukan bagian-bagian bangun datar dan perbedaannya. Kemudian guru melakukan dialog berikut.

Guru : *Siapa yang bisa menunjukkan dan menyebutkan bagian-bagian dari bangun datar yang diangkat oleh temannya tadi (bangun 1 persegi dan bangun 2 persegi panjang)?*

- S1 : Bangun satu memiliki sudut, memiliki garis, Bangun dua juga begitu.
 S2 : Memiliki Sisi, memiliki titik sudut
 S3 : Bangun satu dan bangun dua sama-sama memiliki segi dan sudut
 Siswa lain : Diam dan belum mampu memberikan jawaban.

Dari dialog dapat disimpulkan siswa belum begitu paham dengan bagian-bagian bangun datar. Penyebab siswa tidak mampu memahami bagian-bagian bangun datar dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Sejalan dengan pendapat (Sulistiowati, 2022) faktor internal maupun eksternal memiliki berkontribusi terhadap kesulitan siswa dalam memahami konsep geometri. (Sulistiowati, 2022). Faktor internal disebabkan oleh lemahnya pemahaman konsep siswa, kurang teliti, sementara faktor eksternal berasal dari luar diri siswa, khususnya dari guru dan proses pembelajaran. Dari dua faktor utama diatas maka penyebab tidak fahamnya siswa atas konsep bagian-bagian bangun datar adalah kurangnya pemahaman konsep awal. Maka dari itu guru memberikan contoh dengan memberikan benda nyata kepada siswa dengan menggunakan selembar kertas atau papan tulis kecil. Kemudian siswa mengidentifikasi Kembali bagian-bagian bangun datar (sisi, titik sudut). Karena dengan menggunakan benda konkrit dapat merangsang bakat dan potensi siswa, melibatkan siswa secara aktif dalam proses belajar (Bukori, 2020).

Selanjutnya guru melakukan kegiatan dialog dengan siswa terkait perbedaan masing-masing bangun datar yang ada di sekitarnya.

- Guru : Setelah mengamati gambar yang diangkat temannya. Apa perbedaan antara persegi dan persegi panjang?
 S1 : Persegi seperti bujur sangkar persegi panjang sisi-sisinya panjang-panjang.
 S2 : Jika persegi ada seginya sama panjang dan persegi panjang memiliki garis yang lebih panjang lagi
 S3 : Bila persegi memiliki ukuran sisi yang sama panjang dan persegi panjang memiliki ukuran sisi yang berbeda-beda.
 Siswa lain : Memiliki ukuran sisi yang berbeda.

Dari hasil tanya jawab dapat disimpulkan siswa mulai mampu membedakan antara bangun datar yang satu dengan yang lainnya. Hal ini dibuktikan dari kemampuan siswa menjawab perbedaan bangun persegi dan bangun persegi panjang, dimana hasil jawaban siswa dikaitkan dengan ciri-ciri bangun datar yang memiliki bagian-bagian sisi dan titik sudut. Pada dasarnya dalam pembelajaran matematika, sebelum memahami konsep selanjutnya diperlukan pemahaman konsep sebelumnya, karena matematika memiliki sifat yang abstrak dan saling berhubungan (Lestari, 2021). Perubahan konsep siswa dapat terjadi melalui akomodasi kognitif dan pembelajaran, serta melalui eksplorasi konsep awal siswa (Rahma et al., 2024).

Selanjutnya guru meminta siswa mengamati bagian-bagian bangun datar (sisi, titik sudut). Kemudian siswa diminta menghitung jumlah sisi, jumlah titik sudut dari bangun datar yang telah dibagikan. Selanjutnya guru meminta siswa menaikkan salah satu bangun datar yang ada di setiap kelompok. Kemudian dilakukan dialog sebagai berikut.

- Guru : Berapa jumlah titik sudut dan jumlah sisi dari bangun yang kamu angkat? Dan apa nama bangunnya?
 S1 : Bangun satu, nama bangunnya persegi sama sisi, jumlah sisinya ada 5 dan titik sudutnya 4
 S2 : Bangun tiga nama bangunnya tiga sisi, jumlah sisinya ada 3 dan titik sudut ada tiga
 S3 : Bangun empat nama bangunnya sisi lima, jumlah sisinya 5 dan jumlah titik sudutnya ada 5
 Siswa lain : Nama bangun sisi lima, dan menjawab jumlah sisi dan jumlah titik sudut dengan benar.

Dari uraian diatas maka terlihat belum semua siswa mengetahui nama-nama dari bangun datar. Dari hasil wawancara, penyebab siswa belum mengetahui nama-nama bangun datar secara umum karena kurangnya penanaman konsep pada siswa dikelas sebelumnya terkait bangun datar. Sehingga mereka hanya memahami bangun datar hanya berupa persegi dan persegi panjang.

Sementara bangun yang lain dijawab dengan menyatakan jumlah sisinya seperti sisi tiga untuk segi tiga, sisi 5 untuk bangun datar segi lima. Kesulitan siswa dalam memahami konsep bangun datar bisa disebabkan oleh diri siswa sendiri dan dari guru. Salah satu penyebab dari diri siswa adalah siswa keliru dalam memahami konsep bangun datar, sementara penyebab dari sisi guru adalah, guru kurang menguasai konsep dan tidak mampu memilih media yang tepat (Simbolon & Sapri, 2022). Umumnya siswa SD kesulitan dalam menemukan nama bangun datar karena tidak memahami unsur-unsur bangun datar (Asdar et al., 2021)

Kegiatan pemahaman nama bangun datar dan bagian-bagiannya dilanjutkan dengan menggunakan aplikasi Augmented Reality (AR). Diawali dengan membagikan marker/gambar yang akan dipindai dengan AR. Gambar yang dibagikan sebagai berikut.



Gambar 5. Gambar/Marker Yang Akan Dipindai Dengan AR

Gambar-gambar marker pada gambar 5 diprint kemudian dipotong sesuai ukuran garisnya. Petunjuk penggunaan AR sebagai berikut.

- Susunlah bangun datar yang telah dibagikan dimejamu
- Ambil gawai hand phone yang sudah disediakan selanjutnya buka aplikasi AR yang telah diinstal dimasing-masing gawaimu.
- Klik menu bangun datar
- Arahkan kamera gawaimu kesalah satu gambar bangun
- Amati nama gambar, tentukan mana bagian sisi dan titik sudut.
- Lakukan pemindaian pada setiap gambar/marker yang disusun dimejamu.

Setelah siswa melakukan pemindaian dengan AR, kemudian menemukan jumlah sisi dan jumlah titik sudut bangun melalui diskusi kelompok. Lalu guru melakukan dialog sebagai berikut.

- | | |
|------------|---|
| Guru | : Sebutkan nama bangun datar hasil pindaianmu menggunakan AR. Kemudian sebutkan jumlah sisi dan titik sudutnya. |
| S1 | : Nama bangunya layang-layang. Jumlah sisinya 4 dan jumlah titik sudutnya 4 |
| S2 | : Nama bangunya persegi, jumlah sisinya 4 jumlah titik sudutnya 4. |
| S3 | : Nama bangunya segi tiga, jumlah sisinya tiga jumlah titik sudutnya tiga |
| S4 | : Nama bangunya persegi panjang, jumlah sisinya 4 jumlah titik sudutnya 4. |
| S5 | : Nama bangunya jajar genjang, jumlah sisinya 4 dan jumlah titik sudutnya 4 |
| Siswa lain | : Menjawab dengan benar. |

Dari jawaban yang diberikan siswa, sebagian besar siswa menjawab dengan benar nama bangun datar dan jumlah sisi serta jumlah titik sudutnya. Hanya saja pada penentuan jumlah sisi dan jumlah titik sudut dari lingkaran siswa merasa kebingungan. Karena tidak terlihat dipandangan siswa dimana letak sudut dan sisi bangun lingkaran. Dalam mengatasi ini guru memberikan benda nyata berupa tutup toples. Kemudian siswa diminta mengamati tutup toples. Dan guru bertanya apakah ada kamu temukan pertemuan dua garis yang membentuk sudut pada tutup toples ini. Siswa menjawab "tidak ada". Jika tidak ada berarti adakah ditemukan sudut dari tutup toples ini? Siswa menjawab "tidak ada titik sudutnya". Selanjutnya siswa diminta mengamati sisi pinggirnya apakah ada sisi yang dipisahkan oleh pertemuan dua garis?. Siswa menjawab "Tidak ada" Semua garis sisinya menyatu. Untuk membuktikan jawaban siswa maka guru meminta siswa menggunting lingkaran menjadi beberapa bagian. Dengan pola mengguntingnya mengarah ke titik pusat lingkaran. Hasil menggunting siswa seperti gambar dibawah ini.



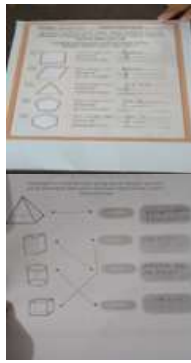
Gambar 6. Hasil Menggunting Lingkaran Untuk Menemukan Jumlah Sisi Dan Titik Sudut Lingkaran

Dari hasil yang kamu gunting berapa jumlah titik sudut dan sisi pada hasil menggunting lingkaran satu. Siswa menjawab “tidak ada terlihat titik sudut, bagian sisinya berupa garis lengkung”. Kemudian guru lanjut bertanya, jika dalam pandangan kamu tidak ada pertemuan 2 garis yang membentuk titik sudut, dan hanya ada sisi berbentuk melingkar, lantas berapa jumlah titik sudut dan sisi dari lingkaran?. Siswa diam sejenak dan menjawab “tidak ada titik sudut dan hanya ada satu sisi”. Sementara siswa lain diam, dan terlihat bingung. Guru meminta siswa memegang hasil menggunting lingkaran dan menyatukan kembali, lalu siswa memastikan apakah ada titik sudut dan sisi lingkaran. Maka Dari uraian percakapan tersebut baru siswa diminta memberikan penegasan bahwa sisi lingkaran hanya satu dan titik sudut tidak ada ditemukan. Dari kegiatan menemukan langsung dari benda konkret membantu siswa lebih mudah memahami konsep materi. Hal ini disebabkan oleh siswa SD masih dalam tahap berpikir konkret maka perlu menyediakan benda konkret untuk menanamkan konsep bangun datar dan memulai pembelajaran dari benda konkret, semi konkret dan abstrak (Sutarto & Syarifuddin, 2013).

Selanjutnya guru melanjutkan pengenalan bangun datar penyusun bangun ruang dengan menggunakan benda-benda nyata disekitar siswa. Dengan cara membagikan boks kecil berbentuk balok dan kubus. Kemudian siswa diminta mengamati bangun ruang yang dibagikan. Lalu diminta melakukan diskusi dan investigasi untuk menentukan apa saja jenis bangun datar yang membentuk bangun ruang yang dibagikan. Dialog yang muncul pada tahap ini sebagai berikut.

- Guru : Naikkan bangun ruang dibagi dikelompokmu kemudian jelaskan bangun datar apa saja yang membentuk bangun ruang tersebut?
- S1 : Nama bangunnya balok, bangun datar penyusunnya adalah 6 buah persegi panjang dengan ukuran yang berbeda.
- S2 : Nama bangunnya mirip dengan balok. Bangun datar penyusunnya adalah 2 bangun persegi panjang yang sama dibagian atas dan alas. 2 bangun persegi panjang yang sama dibagian kiri dan kanan dan 2 buah bangun persegi panjang dibagian depan dan belakang. Jadi bangun balok disusun oleh 6 buah persegi panjang. Dengan bangun yang berhadapan sama ukurannya.
- S3 : Nama bangunnya mirip dengan tabung. Bangun datar penyusunnya adalah dua buah lingkaran bagian atas dan alas. Serta sisi lengkung mirip persegi panjang
- S4 : Bangunnya mirip segi kerucut. Bangun datar penyusunnya berbentuk lingkaran untuk alasnya, Dan sisinya miripsegi tiga.
- Siswa lain : Menjawab untuk bangun ruang balok yang bangun datar penyusunnya adalah 6 buah bangun persegi.

Dari uraian jawaban siswa dapat disimpulkan sebagian besar siswa baru mampu menjawab bangun ruang penyusun benda berbentuk balok. Sementara untuk bangun ruang kerucut dan tabung masih sebagian kecil yang mampu menjawab. Untuk mengatasi kurangnya kemampuan siswa memahami jenis bangun datar penyusun bangun ruang tersebut siswa diminta menggunting perbagiannya secara benar. Selanjutnya siswa menyebutkan nama bangun datar penyusun dari setiap bangun ruang yang digunting. Dari kegiatan tersebut siswa telah mampu menemukan bangun datar penyusun bangun ruang. Diakhir kegiatan didaktis satu, siswa diarahkan untuk mengisi LKPD secara berkelompok sesuai dengan pemahaman materi yang dikuasai siswa dari aktifitas didaktis 1. Dari hasil diskusi kelompok siswa terlihat hasil pengisian LKPD siswa terlihat seperti dibawah ini.



Gambar 7. Hasil Jawaban Siswa Di Lkpd Terkait Bagian-Bagian Bangun Datar

Dari hasil pengisian LKPD pada aktifitas didaktis satu terlihat bahwa siswa secara umum telah memapu menemukan bagian-bagian bangun datar. Dan telah mengetahui jenis-jenis bangun ruang. Namun belum seluruh siswa memapu mengidentifikasi jenis-jenis bangun datar yang membentuk masing-masing bangun ruang. Dari hasil observasi permasalahan ini muncul kemungkinan disebabkan oleh beberapa aspek. Diantaranya kurangnya kemampuan siswa untuk berfikir abstrak dalam memilah jenis bangun datar penyusun bangun ruang. Sejalan pendapat (Sulistiowati, 2022) penyebab sulitnya siswa dalam memahami materi trigonometri (bangun datar dan bangun ruang) disebabkan oleh lemahnya kemampuan siswa dalam berfikir abstrak. Penyebab lainnya adalah timbulnya miskonsepsi siswa terhadap bangun yang disajikan karena rendahnya kecerdasan visual dan spasial siswa (Nadhifa et al., 2019). Kesulitan itu juga bisa disebabkan lemahnya kesiapan belajar siswa (Rhamayanti et al., 2022).

Didaktis 2

Desain didaktis kedua ini juga memuat *learning trajectory* yang membahas mengenai bagian-bagian bangun ruang dan jaring-jaringnya. Dalam aktifitas ini siswa diberikan gambar berbagai bangun ruang. Siswa diminta mengamati gambar bangun ruang dan mendiskusikan bagian-bagian bangun ruang (Sudut, sisi dan rusuk). Kemudian guru melakukan dialog seperti dibawah ini.

- | | | |
|------------|---|--|
| Guru | : | <i>Naikkan bangun ruang dibagi dikelompokmu kemudian jelaskan bagian-bagiannya dan berapa jumlah sisi, sudut dan rusuknya?</i> |
| S1 | : | <i>Nama bangun yang diangkat kelompok satu adalah balok. Memiliki sisi dan sudut.</i> |
| S2 | : | <i>Nama bangun yang diangkat kelompok dua adalah balok. Jumlah sisi 6 sudut 8.</i> |
| S3 | : | <i>Nama bangun yang diangkat kelompok 3 adalah prisma tegak segi tiga, sisinya ada 5 dan sudutnya ada 6.</i> |
| S4 | : | <i>Nama bangun yang diangkat kelompok 4 adalah tabung memiliki 3 sisi, rusuk tidak ada, dan titik sudut tidak ada.</i> |
| Siswa lain | : | <i>Mampu menjawab bagian jumlah sisi, sudut dan rusuk bangun balok dan kubus. Sementara untuk bangun prisma tegak segi tiga, limas dan tabung hanya sebagian yang mampu menjawab dengan benar.</i> |

Dari hasil implementasi dan jawaban-jawaban siswa dapat disimpulkan bahwa siswa sudah mengenal nama-nama bangun ruang dan jumlah sisi serta sudutnya. Namun, sebagian besar siswa belum memahami bagian rusuk dari bangun tersebut. Untuk memberikan pemahaman mendalam terkait jumlah rusuk dari setiap bangun ruang yang disajikan maka dilanjutkan dengan aktifitas didaktis berikutnya yaitu pengenalan bagian rusuk bangun ruang.

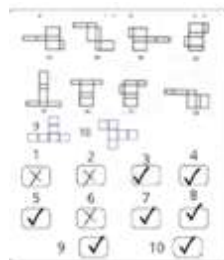
Aktifitas yang dilakukan dalam mengenalkan rusuk bangun ruang dilakukan dengan cara membagikan beberapa bangun ruang nyata kepada setiap kelompok. Selanjutnya siswa dibimbing untuk menemukan rusuk-rusuk dari masing-masing bangun tersebut dengan menunjukkan langsung. Sehingga sebagian besar siswa memahami bagian rusuk dari masing-masing bangun ruang yang dibagikan.

Setelah siswa memahami konsep dasar bangun datar dan bangun ruang serta bagiannya secara umum. Guru melanjutkan kesituasi didaktis berikutnya yaitu membimbing siswa untuk menemukan jaring-jaring bangun ruang. Kegiatan didaktis yang dilakukan ditahap ini adalah dengan membagi beberapa benda nyata yang mirip dengan bangun ruang. Selanjutnya siswa diarahkan untuk menggunting setiap bagian rusuk penghubung satu sisi dengan sisi yang lainnya sehingga hasil aktifitas siswa seperti gambar dibawah ini.



Gambar 8. Hasil Identifikasi Jaring-Jaring Bangun Ruang

Dari hasil aktifitas siswa dan proses tanya jawab yang dilakukan guru. Siswa telah memahami bentuk jaring-jaring bangun ruang. Selanjutnya siswa diminta untuk memotong masing-masing bangun ruang berdasarkan bentuk bangun datar penyusunnya. Lalu siswa mengacak posisi setiap sisi. Sehingga menghasilkan bentuk jaring-jaring bangun ruang dengan formasi yang berbeda. Dari hasil diskusi siswa dalam menyusun jaring-jaring bangun ruang dituangkan kedalam LKPD sebagai bentuk pemahaman siswa. Hasil analisis siswa terlihat pada gambar dibawah ini. Dari hasil kerja siswa juga dapat disimpulkan bahwa sebagian besar siswa telah memahami jaring-jaring bangun ruang. Namun ada 1 kelompok siswa yang masih ragu dalam memilih jenis jaring-jaring bangun ruang yang tidak sesuai dan yang sesuai. Seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 9. Hasil Identifikasi Jaring-Jaring Bangun Ruang Yang Salah

Dari hasil analisis siswa yang dituangkan dalam LKPD diatas dapat disimpulkan sebagian besar siswa telah memahami bentuk-bentuk jaring-jaring bangun ruang. Namun ada sebagian kecil siswa yang belum memahaminya. Penyebab siswa belum memahami konsep jaring-jaring bangun ruang tersebut disebabkan oleh kurang teliti, lemahnya kemampuan visual siswa dalam menganalisa gambar yang tertuang dalam LKPD. Selanjutnya siswa diarahkan untuk mengidentifikasi jaring-jaring bangun ruang dengan menggunakan aplikasi AR. Dengan membagikan gambar/marker yang akan dipindai menggunakan AR. Bentuk gambar/marker yang akan dibagikan kepada siswa sebagaimana gambar dibawah ini.



Gambar 10. Gambar/Marker Bangun Ruang Yang Akan Dipindai Dengan Ar

Selanjutnya siswa diarahkan untuk mengikuti langkah-langkah dibawah ini.

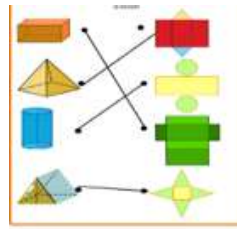
- Ambil gawai hand phone yang sudah disediakan selanjutnya buka aplikasi AR.
- Klik menu bangun ruang

- c. Arahkan kamera gawaimu kesalah satu gambar bangun yang telah disusun dimejamu.
 - d. Kemudian amati nama bangun ruang yang muncul.
 - e. Klik menu jaring-jaring untuk menemukan jaring-jaring bangun ruang yang kamu pindai.
 - f. Klik rusuk untuk menemukan rusuk bangun ruang yang kamu pindai.
 - g. Lakukan hal diatas secara bergantian pada gambar/marker yang disediakan sampai kamu faham bentuk jaring-jaring bangun ruang.
- Dari hasil pemindaian siswa terlihat seperti gambar dibawah ini.



Gambar 11. Dokumentasi Kegiatan Menemukan Jaring-Jaring Bnagun Ruang dengan Aplikasi Ar

Setelah menyelesaikan tahapan didaktis ini siswa kemudian menuangkan hasil pemahamannya kedalam LKPD yang disediakan seperti pada gambar dibawah ini.



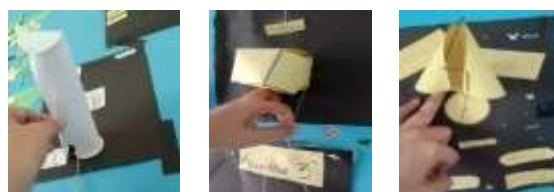
Gambar 12. Hasil Jawaban Siswa Yang Salah Dalam Menjodohkan Jenis Bangun Dan Jaring-Jaringnya

Dari hasil kerja keja siswa, terlihat bahwa sebagian besar siswa telah mampu menemukan jaring-jaring bangun ruang. Hanya satu kelompok saja yang belum mampu menjodohkan jaring-jaring bangun ruang. Hal ini disebabkan oleh, siswa belum teliti dalam menjodohkan antara jaring-jaring bangun prisma tegak dan limas.

Maka untuk memantapkan pemahaman siswa yang sudah faham jaring-jaring bangun ruang dan mengatasi kemampuan siswa yang belum memahami jaring-jaring bangun ruang. Guru melakukan kegiatan mendesain keterampilan pembuatan jaring-jaring bangun ruang 3 dimensi yang bisa dibuka dan ditutup. Dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Ambil salah satu gambar jaring-jaring bangun ruang yang dibagikan.
- b. Potonglah sesuai garis yang telah ditentukan dibagian rusuk-rusuknya
- c. Kemudian lipat disetiap rusuk dari bangun tersebut
- d. Lobangi penanda titik yang berwarna pink atau hitam
- e. Masukkan benang yang telah disediakan dari luar kanan sampai luar kiri disekeliling gambar yang kamu potong
- f. Lekatkan sisi A yang telah ditandai pada LKPD yang telah disediakan
- g. Kemudian Tarik bagian sisi bawahnya.
- h. Permainan jaring-jaring bangun ruang yang buka tutup siap digunakan

Dalam tahapan ini guru melakukan bimbingan dan arahan agar kegiatan siswa cepat selesai sesuai target waktu yang disediakan di RPP. Hasil keterampilan membuat jaring-jaring bangun ruang yang bisa dibuka tutup terlihat dalam gambar dibawah ini.



Gambar 13. Hasil Keterampilan Siswa Dalam Membuat Jairng-Jaring Bangun Ruang Yang Bisa Dibuka Dan Tutup

Dari kegiatan didaktis ini. Siswa semakin paham dengan jaring-jaring bangun ruang. Hal ini terlihat dari kemampuan siswa menyampaikan ide-idenya terkait berbagai jenis-jaring-jaring bangun ruang lain yang bisa dibuka tutup. Dengan menerapkan pembelajaran berbasis proyek akan lebih memudahkan siswa memahami konsep matematika (Indrajatmoko, 2022). Pembelajaran berbasis proyek juga mampu menumbuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada siswa (Fitriani et al., 2019).

Didaktis 3

Desain didaktis ketiga ini juga menggunakan *learning trajectory* terkait mengidentifikasi jenis-jenis benda-benda disekitar yang memiliki bentuk yang sama dengan bangun ruang (kubus, balok, tabung, limas, prisma tegak segi tiga). Dalam kegiatan praktek didaktis 3 ini, guru mengarahkan siswa mengamati lingkungan kelas kemudian meminta siswa mengidentifikasi jenis benda-benda yang memiliki kesamaan dengan bangun ruang. Selanjutnya siswa diarahkan untuk mengamati lingkungan sekolah lalu diarahkan untuk menemukan benda-benda sekitar yang memiliki kemiripan dengan bangun ruang yang dipelajari. Dari kegiatan didaktis ini timbul kegiatan tanya jawab seperti dibawah ini.

- Guru : *Amati lingkungan sekitar kelas dan sekolahmu, Kemudian coba sebutkan jenis benda-benda yang memiliki kemiripan dengan bangun ruang (balok, kubus, prisma tegak segi tiga, limas, tabung) yang ada dilingkungan yang kamu amati!*
- S1 : *Lemari menyerupai balok, Dadu ular tangga yang ada di sidit baca menyerupai kubus, Tong sampah didepan kelas menyerupai tabung tenda pramuka mirip prisma tegak segi tiga.*
- S2 : *Ruang kelas menyerupai balok, Tong sampah menyerupai tabung dan bak mandi dikamar mandi siswa menyerupai kubus.*
- S3 : *Tong sampah menyerupai tabung dan lemari kelas menyerupai balok.*
- Siswa lain : *Mampu menyebutkan contoh benda sekitar yang menyerupai bangun ruang (balok, kubus, tabung, prisma tegak segi tiga dan limas)*

Selanjutnya guru menanyakan alasan siswa menyatakan benda pilihannya mirip dengan bangun ruang yang dimaksud pada percakapan diatas. Dari empat kelompok 3 kelompok menyatakan alasan mereka memilih benda-benda tersebut karena memiliki ciri-ciri yang sama dengan bangun ruang yang telah dipelajari (Balok, kubus, prisma tegak, tabung dan limas). Ciri-cirinya dilihat dari jumlah sisi, rusuk dan sudutnya. Hanya satu kelompok yang tidak mampu memberi alasan. Ketidak mampuan kelompok yang dimaksud dalam memberikan alasan bisa disebabkan urangnya pemahaman siswa dalam menganalisa pertanyaan guru. Dan kondisi konsentrasi mereka yang sedang menurun. Sebagaimana pendapat (Buyung et al., 2022) salah satu penyebab siswa kurang memahami konsep adalah aspek psikologi yakni tingkat konsentrasi siswa. Namun secara umum dari jawaban siswa diatas dapat disimpulkan bahwa sebagian besar siswa telah memahami bangun ruang dan ciri-cirinya serta jaring-jaring dan bangun datar penyusun bangun ruang tersebut.

Tahap akhir dari kegiatan *learning trajectory* adalah meminta siswa mempresentasikan hasil diskusi yang sudah diituturkan di LKPD masing-masing kelompok. Kemudian kelompok lain memberikan komentar dari hasil pengisian LKPD yang dibagikan diawal pembelajaran. Dengan cara ini siswa semakin memahami konsep jaring-jaring bangun ruang yang telah dipelajari. Selanjutnya dilakukan evaluasi akhir dari kegiatan belajar. Dari kegiatan akhir ini dapat diperoleh informasi sejauh mana siswa memahami konsep jaring-jaring bangun ruang. Dan apa kendala yang dimiliki siswa dalam menyelesaikan evaluasi akhir ini. Soal yang disusun dalam tahap evaluasi akhir tetap sesuai dengan indikator dan tujuan pembelajaran yang dituangkan dalam RPP pembelajaran.

Didaktis Akhir

Didaktis 1

Implementasi desain didaktis pada aktifitas didaktis tidak merubah bnyak hal dalam pelaksanaannya. Seluruh desain didaktis satu dapat diimplementasikan dalam praktek aktifitas

desain didaktis satu. Hanya saja dalam mengatasi ketidak fahaman siswa terkait bagian sisi dan titik sudut dari lingkaran diperlukan pembuktian tambahan dengan cara membagi lingkaran menjadi beberapa bagian. Dan guru menggiring pertanyaan kepada siswa yang membawa siswa mampu menemukan bahwa lingkaran memiliki sisi dan sudut yang tidak terhingga. Begitupun dalam menemukan jumlah sisi dan titik sudut dari bangun ruang. Semuanya berjalan sesuai rencana desain didaktis yang telah diimplementasikan. Namun perlu penanaman konsep terkait jumlah sisi dan titik sudut dari bangun lingkaran dengan menggunakan media lingkaran yang disediakan secara instan oleh guru. Kemudian siswa memotong lingkaran dari arah sisi lengkung ke arah titik pusat. Selanjutnya siswa menghitung sudut dan titik sudutnya. Sampai lingkaran yang potong berbentuk ukuran paling kecil. Sehingga diakhir kegiatan tanya jawab siswa menemukan bahwa lingkaran memiliki satu sisi dan tidak memiliki titik sudut.

Didaktis 2

Desain didaktis kedua, setelah diimplementasikan diaktifitas desain, juga tidak banyak merubah desain didaktis awalnya. Semua tahapan desain didaktis kedua dapat diimplementasikan dalam aktifitas desain didaktis kedua. Hanya saja dalam proses implementasi didaktis kedua siswa kurang mampu memahami formasi jaring-jaring bangun kerucut dan tabung. Maka dari itu guru perlu menambahkan dengan menyediakan gambar formasi jaring-jaring balok dan kerucut dan siswa dibimbing untuk mendesain formasi jaring-jaring balok dan kerucut. Sehingga siswa mampu mengisi lembar LKPD yang telah disiapkan sebelumnya. Selain itu siswa juga terlihat kesulitan dalam membedakan antara jaring-jaring limas dan prism tegak segi tiga. Sehingga guru harus memunculkan benda konkret dan diarahkan untuk membuat formasi jaring-jaring bangun tersebut dengan memindah masing-masing sisi-sisinya. Dalam didaktis ini guru lebih aktif lagi mengarahkan siswa dalam menjalankan AR karena ada beberapa siswa yang hanya fokus ke permainan AR dan mengabaikan penanaman konsep dari media AR.

Selanjutnya dalam situasi didaktis membuat keterampilan jaring-jaring bangun ruang yang bisa dibuka dan tutup juga merupakan kegiatan yang begitu menarik bagi siswa. Karena mereka terlihat bersemangat dalam memahami petunjuk yang ada di LKPD dan saling bekerja sama dalam mendesain jaring-jaring bangun ruang yang dimaksud. Hanya saja disini guru perlu memberikan ajakan dan arahan bagi anggota kelompok yang kurang aktif karena merasa kurang dilibatkan dalam kegiatan mendesain keterampilan diatas. Diperlukan usaha guru untuk terus mendorong siswa terlibat aktif dalam kegiatan ini.

Didaktis 3

Dari hasil implementasi desain didaktis tiga terlihat bahwa kegiatan yang dirancang didesain didaktis tiga berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Siswa terlihat antusias dalam mengamati lingkungan sekitar (sekolah, kelas dan lapangan) menemukan berbagai benda nyata yang mirip dengan bangun ruang (balok, kubus, tabung, limas dan prism tegak segi tiga dll). Mereka juga aktif memberikan alasan memilih suatu benda nyata tersebut sesuai atau mirip dengan bangun ruang yang ada di LKPD. Alasan-alasan yang mereka berikan sesuai dengan materi yang diberikan. Namun siswa yang memiliki motivasi belajar yang rendah. Hal ini dilihat dari hasil observasi yang menunjukkan siswa terlihat lemas dan tidak bersemangat dalam melakukan aktifitas didesain didaktis tiga. Sehingga diperlukan perhatian guru untuk terus memberikan motivasi dan ajakan agar siswa yang memiliki motivasi rendah mau mengikuti aktifitas sesuai yang direncanakan. Sehingga kegiatan didaktis 3 berjalan dengan baik.

Namun dalam seluruh tahapan kegiatan pembelajaran ini tentunya memiliki kelemahan dalam pelaksanaannya dilapangan. Tantangan dan kelemahan dalam penggunaan AR sebagai media untuk menanamkan konsep jaring-jaring bangun ruang diantaranya adalah keterbatasan gawai handphone. Hal ini siswa yang tidak memiliki gawai tidak leluasa dalam melakukan pemindaian gambar/marker yang diberikan. Saat pertama siswa mengenali AR. Siswa juga kesulitan dalam mengidentifikasi gambar dan bentuk jaring-jaring kubus yang pindai karena terlihat kecil dan ruang tidak terlalu besar. Sehingga siswa yang memiliki visualisasi rendah perlu bimbingan dan pendampingan dalam menggunakannya.

SIMPULAN

Hambatan belajar siswa kelas 5 SD meliputi lemahnya kemampuan visualisasi bentuk 3 dimensi menjadi 2 dimensi, pemahaman awal tentang bangun ruang dan jaring-jaringnya, serta kurangnya variasi dalam pembelajaran. Untuk mengatasi ini, disusun desain didaktis awal dengan sumber belajar dan media yang tepat. Setelah itu, dibuat learning trajectory dari implementasi desain didaktis. Dalam pelaksanaannya, ditambahkan kegiatan menemukan bagian-bagian lingkaran menggunakan media konkret karena siswa kesulitan memahami sisi dan sudut lingkaran. Setiap tahap didaktik menggunakan media konkret untuk memudahkan visualisasi bangun datar dan ruang. Penggunaan Augmented Reality (AR) membantu visualisasi konsep jaring-jaring bangun ruang, meski terbatasnya multimedia dan gawai memperlambat pembelajaran dan membuat siswa tanpa gawai kurang aktif. Tampilan aplikasi AR yang kecil juga menyulitkan siswa baru dalam mengidentifikasi bagian-bagian bangun ruang dan datar, sehingga siswa dengan kemampuan visualisasi rendah tetap kesulitan memahami konsep jaring-jaring bangun ruang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldalalah, O. M., Ababneh, Z., Bawaneh, A., & Alzubi, W. (2019). Effect of Augmented Reality and Simulation on the Achievement of Mathematics and Visual Thinking Among Students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 14(18), 164. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i18.10748>
- Anggraini, Y. (2021). Analisis Persiapan Guru dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(4), 2415–2422. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i4.1241>
- Arifin, A. M., Pujiastuti, H., & Sudiana, R. (2020). Pengembangan media pembelajaran STEM dengan augmented reality untuk meningkatkan kemampuan spasial matematis siswa. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 7(1), 59–73. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v7i1.32135>
- Asdar, Fajar, & Rahmawati. (2021). Deskripsi Kesulitan Belajar Matematika Siswa pada Materi Bangun Datar Ditinjau dari Segi Kemampuan Koneksi Matematika Siswa. *Issues in Mathematics Education*, 5, 1–10.
- Bukori. (2020). Penggunaan Media Nyata (konkret) Untuk Meningkatkan Pembelajaran Pada Peserta Didik. *Workshop Nasional Penguatan Kompetensi Guru Sekolah Dasar*, 3, 1748–1753.
- Buyung, Wahyuni Rika, & Maryam. (2022). Faktor Penyebab Rendahnya Pemahaman Siswa Pada Mata Pelajaran Matematika Di SD 14 Semperiuk A. *Journal of Educational Review and Research*, 5, 46–51.
- Cesaria, A., & Herman, T. (2019). Learning obstacles in geometry. *Journal of Engineering Science and Technology*, 3, 1271–1280.
- E. P. Rahayu, & S. Salsabila. (2022). Pengembangan Alat Peraga Putaran Jaring-jaring Bangun Ruang untuk Pembelajaran Matematika Tingkat Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Matematika*, 2(1), 13–26.
- Fajari, U. N. (2020). Analisis Miskonsepsi Siswa pada Materi Bangun Datar dan Bangun Ruang. *Jurnal Kiprah*, 8(2), 113–122. <https://doi.org/10.31629/kiprah.v8i2.2071>
- Farika, N. (2023). Peningkatan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa Materi Bangun Ruang Melalui Media AR (Augmented Reality) Siswa kelas VI SD N Junrejo 01 Tahun 2022. *Jurnal Pendidikan Taman Widya Humaniora*, 1, 119–145.
- Fitriani, R., Surahman, E., & Azzahrah, I. (2019). Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis siswa. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 11, 6–11.
- Indrajatmoko, Y. (2022). Pemahaman Konseptual dan Pemecahan Masalah Siswa pada Model Pembelajaran Berbasis Proyek (PBP) pada Metode Mind Mapping secara Daring. *Unnes Physics Education Journal*, 2, 82–91.
- Lestari, M. S. (2021). *Kemampuan Pemahaman Konsep, Bangun Datar Segiempat, Teori Pemahaman Skemp* [Education]. Fakultas Pendidikan Indonesia.
- Nadhifa, Maimunah, N. M., & Roza, Y. (2019). Analisis kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi bangun ruang sisi datar. *Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 1, 63–76.

- Novianda, D. (2022). Analisis Hambatan Belajar (Learning Obstacles) Dalam Pembelajaran Geometri: Literatur Review. *Jurnal Gantang*, 6(2), 133–139. <https://doi.org/10.31629/jg.v6i2.2866>
- Purwoko, N. E., & Parga Zen, B. (2023). Aplikasi Pembelajaran Bangun Ruang Menggunakan Augmented Reality Marker Based Tracking. *Jurnal Ilmiah Media Sisfo*, 17(2), 302–312. <https://doi.org/10.33998/mediasisfo.2023.17.2.1407>
- Putra, P., & Sofiana, S. (2022). Implementasi Aplikasi Augmented Reality Pembelajaran Matematika 3D Geometric Shapes Berbasis Android. *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer Dan Science*, 1(08), 1246–1253.
- Rahma, Tadjuddin, F. N., & Arifin, S. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Novick Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika Siswa Kelas XI MIPA SMAN 1Campalagian. *GriyaJournal of Mathematics Education and Application*, 4, 106–115.
- Rhamayanti, Y., Handayani, R., & Saleh, R. (2022). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Dalam Memahami Konsep Bangun Datar Dikelas 5 SDN 100612 Sorik. *JURNAL CERMATIKA*, 2, 16–20.
- Rusnandi, E., Sujadi, H., & Fauzyah, N. F. E. (2024). Implementasi Augmented Reality (AR) pada Pengembangan Media Pembelajaran Pemodelan Bangun Ruang 3D untuk Siswa Sekolah Dasar. *Pendidikan*, 2, 80–97.
- Simbolon, A., & Sapri. (2022). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Kelas IV Materi Bangun Datar di Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4, 2510–2515.
- Sulistiowati, L. D. (2022). Faktor Penyebab Kesulitan Siswa dalam Memecahkan Masalah Geometri Materi Bangun Datar. *Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 2, 941–951.
- Suryadi, D. (2013). *Didactical Design Research (DDR) Dalam Pengembangan Pembelajaran Matematika* (1st ed., Vol. 1). Universitas Pendidikan Indonesia.
- Sutarto, & Syarifuddin. (2013). *Desain Pembelajaran Matematika* (K. Sukarma & Syahrir, Eds.; 1st ed., Vol. 14x30). Samudra Biru.