

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN AUGMENTED REALITY
BERBASIS ASSEMBLR EDU UNTUK MEREDUKSI MISKONSEPSI SISWA
SEKOLAH DASAR PADA MATERI CAHAYA**

Syahrul Khoir Al Mubarak¹, Subuh Anggoro²

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Purwokerto

2201100146@ump.ac.id¹, subuhanggoro@ump.ac.id²

Received 24 Juny 2026; revised 27 July 2026; accepted 31 July 2026.

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya tingkat miskonsepsi siswa sekolah dasar pada materi cahaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) menggunakan platform Assemblr EDU pada materi cahaya untuk siswa kelas V SD, serta mengetahui validitas dan efektivitasnya dalam mereduksi miskonsepsi. Desain penelitian menggunakan *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE. Pengumpulan data dilaksanakan melalui tes diagnostik *three-tier*, angket respon siswa, lembar validasi ahli dan wawancara. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk menghitung persentase kelayakan media, serta uji *N-Gain* untuk mengukur efektivitas media dalam mereduksi miskonsepsi. Subjek uji coba lapangan adalah 27 siswa kelas V di salah satu sekolah dasar di Kabupaten Banyumas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media berhasil dikembangkan melalui lima tahap ADDIE. Validitas media berdasarkan ahli media, materi dan bahasa memperoleh persentase rata-rata 88,33% dengan kategori sangat layak. Uji coba kelompok kecil yang melibatkan 15 siswa mencapai persentase 90,91% dengan kategori sangat baik. Efektivitas media ditunjukkan dengan peningkatan rata-rata nilai *pretest* (38,89) ke *posttest* (92,59) dan nilai *N-Gain* mencapai 0,88 (kategori tinggi), serta penurunan miskonsepsi dari 51,85% menjadi 4,94%. Simpulan penelitian ini adalah media pembelajaran berbasis AR menunjukkan potensi dalam mereduksi miskonsepsi siswa kelas V SD pada materi cahaya..

Kata kunci: augmented reality, cahaya, miskonsepsi, sekolah dasar.

ABSTRACT

This research is motivated by the high level of misconceptions among elementary school students regarding the topic of light. This study aims to develop an *Augmented Reality* (AR)-based learning media using the Assemblr EDU platform on light material for fifth-grade elementary school students, as well as to determine its validity and effectiveness. The research design used Research

Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Berbasis Assemblr Edu untuk Mereduksi Miskonsepsi Siswa Sekolah Dasar pada Materi Cahaya

and Development (R&D) with the ADDIE model. Data collection was carried out through a three-tier diagnostic tests, student response questionnaires, expert appraisal and interviews. Data were analyzed using descriptive statistics to calculate the percentage of media feasibility, and the N-Gain test to measure the effectiveness of the media in reducing misconceptions. The field trial subjects were 27 fifth-grade students in one of the elementary schools in Banyumas Regency. The results showed that the media was successfully developed through five stages of ADDIE. The media validity based on media, material, and language experts obtained an average percentage of 88.33% with a very feasible category. Small group trials involving 15 students obtained a percentage of 90.91% with a very good category. The effectiveness of the media was shown by an increase in the average pretest score (38.89) to posttest (92,59), an N-Gain value of 0.88 (high category), and a reduction in misconceptions from 51,85% to 4,94%. The conclusion of this study is that AR-based learning media showed potential to reduce misconceptions of fifth-grade elementary school students on the topic of light.

Keywords: augmented reality, elementary school, light, misconception.

PENDAHULUAN

Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) merupakan mata pelajaran yang penting dan menjadi pondasi bagi perkembangan teknologi. Kegiatan sehari-hari manusia berhadapan dengan sains, dari yang paling sederhana sampai yang membutuhkan pemikiran kompleks, oleh karena itu IPAS diajarkan mulai tingkat sekolah dasar (Arruum & Dessty, 2024). Pemahaman konsep merupakan fondasi penting dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) disekolah dasar. Pemahaman konsep yang kuat memungkinkan siswa untuk menghubungkan antar konsep, menerapkan pengetahuan pada situasi yang berbeda, serta menyelesaikan masalah secara tepat. Sebaliknya, kesalahan dalam memahami konsep (miskonsepsi) dapat berakibat fatal terhadap penerapan konsep tersebut dalam kehidupan sehari-hari (Hartanti et al., 2024). Dalam konteks pembelajaran sains, miskonsepsi didefinisikan sebagai pemahaman yang keliru mengenai suatu konsep ilmiah yang telah mengakar dalam diri siswa sehingga sulit diperbaiki (Chavan & Khandagale, 2022).

Pemahaman konsep siswa sekolah dasar di Indonesia masih menjadi salah satu tantangan dalam pembelajaran IPAS. Penelitian Maharuli & Zulherman (2021) menunjukkan bahwa beberapa materi IPA, seperti cahaya (47,7%), gaya (33,3%), energi (29,2%), dan makhluk hidup (18,5%), kurang dipahami oleh siswa. Hal ini

juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Laeli, et al. (2020) dengan hasil bahwa persentase kesalahpahaman sains dari yang tertinggi beberapa antaranya adalah cahaya dan hubungannya dengan indera penglihatan sebesar 74,3%, alternatif energi 66,7%, suara dan hubungannya dengan indera pendengaran 56,7%, serta bentuk dan fungsi tubuh pada hewan dan tumbuhan sebesar 41,3%.

Salah satu miskonsepsi yang masih umum dialami oleh siswa dalam sains adalah anggapan bahwa ‘cahaya putih adalah cahaya tunggal’ atau ‘cahaya putih merupakan cahaya yang tidak memiliki komponen warna’ (Sliney, 2016). Secara ilmiah, konsep cahaya putih, merupakan cahaya bersifat polikromatik yang merupakan gabungan dari berbagai spektrum warna atau cahaya. Konsep ilmiah tersebut dibuktikan melalui fenomena dispersi cahaya (penguraian cahaya) dan proses pencampuran warna aditif (Jelinek, 2022).

Berdasarkan hasil tes diagnostik awal menggunakan *three-tier test* yang dilakukan pada 27 siswa kelas VB di salah satu SD Negeri di Kabupaten Banyumas, menunjukkan tingkat miskonsepsi yang signifikan. Hasil menunjukkan bahwa 42 dari 81 soal terindikasi miskonsepsi dengan persentase mencapai 51,85%, 23 dari 81 soal dengan paham konsep mencapai 28,40%, serta 16 dari 81 soal tidak paham konsep atau ragu mencapai 19,75%. Temuan ini sejalan dengan penelitian Andini & Kurniawati (2024) yang menemukan miskonsepsi hingga 40-70% pada subkonsep dispersi dan komposisi cahaya. Haagen-Schützenhöfer & Hopf (2020) menambahkan bahwa metode pembelajaran konvensional yang mengandalkan media dua dimensi sering kali gagal memvisualisasikan spektrum warna secara konkret, sehingga miskonsepsi bertahan lama. Métioui (2023) juga mengonfirmasi bahwa guru sekolah dasar memiliki konsepsi alternatif tentang interaksi cahaya dengan materi.

Hasil observasi awal menemukan bahwa pembelajaran pada materi cahaya lebih didominasi metode ceramah dan media dua dimensi yang mengakibatkan siswa cenderung pasif dan tidak mau bertanya. Hal tersebut menyebabkan guru tidak mengetahui apakah materi sudah benar-benar dipahami oleh siswa dengan baik atau belum. Sehingga menyebabkan siswa yang belum paham materi yang sudah disampaikan atau menimbulkan kesalahpahaman konsep pada siswa. Hasil analisis kebutuhan bersama guru kelas V menyimpulkan bahwa guru memerlukan

media pembelajaran yang mampu menyampaikan materi cahaya yang bersifat abstrak secara lebih baik. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa meskipun sarana dan prasarana seperti jaringan internet, *smart tv*, proyektor, dan perangkat ajar memadai, namun guru masih sulit menemukan media pembelajaran yang efektif.

Teknologi *Augmented Reality* mampu memadukan benda maya ke dalam lingkungan nyata tiga dimensi serta menampakkannya secara *real-time*, sehingga pengguna mampu berinteraksi dengan objek virtual seakan-akan berada dalam lingkungan nyata (Wardani & Widya Sari, 2016). Nazilah & Saepul Ramdhan (2021) menambahkan, *Augmented Reality* memungkinkan pengguna menghadirkan konten digital yang seolah-olah berada di lingkungan nyata yang seakan-akan berhubungan serta mampu berinteraksi. Ilusi AR memungkinkan orang untuk berinteraksi dengan objek virtual dari berbagai perspektif melalui gestur dan menunjuk (Yang et al., 2024). Kemampuan AR yang memadai, dijadikan sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan miskonsepsi cahaya putih, melalui pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality*. Teknologi AR terbukti efektif mengkonkretkan konsep yang masih abstrak (Younes, 2023). Penelitian oleh Sirakaya & Cakmak (2018) membuktikan bahwa AR efektif dalam memfasilitasi perubahan konseptual sehingga mengurangi miskonsepsi dan meningkatkan *course engagement* siswa secara singkat. Penelitian oleh Primrose et al. (2023) juga membuktikan, pemanfaatan media ajar berbasis AR mampu mereduksi miskonsepsi dalam pembelajaran matematika.

Platform Assemblr EDU dipilih sebagai media pengembangan karena kemudahannya dalam menciptakan aset 3D interaktif yang bisa diakses melalui *smartphone* (Fitriannor et al. 2024; Alzahrani, 2020). Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan media pembelajaran inovatif untuk mengatasi miskonsepsi pada materi sains di sekolah dasar. Penelitian Sudarno et al. (2025) mengembangkan media AR berbasis *Inquiry Based Learning* menggunakan Assemblr EDU pada materi cahaya dan sifatnya, memperoleh hasil validasi ahli materi 94,28% serta ahli media 82,66% berkategori sangat layak, serta umpan balik siswa sebesar 93,93% (sangat menarik). Amani et al. (2025) mengembangkan media AR berbasis PBL pada materi gravitasi, memperoleh validasi ahli materi 88,5% serta ahli media 80%. Ayuningtyas et al. (2025) mengembangkan media AR

berbasis STEM menggunakan Assemblr EDU pada materi rantai makanan dengan hasil validasi ahli materi 87,53% serta ahli media 81,25%. Ketiga penelitian tersebut berfokus pada peningkatan hasil belajar dan motivasi siswa, namun belum secara spesifik menargetkan miskonsepsi pada konsep cahaya putih dan dispersi. Fokus penelitian ini terletak pada spesifiknya, yaitu efektivitas fitur visual interaktif AR dalam membedah serta meremediasi miskonsepsi pada konsep cahaya putih dan dispersi, yang merupakan konsep fisika dasar yang sulit divisualisasikan melalui media konvensional.

Sejalan dengan uraian latar belakang, penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* menggunakan Assemblr EDU materi cahaya untuk siswa kelas V SD, mengetahui validitas media yang dikembangkan, serta mengetahui efektivitas media dalam mengatasi miskonsepsi siswa khususnya pada materi cahaya yang selama ini dianggap sulit oleh siswa, serta menjadi pilihan alternatif untuk guru dalam menyajikan pembelajaran yang lebih interaktif, menarik, juga bermakna.

METODE PENELITIAN

Desain penelitian menggunakan *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang memiliki lima tahapan: *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation* (Judijanto et al.,2023). Diterapkannya model ADDIE karena tahapannya sistematis dan sederhana sehingga mudah diadaptasi dalam pengembangan media pembelajaran.

Subjek uji coba kelompok kecil adalah 15 siswa kelas VA, sementara itu subjek uji coba lapangan adalah 27 siswa kelas VB di salah satu SD Negeri di Banyumas. Pemilihan sampel menggunakan *teknik purposive sampling* dengan pertimbangan: (1) kelas tersebut memiliki catatan miskonsepsi tertinggi pada materi cahaya berdasarkan hasil tes diagnostik awal, (2) ketersediaan sarana pendukung seperti perangkat smartphone dan koneksi internet, dan (3) kesediaan guru dan sekolah untuk berpartisipasi dalam penelitian. Karakteristik siswa kelas V SD berada pada usia 10-11 tahun yang secara kognitif berada di fase operasional konkret (Piaget, 1964) yaitu mampu berpikir logis terhadap objek konkret namun masih kesulitan dengan konsep abstrak.

Prosedur pengembangan meliputi: (1) tahap analisis (analisis masalah, tujuan, kebutuhan, dan kurikulum); (2) tahap desain (perancangan storyboard, pengumpulan konten, dan pembuatan layout media); (3) tahap pengembangan (pembuatan proyek di Assemblr EDU, penambahan interaktivitas, testing produk, dan validasi ahli); (4) tahap implementasi (uji coba kelompok kecil dan uji coba lapangan dengan desain *one-group pretest-posttest* (Sugiyono, 2013); (5) tahap evaluasi (analisis data untuk mengetahui kelayakan dan efektivitas produk).

Penelitian dilaksanakan dengan tiga hari pertemuan. Pertemuan pertama, pembelajaran dilakukan tanpa media AR dengan tujuan untuk memperoleh data melalui *pretest* menggunakan instrumen *three-tier test* dan analisis kebutuhan bersama guru. Pertemuan kedua dilaksanakan untuk uji coba kelompok kecil pada 15 siswa untuk mengetahui respons siswa terhadap media yang dikembangkan. Pertemuan ketiga dilaksanakan untuk pembelajaran dengan media AR dan *posttest* dalam satu kali pertemuan (2×35 menit). Pada pertemuan ketiga, setiap siswa mengoperasikan smartphone masing-masing yang telah terinstal aplikasi Assemblr EDU untuk mengakses media AR. Siswa secara individu mengeksplorasi materi hakikat cahaya putih dan sifat dispersi cahaya melalui media AR yang telah disediakan. Di akhir pertemuan, siswa diberikan soal *three-tier test* yang sama sebagai *posttest*.

Instrumen penelitian yang digunakan mencakup empat jenis instrumen, yaitu:

1. Instrumen validasi ahli yaitu untuk menilai kelayakan media yang dikembangkan dari tiga aspek yaitu media, materi, dan bahasa. Skala yang digunakan adalah skala Likert 1-4 dengan kategori: 1 = tidak baik, 2 = kurang baik, 3 = baik, 4 = sangat baik yang dilakukan oleh tiga validator. Pemilihan ketiga validator didasarkan pada kriteria: (1) memiliki latar belakang pengalaman yang sesuai dengan bidang keahlian yang dinilai, (2) aktif dalam penelitian dan pengembangan media pembelajaran, dan (3) bersedia memberikan saran dan masukan untuk perbaikan media.
2. Angket respons siswa dalam uji coba kelompok kecil terdiri dari 11 pernyataan dengan skala Likert 1-4 (SS=4, S=3, TS=2, STS=1). Pernyataan yang digunakan semuanya merupakan pernyataan positif. Indikator angket meliputi:

- (1) kemudahan penggunaan (3 pernyataan), (2) daya tarik & desain (3 pernyataan), (3) motivasi & keaktifan belajar (3 pernyataan), dan (4) pemahaman konsep (2 pernyataan).
3. *Three-tier test* digunakan untuk mengukur miskonsepsi siswa pada materi cahaya. Jumlah soal yang digunakan adalah 3 butir soal dengan kisi-kisi sebagai berikut (1) Memahami komposisi cahaya putih sebagai soal pertama, (2) menjelaskan peran prisma dalam dispersi sebagai soal kedua dan (3) mengaitkan fenomena pelangi dengan sifat cahaya putih.
 4. Instrumen wawancara yang dilakukan dengan guru kelas V untuk menggali informasi secara mendalam mengenai proses pembelajaran yang telah berlangsung, kendala yang dihadapi, serta kebutuhan media pembelajaran yang diperlukan dalam materi cahaya

Teknik pengumpulan data melalui tes diagnostik *three-tier*, angket respon siswa, lembar validasi ahli, serta instrumen wawancara. Setiap butir soal *three-tier test* terdiri dari tiga tingkatan, yaitu (1) *tier 1* sebagai tingkat jawaban soal pilihan ganda dengan 4 pilihan jawaban (a, b, c, d) untuk mengukur jawaban siswa terhadap konsep materi: (2) *tier 2* sebagai tingkat keyakinan siswa terhadap jawabannya dengan skala sangat yakin, yakin dan kurang yakin: (3) *tier 3* sebagai alasan siswa memilih jawaban pada tier 1 dengan 4 pilihan alasan (a, b, c, d) serta pilihan terbuka untuk alasan lainnya.

Kombinasi jawaban pada ketiga *tier* dikategorikan menjadi tiga kategori pemahaman, yaitu Paham Konsep (PK), Miskonsepsi (MK), dan Tidak Paham Konsep (TPK). Ketiga jawaban tersebut didasarkan pada kombinasi jawaban, alasan, dan tingkat keyakinan yang diadaptasi dari (Ardya et al., 2017.). Ketiga kategori dikonversi menjadi nilai numerik dengan ketentuan: (1) skor 100 untuk siswa Paham Konsep (PK) dengan jawaban benar dan tingkat keyakinan tinggi, (2) skor 50 untuk siswa Tidak Paham Konsep / Ragu (TPK) baik jawaban benar maupun salah dengan tingkat keyakinan rendah (termasuk menebak atau ragu-ragu), dan (3) Skor 0 untuk siswa yang mengalami Miskonsepsi (MK) dengan jawaban salah tetapi dengan tingkat keyakinan tinggi. Konversi ini dilakukan untuk memudahkan analisis dan penyajian data dalam bentuk persentase dan visualisasi.

Adapun untuk menghitung persentase miskonsepsi digunakan rumus sebagai berikut:

1. Persentase miskonsepsi per siswa

$$\text{Jumlah MK} = \frac{\text{Jumlah MK}}{\text{Jumlah soal}} \times 100\%$$

2. Persentase miskonsepsi secara keseluruhan

$$\text{Jumlah MK} = \frac{\text{Total MK}}{n \times 3} \times 100\%$$

Keterangan:

n : Jumlah total siswa

3. Reduksi miskonsepsi

$$\text{Reduksi MK} = \text{Persentase MK Pretest} - \text{Persentase MK Posttest}$$

Analisis data menggunakan statistik deskriptif untuk menghitung persentase kelayakan media berdasarkan kriteria Sugiyono (2013). Uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* dan uji hipotesis menggunakan *Wilcoxon Signed Rank Test* karena data posttest tidak berdistribusi normal. Uji *N-Gain* untuk menganalisis efektivitas media dalam mereduksi miskonsepsi berdasarkan kriteria Hake (1998) yang disajikan sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria N-Gain

Normalized Gain	Interprestasi
0,00 – 0,30	Rendah
0,31 – 0,70	Sedang
0,71 – 1,00	Tinggi

Adapun *N-Gain* dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$g = \frac{\text{Mean Posttest} - \text{Mean Pretest}}{100 - \text{Mean Pretest}}$$

Keterangan:

g : Nilai N-Gain yang diperoleh

Mean Posttest : Rata-rata nilai posttest

Mean Pretest : Rata-rata nilai pretest

Kriteria kelayakan media menggunakan persentase dengan kategori yang disajikan sebagai berikut (Sugiyono, 2013).

Tabel 2. Kriteria Tingkat Kelayakan Media

Persentase Kelayakan (%)	Kriteria
0% - 20%	Tidak layak
21% - 40%	Kurang layak
41% - 60%	Cukup layak
61% - 80%	Layak
81% - 100%	Sangat layak

Adapun kelayakan media dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Presentase Kelayakan } (P) = \frac{\text{Skor yang Diperoleh } (f)}{\text{Skor Maksimum Ideal } (N)} \times 100\%$$

Keterangan:

P : persentase skor kelayakan media

f : Jumlah skor dari ahli

N : Jumlah skor maksimum

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) melalui platform Assemblr EDU pada materi cahaya, diimplementasikan dengan merujuk pada model ADDIE, yaitu *Analysis* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi). Prosedur pengembangan ADDIE diterapkan dengan sistematis mulai dari tahap analisis hingga evaluasi.

Analysis

Tahap analisis dilaksanakan guna menganalisis kesenjangan serta kebutuhan pengembangan media pembelajaran. Berdasarkan tes pengetahuan awal *three-tier* pada 27 siswa kelas VB di salah satu SD Negeri di Banyumas, ditemukan tingkat miskonsepsi yang signifikan pada materi cahaya sebesar 51,85%, dengan paham konsep hanya 28,40% dan tidak paham konsep atau ragu sebesar 19,75%. Miskonsepsi yang dominan adalah anggapan bahwa ‘cahaya putih adalah cahaya tunggal’ atau ‘cahaya putih tidak memiliki komponen warna’. Padahal secara

ilmiah, cahaya putih bersifat polikromatik yang merupakan gabungan dari spektrum berbagai warna (Jelinek, 2022).

Hasil analisis kebutuhan yang melibatkan guru kelas VB, menyimpulkan bahwa pembelajaran materi cahaya membutuhkan media yang mampu memvisualisasikan konsep cahaya yang masih abstrak. Meskipun sarana dan prasarana seperti jaringan internet, smart TV, proyektor dan perangkat ajar memadai, guru masih kesulitan menemukan media pembelajaran yang efektif. Penerapan metode ceramah dan media dua dimensi yang selama ini digunakan kurang efektif karena siswa kesulitan memvisualisasikan konsep abstrak dispersi cahaya.

Analisis kurikulum menetapkan, materi yang dikembangkan pada media pembelajaran ini adalah hakikat cahaya putih dan sifat cahaya dapat diuraikan (dispersi), terdapat pada BAB 7 Bermain dengan Cahaya yang sesuai dengan capaian pembelajaran IPAS kelas V SD pada Kurikulum Merdeka. Materi ini dipilih karena merupakan konsep dasar sekaligus menjadi bahan materi yang memerlukan visualisasi konkret untuk mereduksi miskonsepsi siswa.

Siswa kelas V SD berada pada usia 10-11 tahun yang secara kognitif berada di fase operasional konkret (Piaget), yaitu mampu berpikir logis terhadap objek konkret namun masih kesulitan dengan konsep abstrak (Imanulhaq, 2022). Oleh sebab itu, diperlukannya media yang dapat mengkonkretkan konsep dispersi cahaya. Hasil analisis ini menjadi dasar perancangan media AR.

Design

Berdasarkan hasil analisis, tahap desain bertujuan merancang media AR yang sesuai kebutuhan, meliputi perancangan storyboard, pemilihan konten, dan pembuatan layout media. Media dirancang dengan alur navigasi sistematis: halaman pembuka (judul "Modul Ajar AR Duniaku Penuh Warna") , tujuan pembelajaran, materi hakikat cahaya putih dan sumber cahaya, simulasi dispersi cahaya menggunakan prisma, animasi pelangi, dan video pendukung pembelajaran.

Konten media meliputi objek 3D prisma yang dapat diputar, diperbesar, dan diperkecil; simulasi sinar cahaya putih melewati prisma dan terurai menjadi spektrum warna (merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, ungu); serta animasi pelangi. Konten dilengkapi narasi audio, teks penjelasan, dan video pendukung.

Platform yang digunakan adalah Assemblr EDU karena kemudahan menciptakan aset 3D interaktif yang bisa diakses menggunakan smartphone (Fitriannor et al., 2024; Alzahrani, 2020) serta fiturnya yang lengkap (Majid et al., 2023). Desain awal (prototype) meliputi kode QR untuk akses media, halaman utama, halaman materi, halaman simulasi dispersi cahaya, halaman animasi pelangi, dan halaman video pendukung. Setiap halaman dirancang dengan warna menarik, font mudah dibaca, dan tata letak rapi.

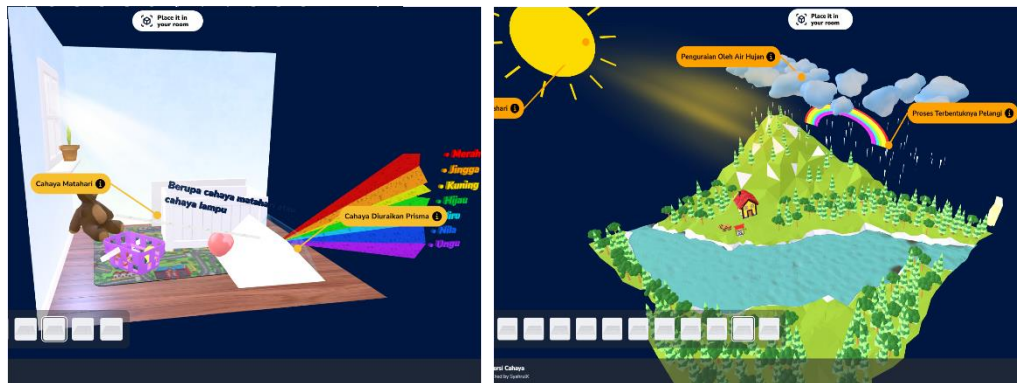
Development

Tahap pengembangan ialah realisasi dari desain yang telah dibuat menjadi produk jadi siap untuk diuji coba. Media AR dikembangkan melalui platform Assemblr EDU melalui langkah-langkah: (1) membuat proyek baru, (2) menambahkan objek 3D yang mendukung materi, dan deskripsi materi, (3) menambahkan interaktivitas berupa beberapa tombol-tombol virtual, (4) melakukan testing produk, dan (5) mempublikasikan produk dalam bentuk tautan dan kode QR. Kegiatan pengembangan yang dilakukan meliputi pembuatan produk di Assemblr EDU, validasi ahli, serta uji coba kelompok kecil. Hasil pengembangan produk tersaji pada gambar berikut.



Gambar 1. Identitas Media Pembelajaran Berbasis AR

Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Berbasis Assemblr Edu untuk Mereduksi Miskonsepsi Siswa Sekolah Dasar pada Materi Cahaya



Gambar 2. Interaksi 3D Dispersi Cahaya Oleh Prisma Dan Contoh Pada Fenomena Pelangi



Gambar 3. QR Qode Media Pembelajaran Menggunakan Assemblr Edu

Validasi ahli menyertakan tiga validator, yaitu ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa. Rekapitulasi hasil validasi ahli media terangkum pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli Media

Aspek	Skor Maksimal	Skor yang Diperoleh	Persentase (%)
Kelayakan Teknis	20	19	95%
Kelayakan Desain	20	18	90%
Kemudahan Penggunaan	20	19	95%
Kelayakan Fitur AR	20	19	95%
Persentase Rata-Rata			93,75%
Kategori			Sangat Layak

Merujuk pada tabel 4, diperoleh data validasi ahli media. Hasil validasi ahli media memperoleh persentase rata-rata mencapai 93,75% yang termasuk dalam

kategori sangat layak. Rekapitulasi hasil validasi ahli materi terangkum pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek	Skor Maksimal	Skor yang Diperoleh	Persentase (%)
Kelayakan Isi	20	17	85%
Penyajian Materi	20	18	90%
Kemampuan Atasi Miskonsepsi	20	19	95%
Persentase Rata-Rata			90%
Kategori			Sangat Layak

Merujuk pada tabel 5, persentase nilai validasi ahli materi diperoleh hasil mencapai 90% dengan kategori sangat layak. Rekapitulasi hasil validasi ahli bahasa terangkum pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Validasi Ahli Bahasa

Aspek	Skor Maksimal	Skor yang Diperoleh	Persentase (%)
Ketepatan Bahasa	20	20	100%
Kecocokan Bahasa	20	15	75%
Keterbacaan	20	15	75%
Kesesuaian dengan Konteks	20	15	75%
Persentase Rata-Rata			81,25%
Kategori			Sangat Layak

Merujuk pada tabel 6, persentase nilai validasi ahli bahasa diperoleh hasil mencapai 81,25% dengan kategori sangat layak. Aspek kecocokan bahasa, keterbacaan, dan kesesuaian dengan konteks masing-masing memperoleh skor 75%. Ahli bahasa memberikan beberapa catatan perbaikan pada ketiga aspek tersebut, yaitu: (1) penyederhanaan kalimat pada narasi materi agar lebih sesuai dengan tingkat kebahasaan siswa kelas V SD, (2) ukuran kalimat atau tulisan agar bisa terbaca, tidak terlalu kecil atau rapat, (3) kesesuaian istilah-istilah yang digunakan dalam media dengan materi pembelajaran yang diangkat. Seluruh saran perbaikan dari ahli bahasa telah ditindaklanjuti dengan merevisi narasi materi menggunakan kalimat yang lebih sederhana dan komunikatif, memperjelas

keterbacaan materi memperbesar ukuran tulisan, serta menyesuaikan istilah-istilah yang digunakan dengan materi yang diangkat dalam media.

Tabel 7. Rekapitulasi Rata-Rata Hasil Validasi Ahli

No	Validator	Persentase (%)
1	Ahli Media	93,75%
2	Ahli Materi	90%
3	Ahli Bahasa	81,25%
Rata-Rata		88,33%

Berdasarkan hasil nilai dari validator, persentase kelayakan media memperoleh nilai 88,33% dengan kategori media pembelajaran berbasis AR adalah sangat baik. Media yang dinyatakan layak oleh para ahli, tetap mempertimbangkan rekomendasi perbaikan sebelum dilanjutkan melakukan tahap uji coba terbatas. Setelah dilakukan perbaikan, media diujicobakan secara terbatas kepada 15 siswa kelas VA di salah satu SD Negeri di Banyumas. Hasil uji coba terbatas oleh 15 siswa terangkum pada tabel 8.

Tabel 8. Uji Coba Terbatas

Indikator	Skor Maksimal	Skor yang Diperoleh	Persentase (%)
Kemudahan Penggunaan	180	159	88,33%
Daya Tarik & Desain	180	160	88,89%
Motivasi & Keaktifan Belajar	180	165	91,67%
Pemahaman Konsep	120	116	96,67%
Persentase Rata-Rata			90,91%
Kategori			Sangat Layak

Berdasarkan analisis uji coba terbatas pada 15 responden yang telah disajikan pada tabel 8, media pembelajaran berbasis AR mencapai persentase kelayakan sebesar 90,91% berkategori sangat baik. Hasil tersebut membuktikan bahwa media AR mendapat respons positif dari siswa dan dinilai membantu dalam memahami materi cahaya putih. Meskipun kategori kepraktisan sangat layak, tetap perlu adanya perbaikan minor pada media pembelajaran. Secara keseluruhan, media dinyatakan layak untuk di lanjutkan ke tahap implementasi.

Implementation

Tahap implementasi adalah penerapan media dalam pembelajaran sesungguhnya untuk mengukur efektivitas media dalam mengatasi miskonsepsi siswa. *One-group pretest-posttest design* merupakan desain yang diterapkan pada 27 siswa kelas VB di salah satu SD Negeri di Banyumas. Sebelum pembelajaran menggunakan media pembelajaran berbasis AR, siswa melaksanakan pembelajaran menggunakan media buku dan papan tulis, kemudian dilanjutkan dengan pemberian soal *three-tier test* untuk mengetahui tingkat pemahaman awal (*pretest*).

Pada hari berikutnya, siswa melaksanakan pembelajaran menggunakan media berbasis AR, dan dilanjutkan dengan pemberian soal yang sama sebagai tahap *posttest*. Hasil statistik deskriptif dapat diamati pada tabel 9.

Tabel 9. Statistik Deskriptif Pretest dan Posttest

Statistik	Pretest	Posttest
N	27	27
Mean	38,89	92,59
Median	33,33	100
Std. Deviation	22,65	16,23
Minimum	,00	33,33
Maximum	83,33	100,00

Berdasarkan tabel 9, nilai rata-rata *pretest* siswa dari 38,89 meningkat menjadi 92,59 pada *posttest*, dengan peningkatan sebesar 53,70 poin setelah penggunaan media pembelajaran berbasis AR. Nilai median meningkat dari 33,33 menjadi 100, yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mencapai nilai sempurna pada *posttest*. Nilai minimum 0 pada *pretest* adalah dua siswa yang mengalami miskonsepsi pada semua soal dan meningkat menjadi 33,33 pada *posttest*.

Sebelum melakukan uji hipotesis, diperlukan uji normalitas data untuk memenuhi asumsi data yang normal sehingga dapat diketahui langkah selanjutnya. Adapun hasil uji normalitas tertera pada tabel berikut:

Tabel 10. Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Variable	Statistic	Sig.	Keterangan
Nilai Pretest	0,929	0,064	Normal
Nilai Posttest	0,531	0,001	Tidak Normal

Berdasarkan Tabel 10, data *pretest* berdistribusi normal ($\text{Sig.} = 0,064 > 0,05$), sedangkan data *posttest* tidak berdistribusi normal ($\text{Sig.} = 0,001 < 0,05$). Ketidaknormalan data *posttest* disebabkan oleh sebagian jumlah jawaban soal memperoleh nilai maksimal 100, sehingga distribusi data menjadi sangat timpang. Karena salah satu data tidak berdistribusi normal, maka uji statistik inferensial yang digunakan adalah uji *non-parametrik Wilcoxon Signed Rank Test*.

Tabel 11. Ranks Hasil Uji Wilcoxon Signed Rank Test

Keterangan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Negative Ranks (Posttest < Pretest)	1	9,00	9,00
Positive Ranks (Posttest > Pretest)	26	14,19	369,00
Ties (Posttest = Pretest)	0	-	-
Total	27		

Tabel 12. Statistic Hasil Uji Wilcoxon Signed Rank Test

Nilai Posttest-Nilai Pretest	
Z	-4,340
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001

Hasil uji *Wilcoxon Signed Rank Test* menunjukkan bahwa dari 27 siswa, sebanyak 26 siswa (96,3%) mengalami peningkatan nilai, 1 siswa (3,7%) mengalami penurunan nilai, dan tidak ada siswa yang nilainya tetap. Nilai Z hitung yang diperoleh sebesar -4,340 dengan *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar 0,001. Karena nilai signifikansi $0,001 < 0,05$, maka H_0 ditolak. Dengan demikian, terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest* siswa setelah penerapan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* menggunakan Assemblr EDU.

Untuk mengetahui tingkat efektivitas media, dilanjutkan menggunakan uji perhitungan *N-Gain* Score (Hake, 1998). Analisis lebih lanjut terhadap peningkatan pemahaman siswa dilakukan melalui penghitungan skor *normalized gain* (*N-Gain*) dengan menghitung menggunakan rata-rata hasil *pretest* serta *posttest*.

Hasil perhitungan nilai *N-Gain* dicantumkan pada tabel 13.

Tabel 13. Perolehan Nilai N Gain

Rata-Rata Pretest	Rata-Rata Posttest	Rata-rata N-Gain	Kategori

38,89	92,59	0,88	Tinggi
-------	-------	------	--------

Dari tabel 13, *N-Gain* score memperoleh rata-rata mencapai 0,88 dan masuk dalam kriteria "Tinggi" (0,71 - 1,00). Hal ini membuktikan, media pembelajaran *Augmented Reality* berbasis Assemblr EDU memperoleh tingkat efektivitas tinggi dengan meningkatkan pemahaman konsep serta mereduksi miskonsepsi siswa kelas VB di salah satu SD Negeri di Banyumas pada materi cahaya.

Adapun hasil pergeseran persentase profil pemahaman siswa sebelum dan sesudah implementasi media berbasis AR disajikan pada tabel berikut:

Tabel 14. Perubahan Kategori Pemahaman Siswa

Kategori	Pretest	Posttest	Perubahan
Paham Konsep (PK)	28,40%	87,65%	+59,25%
Miskonsepsi (MK)	51,85%	4,94%	- 46,91%
Tidak Paham Konsep (TPK)	19,75%	7,41%	-12,34%

Berdasarkan tabel 14, terjadi perubahan signifikan pada kategori pemahaman siswa setelah penggunaan media AR. Pada *pretest*, dari 81 jawaban yang dianalisis, hanya 23 jawaban (28,40%) yang termasuk dalam kategori paham konsep, sementara 42 jawaban (51,85%) termasuk dalam kategori miskonsepsi dan 16 jawaban (19,75%) termasuk dalam kategori tidak paham konsep. Setelah diberikan perlakuan menggunakan media AR, terjadi peningkatan yang signifikan pada kategori paham konsep menjadi 71 jawaban (87,65%), sedangkan kategori miskonsepsi menurun tajam menjadi hanya 4 jawaban (4,94%) dan kategori tidak paham konsep menjadi 6 jawaban (7,41%). Reduksi miskonsepsi yang terjadi sebesar 46,91%. Hal ini menunjukkan bahwa media AR efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan mereduksi miskonsepsi siswa pada materi cahaya.

Evaluation

Tahap evaluasi dilaksanakan secara formatif pada setiap tahap pengembangan model ADDIE dengan kriteria keberhasilan: (a) valid (persentase

ahli $\geq 81\%$), (b) praktis (respons siswa $\geq 81\%$), dan (c) efektif ($N\text{-Gain} \geq 0,71$ kategori tinggi dan uji Wilcoxon signifikan).

Pada tahap *Analysis*, evaluasi memastikan kesesuaian identifikasi masalah dengan kebutuhan lapangan. Hasil tes diagnostik menunjukkan 14 siswa dengan persentase 51,85% mengalami miskonsepsi, yang menjadi dasar pengembangan media. Evaluasi pada tahap ini juga menegaskan bahwa materi yang dikembangkan sesuai dengan capaian pembelajaran Kurikulum Merdeka dan kebutuhan guru serta siswa akan media visual interaktif.

Pada tahap *Design*, evaluasi menghasilkan perbaikan pada storyboard, alur navigasi, penyesuaian warna dan font, serta penambahan fitur prediksi dan konflik kognitif untuk mendukung perubahan konseptual siswa.

Pada tahap *Development*, validasi ahli melibatkan tiga validator dengan rata-rata persentase 88,33% termasuk kategori sangat layak. Ahli materi memberikan penilaian 90% (sangat layak), ahli media memberikan penilaian 93,75% (sangat layak), dan ahli bahasa memberikan penilaian 81,25% (sangat layak). Berdasarkan saran dan masukan dari para ahli, dilakukan revisi pada media, meliputi: perbaikan tata letak dan kualitas objek 3D, penyesuaian konten dengan capaian pembelajaran dan penambahan contoh konkret, serta penyederhanaan dan keterbacaan kalimat pada media. Setelah dilakukan revisi, media dinyatakan layak untuk diuji cobakan.

Pada tahap *Implementation*, uji coba kelompok kecil dengan 15 siswa memperoleh persentase 90,91% (sangat layak). Uji coba lapangan dengan 27 siswa menunjukkan peningkatan nilai pretest (38,89) ke posttest (92,59) sebesar 53,70 poin, reduksi miskonsepsi dari 51,85% menjadi 4,94%, $N\text{-Gain}$ 0,88 (kategori tinggi), dan uji Wilcoxon menunjukkan nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* = 0,001 ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara pretest dan posttest. Berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, media dinyatakan efektif karena memenuhi seluruh indikator keberhasilan.

Berdasarkan seluruh hasil evaluasi pada setiap tahap ADDIE, media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* menggunakan Assemblr EDU pada materi cahaya dinyatakan memenuhi kriteria: (1) valid dengan rata-rata persentase validasi ahli 88,33% (kategori sangat layak), (2) praktis dengan respons siswa pada

uji coba kelompok kecil 90,91% (kategori sangat layak), dan (3) efektif dengan peningkatan nilai rata-rata 53,70 poin, reduksi miskonsepsi 46,91%, N-Gain 0,88 (kategori tinggi), serta uji Wilcoxon yang signifikan ($p = 0,000 < 0,05$). Dengan demikian, media pembelajaran dinyatakan layak dan efektif digunakan dalam pembelajaran siswa kelas V sekolah dasar pada materi cahaya.

Pembahasan

Keberhasilan media pembelajaran *Augmented Reality* dalam mereduksi miskonsepsi didukung oleh teori konstruktivisme *Learning by Doing* dari John Dewey yang menegaskan partisipasi aktif siswa dalam membentuk pengetahuannya sendiri melalui pengalaman langsung (Pérez-Rivas et al., 2023; Surahman & Fauziati, 2021). Teori konstruktivisme juga mendukung temuan ini, di mana siswa diberi keleluasaan untuk mengeksplorasi gagasannya dan mengkonstruksi pengetahuannya sendiri melalui pengalaman nyata (Yuliati, 2017). Sejalan dengan pembahasan tersebut, Koç-Akran (2024) menjelaskan bahwa AR terbukti efektif memfasilitasi lingkungan pembelajaran konstruktivis yang berpusat pada siswa.

Sifat cahaya putih yang polikromatik dan proses dispersinya tidak dapat divisualisasikan secara memadai melalui buku teks 2D konvensional atau penjelasan verbal semata. Melalui AR, siswa dapat berinteraksi langsung dengan objek 3D prisma, memutar sudut pandang, dan menyaksikan penguraian spektrum warna secara real-time. Pengalaman interaktif yang dimediasi teknologi ini memungkinkan siswa pada tahap operasional konkret (usia 10-11 tahun) untuk mengamati bukti visual yang bertentangan dengan keyakinan awal mereka bahwa cahaya putih adalah cahaya tunggal. Proses ini menciptakan konflik kognitif yang mendorong restrukturisasi konseptual, sebagaimana dijelaskan dalam teori konstruktivisme dan *Learning by Doing* (Pérez-Rivas et al., 2023; Yuliati, 2017).

Hasil validasi ahli (88,33% kategori sangat layak) menunjukkan bahwa media telah memenuhi standar kelayakan dari aspek materi, media, dan bahasa. Ahli materi menilai konten media sesuai dengan capaian pembelajaran dan mampu mengidentifikasi serta mengoreksi miskonsepsi umum tentang cahaya, yang mendukung temuan Andini & Kurniawati (2024) dan (Yuliati, 2017) bahwa media pembelajaran yang baik harus mampu memberikan pengalaman nyata kepada siswa. Ahli media menilai kualitas objek 3D, kejelasan visual, dan fitur

interaktivitas sangat baik, selaras dengan fungsi media pembelajaran menurut Kristanto (2016) yang menyatakan media pembelajaran yang baik harus mampu menyajikan konsep abstrak secara konkret. Ahli bahasa menilai penulisan bahasa pada media sesuai dengan tingkat kebahasaan siswa kelas V SD, sejalan dengan gagasan (Fikri & Madona, 2018).

Uji coba kelompok kecil menunjukkan respons siswa yang sangat positif (90,91%). Aspek pemahaman konsep memperoleh persentase tertinggi (96,67%), sedangkan aspek kemudahan penggunaan terendah (83,33%). Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun media AR efektif meningkatkan pemahaman, masih terdapat kendala teknis terkait pengoperasian perangkat yang perlu disempurnakan. Hasil ini sesuai dengan fungsi media pembelajaran menurut Kristanto (2016) dan (Pagarra et al., 2022) bahwa media pembelajaran mampu mempermudah penyampaian pesan dan informasi serta mengatasi keterbatasan inderawi dan ruang.

Efektivitas media AR dalam meningkatkan pemahaman siswa ditunjukkan sejalan dengan prinsip *Multimedia Learning* bahwa penyajian informasi melalui dua saluran (visual dan verbal) lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa (Clark & Mayer, 2024). Efektivitas media AR dalam mereduksi miskonsepsi ditunjukkan oleh peningkatan rata-rata nilai pretest (38,89) ke posttest (92,59), reduksi miskonsepsi dari 51,85% menjadi 4,94%, dan *N-Gain* 0,88 (kategori tinggi). Temuan ini memperkuat argumen bahwa visualisasi 3D dispersi cahaya secara real-time efektif mengoreksi anggapan keliru bahwa cahaya putih adalah cahaya tunggal. Meskipun selaras dengan temuan Sirakaya & Cakmak (2018) dalam hal reduksi miskonsepsi melalui AR, penelitian ini memberikan kontribusi praktis berupa penggunaan platform Assemblr EDU yang berbasis *smartphone*, yang terbukti lebih efisien dan terjangkau diimplementasikan di sekolah dasar tanpa memerlukan perangkat VR/AR mandiri yang mahal. Primrose et al. (2023) juga menemukan bahwa media berbasis AR dapat mereduksi miskonsepsi siswa dalam pembelajaran matematika. Penelitian Agustin et al. (2024) membuktikan bahwa media AR berpengaruh pada pemahaman konsep siswa. Secara analitis, penelitian ini berbeda dari ketiga penelitian terdahulu dalam hal fokus materi (cahaya putih dan dispersi, bukan gravitasi atau rantai makanan), usia peserta (kelas V SD, bukan

kelas IV atau VI), serta instrumen yang digunakan (tes diagnostik *three-tier* untuk mengukur miskonsepsi secara spesifik, bukan sekadar tes hasil belajar).

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diakui. Pertama, desain *one-group pretest-posttest* tanpa kelompok kontrol tidak memungkinkan pembuktian kausalitas yang kuat dan tidak dapat mengisolasi efek perlakuan dari faktor lain. Kedua, sampel terbatas pada satu sekolah di Kabupaten Banyumas (27 siswa), sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan dengan hati-hati. Ketiga, tidak adanya tes retensi untuk mengukur keberlanjutan pemahaman siswa dalam jangka panjang. Keempat, ketergantungan pada spesifikasi *smartphone* siswa/sekolah dan koneksi internet yang stabil menjadi kendala teknis dalam implementasi. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan desain eksperimen dengan kelompok kontrol, sampel yang lebih luas dan bervariasi, serta tes retensi untuk mengukur efektivitas jangka panjang.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan media pembelajaran berbasis Augmented Reality menggunakan Assemblr EDU pada materi cahaya untuk siswa kelas V SD melalui model ADDIE. Media dinyatakan sangat layak berdasarkan validasi ahli (88,33%) dan sangat baik berdasarkan uji coba kelompok kecil (90,91%). Media menunjukkan potensi dalam mereduksi miskonsepsi siswa, dibuktikan dengan peningkatan rata-rata nilai pretest (38,89) ke posttest (92,59), penurunan miskonsepsi dari persentase 51,85% menjadi 4,94% dan N-Gain 0,88 (kategori tinggi). Uji Wilcoxon juga menunjukkan perbedaan yang signifikan antara pretest dan posttest ($p = 0,000 < 0,05$).

Namun, simpulan ini hanya berlaku pada konteks uji coba satu kelompok tanpa kelompok kontrol, sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan dengan hati-hati. Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, yaitu: (1) desain *one-group pretest-posttest* tidak memungkinkan pembuktian kausalitas yang kuat; (2) sampel terbatas pada salah satu sekolah di Kabupaten Banyumas (27 siswa); (3) tidak adanya tes retensi untuk mengukur efektivitas jangka panjang; (4) ketergantungan pada spesifikasi *smartphone* dan koneksi internet siswa; serta (5) potensi efek kebaruan teknologi (*novelty effect*).

Berdasarkan keterbatasan tersebut, media AR direkomendasikan sebagai alternatif media pembelajaran IPAS di sekolah dasar pada materi abstrak, dengan catatan perlu didukung ketersediaan perangkat dan jaringan yang memadai. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan desain eksperimen dengan kelompok kontrol, sampel yang lebih luas dan bervariasi, serta tes retensi untuk mengukur efektivitas jangka panjang. Selain itu, peneliti selanjutnya dapat mengeksplorasi topik sains fisika dasar lain yang juga memiliki tingkat miskonsepsi tinggi, seperti gaya, energi, atau sistem tata surya, untuk menguji generalisasi efektivitas media AR berbasis Assemblr EDU pada berbagai konten sains di sekolah dasar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas terselesaikannya penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Sekolah, guru, dan siswa di salah satu SD di Kabupaten Banyumas yang telah memberikan izin dan berpartisipasi aktif selama proses pengumpulan data. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Purwokerto, khususnya Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, atas fasilitas, bimbingan, dan dukungan akademik yang telah diberikan selama masa studi dan penelitian. Apresiasi juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini..

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, T. N., Aeni, A. N., & Sujana, A. (2024). Pengaruh media pembelajaran berbasis augmented reality terhadap pemahaman konsep pada materi sistem peredaran darah kelas V SD. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4 (4), 5810-5819. <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>
- Alzahrani, N. M. (2020). Augmented reality: A systematic review of its benefits and challenges in e-learning contexts. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 10, Number 16). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/app10165660>
- Amani, I., Anggoro, S., & Fukui, M. (2025). Pengembangan Media Augmented Reality (AR) Menggunakan Assemblr EDU Berbasis Problem-Based Learning (PBL) Pada Materi Gravitasi. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, 8(2). <https://dx.doi.org/10.20961/shes.v8i2.105860>
- Andini, S. A., & Kurniawati, W. (2024). Identifikasi Miskonsepsi Dan Penyebab Miskonsepsi Terhadap Materi Sifat-Sifat Cahaya Pada Pembelajaran

- Sekolah Dasar. *Jurnal Natural Science Educational Research*, 7(1), 2654-4210. <https://doi.org/10.21107/nser.v7i1.23495>
- Ardya, D. R. S., & Fitriyani, H. (2017). Identifikasi miskonsepsi siswa menggunakan certainty of response index pada operasi hitung bilangan. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan, Sains, dan Teknologi*, 82–89. <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/psn12012010/article/view/3048>
- Arruum, N. L., & Dessty, A. (2024). Identifikasi miskonsepsi siswa pada materi gaya dan gerak menggunakan certainty of respons index (CRI) di sekolah dasar. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 7 (2), 34–48. <https://jayapanguspress.penerbit.org/index.php/cetta/article/view/3193>
- Ayuningtyas, O. D., Anggoro, S., & Fukui, M. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Berbasis STEM Berbantuan Assembler Edu Untuk Materi Makan dan Dimakan. *Jurnal Ilmiah Global Education*, 6(3), 1640–1653. <https://doi.org/10.55681/jige.v6i3.4126>
- Chavan, R., & Khandagale, V. (2022). Intricacies in Identification of Biological Misconceptions. *Scholarly Research Journal for Interdisciplinary Studies*, 9(70), 16810-16819. <https://eric.ed.gov/?id=ED619540>
- Clark, R.C., & Mayer, R.E. (2024). *e-Learning and the Science of Instruction*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Dewey, J. (2018). *Democracy and Education*. Gorham: Myers Education Press, LLC
- Fikri, H. & Madona, A.S. (2018). *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif*. Samudra Biru: Yogyakarta
- Fitriannor, Salim, A., & Agus H. U. (2024). Pemanfaatan Assembler Edu Sebagai Media Augmented Reality Untuk Mendukung Pembelajaran Mandiri. *JiIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(8), 8935-8943. <https://doi.org/10.54371/jiip.v7i8.5161>
- Haagen-Schützenhöfer, C., & Hopf, M. (2020). Design-based research as a model for systematic curriculum development: The example of a curriculum for introductory optics. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020152>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66 (1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hartanti, R., Endarwati, S., Khasanah, A. K., Marpaung, D. W., Julianto, J., Hidayati, F., & Kurniasari, K. (2024). Analisis penyebab dan strategi untuk mereduksi miskonsepsi IPA di sekolah dasar: Systematic literature review. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13 (3), 3657–3668. <https://jurnaldidaktika.org>
- Imanulhaq, R. (2022). Analisis teori perkembangan kognitif Piaget pada tahap anak usia operasional konkret 7-12 tahun sebagai dasar kebutuhan media pembelajaran. *Waniambey: Journal of Islamic Education*, 3(2). <https://doi.org/10.53837/WANIAMBEY.V3I2.174>
- Jelinek, J. A. (2022). Exploring the Phenomenon of the Additive Colour Process While Using a Computer Programme by 7–8-Year-Old Students. *Education Sciences*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/educsci12110740>

- Judijanto, L., et al. (2024). *Metodologi Research And Development*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia
- Koç-Akran, S. (2024). The Effect of React Strategy in Augmented Reality-Based Applications on The Problem-Solving Skills of Teacher Candidates. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 11(4), 571–589. <https://doi.org/10.52380/ijcer.2024.11.4.749>
- Kristanto, Andi. (2016). *Media Pembelajaran*. Penerbit Bintang Surabaya: Bintang Surabaya.
- Laeli, C. M. H., Gunarhadi, G., & Muzzazinah, M. (2020). Misconception of science learning in primary school students. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 397, 657–671. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200129.083>
- Maharuli, F. M., & Zulherman, Z. (2021). Analisis penggunaan media pembelajaran dalam muatan pelajaran IPA di sekolah dasar. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 7 (2), 265–271. <https://doi.org/10.31949/educatio.v7i2.966>
- Majid, N. W. A., Rafli, M., Nurjannah, N., Apriyanti, P., Iskandar, S., Nuraeni, F., Azman, M. N. A. (2023). The Effectiveness of Using Assemblr Edu Learning Media to Help Student Learning at School . *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9 (11), 9243–9249. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.5388>
- Métioui, A. (2023). Primary School Preservice Teachers' Alternative Conceptions about Light Interaction with Matter (Reflection, Refraction, and Absorption) and Shadow Size Changes on Earth and Sun. *Education Sciences*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/educsci13050462>
- Nazilah, S., & Saepul Ramdhan, F. (2020). Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Untuk Pengenalan Landmark Negara-Negara ASEAN Berbasis Android Dengan Menggunakan Metode Marker Based Tracking. *IKRA-ITH Informatika: Jurnal Komputer Dan Informatika*, 5(2), 108-117. <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-informatika/article/view/1003>
- Pagarra, H., Syawaluddin, A., Krismanto, W., Sayidiman. (2022). *Media Pembelajaran*. Makassar: Badan Penerbit UNM
- Pérez-Rivas, F. J., Rico-Blázquez, M., López-López, C., Domínguez-Fernández, S., Cobos-Serrano, J. L., & Ajejas Bazán, M. J. (2023). ‘Learning by doing’, a model for improving the promotion of healthy lifestyles by student nurses. *BMC Nursing*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12912-023-01398-3>
- Piaget, J. (1964). Part I: Cognitive development in children: Piaget development and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 2 (3), 176–186. <https://doi.org/10.1002/tea.3660020306>
- Primrose, A.T., Faiz Nur Falah, M., Iqbal Rifqi, M., Farhana Mauliya, D., & Mukti, T. (2023). Engklek Etno-Game dengan BRUSLE Android Apps Sebagai Media Pembelajaran Matematika untuk Mereduksi Miskonsepsi Siswa. *GAUSS: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.30656/gauss.v6i1.6489>
- Pujayanto, Budiharti, R., Waskita, S., & Raharjo, T. (2009). Profil miskonsepsi siswa SD pada konsep gaya dan cahaya. *Proceeding Biology Education Conference*, 6(1), 66-74. <https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/view/8050>

- Sirakaya, M., & Cakmak, E. K. (2018). The effect of augmented reality use on achievement, misconception and course engagement. *Contemporary Educational Technology*, 9(3), 297–314. <https://doi.org/10.30935/cet.444119>
- Sliney, D. H. (2016). What is light? the visible spectrum and beyond. *Eye (Basingstoke)*, 30(2), 222–229. <https://doi.org/10.1038/eye.2015.252>
- Sudarno, N. L., Anggoro, S., & Fukui, M. (2025). Development of Augmented Reality Learning Media Based on Inquiry Based Learning Using Assemblr Edu on Light and Properties Material. *Journal of Educational Sciences*, 9(5), 3322–3335. <https://doi.org/10.31258/jes.9.5.p.3322-3335>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Surahman, Y.T., & Fauziati, E. (2021). Maksimalisasi Kualitas Belajar Peserta Didik Menggunakan Metode Learning By Doing Pragmatisme. In *Jurnal Papeda*, 3(2), 137-144. <https://doi.org/10.36232/jurnalpendidikandasar.v3i2.1209>
- Wardani, S., & Widya Sari, M. (2016). Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality Untuk Media Pembelajaran Pengenalan Objek Geometri Berbasis Web. *Jurnal Teknologi Technoscintia*, 8(2), 187–193. <https://doi.org/10.34151/technoscintia.v8i2.171>
- Yang, J., Bednarski, S., Bullock, A., Harrap, R., MacDonald, Z., Moore, A., & Graham, T. C. N. (2024). Fostering the AR illusion: a study of how people interact with a shared artifact in collocated augmented reality. *Frontiers in Virtual Reality*, 5. <https://doi.org/10.3389/frvir.2024.1428765>
- Younes, S. S. A. U. A. (2023). The role of augmented reality in solving abstract concepts teaching problems: A review article. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, 23(2), 79-88. <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2023.23.2.8>
- Yuliati, Y. (2017). Miskonsepsi Siswa Pada Pembelajaran Ipa Serta Remediasinya. *Jurnal Bio Educatio*, 2(2), 50–58. <https://dx.doi.org/10.31949/be.v2i2.1197>