

**INTEGRASI AUGMENTED REALITY (AR) DALAM LKPD PADA MATERI
GELOMBANG CAHAYA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL
SISWA SMA KELAS XI**

(Aria Dwi Fanni¹), (Muhammad Nasir^{*2}), (Zulhelmi³)

Universitas Riau (Pendidikan Fisika FKIP)

(aria.dwi3015@student.unri.ac.id)

(muhammad.nasir@lecturer.unri.ac.id)

(zulhelmi@lecturer.unri.ac.id)

ABSTRACT

This research aims to determine the validity and effectiveness of developing student worksheets (LKPD) integrated with Augmented Reality (AR) in improving spatial abilities on light wave material for grade XI high school students. This study used a Research and Development (R&D) approach with the ADDIE model combined with a quasi-experimental non-equivalent control group design. Data were collected through validation sheets, practicality questionnaires, and pretest-posttest of spatial abilities. The results showed that the AR-based LKPD was valid with an Aiken's V average of 0.910 and practical with a positive response from teachers and students. Inferential analysis using the Mann-Whitney U test showed a significance value of $0.001 < 0.05$, and the N-Gain of the experimental class (0.5827) was higher than the control class (0.4128). It is concluded that the integration of AR in LKPD is effective in improving students' spatial abilities.

Keywords: Augmented Reality, LKPD, Spatial Ability, Light Waves

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui validitas pengembangan LKPD terintegrasi AR serta mengetahui efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan spasial siswa pada materi gelombang cahaya. Jenis penelitian ini adalah pengembangan R&D (model ADDIE) yang dikombinasikan dengan kuasi eksperimen menggunakan rancangan nonequivalent control group design. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan LKPD terintegrasi AR berada pada kategori valid dengan rata-rata indeks Aiken's V sebesar 0,910. Analisis inferensial menggunakan uji Mann-Whitney U menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara kemampuan spasial siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol ($\text{sig } 0,001 < 0,05$). Hasil uji N-Gain kelas eksperimen (0,5827) juga lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (0,4128). Dengan demikian, integrasi AR dalam LKPD efektif meningkatkan kemampuan spasial pada materi gelombang cahaya siswa SMA kelas XI.

Kata Kunci: Augmented Reality, LKPD, Kemampuan Spasial, Gelombang Cahaya

A. Pendahuluan

Dalam praktik pembelajaran fisika di jenjang sekolah menengah atas, khususnya pada topik

gelombang cahaya, masih sering ditemukan berbagai hambatan krusial yang secara signifikan mengganggu ketercapaian tujuan instruksional

secara optimal. Berdasarkan hasil pengamatan awal serta pengalaman empiris pembelajaran di lingkungan sekolah, peserta didik cenderung menghadapi tingkat kesulitan yang tinggi untuk memvisualisasikan konsep-konsep gelombang cahaya yang bersifat abstrak, seperti arah getaran medan listrik dan medan magnet yang saling tegak lurus, mekanisme interferensi, fenomena dispersi, hingga proses terjadinya polarisasi cahaya. Hambatan visualisasi ini berdampak buruk secara sistemik karena menyebabkan siswa cenderung hanya menghafal rumusan-rumusan matematis tanpa pernah memahami makna fisis fundamental dari konsep-konsep nyata yang sedang mereka pelajari di kelas (Purwanti et al., 2025:21).

Kondisi tersebut diperparah oleh realitas di lapangan yang menunjukkan bahwa proses penyampaian materi gelombang cahaya pada umumnya masih bersifat konvensional dan monoton, yakni mendominasi metode ceramah, mengandalkan buku teks cetak, serta memanfaatkan media visual statis dua dimensi (2D) seperti gambar di papan tulis maupun slide presentasi standar. Media-media tradisional semacam itu

secara teoretis dipandang belum mampu merepresentasikan karakteristik esensial dari sifat gelombang cahaya yang sejatinya bergerak secara dinamis, imersif, dan berada dalam ruang lingkup tiga dimensi (3D). Akibat keterbatasan representasi visual tersebut, peserta didik kerap mengalami miskonsepsi yang mendalam, penurunan minat atau motivasi belajar fisika secara drastis, serta kegagalan dalam menghubungkan teori-teori fisika dengan fenomena optik nyata di kehidupan sehari-hari.

Secara akademis, fenomena ini tercermin langsung dari rendahnya perolehan hasil belajar kognitif dan kurang berkembangnya kemampuan berpikir spasial siswa, padahal keterampilan spasial tersebut merupakan instrumen berpikir abad ke-21 yang sangat vital dalam memahami konsep-konsep sains yang berciri visual-abstrak (Whindayati, 2025:489). Selain masalah keterbatasan media di ruang kelas, pelaksanaan kegiatan praktikum gelombang cahaya di laboratorium sekolah juga kerap kali membentur keterbatasan sarana prasarana yang masif serta kondisi lingkungan belajar yang kurang ideal.

Sebagai contoh, eksperimen untuk membuktikan fenomena interferensi dan dispersi cahaya idealnya menuntut ketersediaan ruang optik khusus yang gelap dan kedap cahaya, sedangkan mayoritas laboratorium sekolah menengah saat ini belum memiliki atau memfasilitasi kebutuhan mutlak tersebut. Keterbatasan sarana laboratorium ini menyebabkan kegiatan eksperimen fisis riil menjadi sangat jarang dilaksanakan oleh guru, atau jikapun dipaksakan berjalan, aktivitasnya hanya bersifat demonstrasi searah di depan kelas sehingga peserta didik tidak pernah memperoleh pengalaman belajar mandiri yang bermakna (Sa'adah et al., 2025:51).

Apabila rentetan permasalahan instruksional ini dibiarkan terus berlarut-larut tanpa adanya intervensi ilmiah, maka proses pembelajaran fisika di sekolah akan terusterjebak dalam paradigma yang abstrak, dipandang kurang menarik bagi generasi digital, serta gagal mengoptimalkan potensi kemampuan spasial siswa (Hakimi & Anam, 2025:41). Oleh sebab itu, diperlukan sebuah terobosan inovatif berupa penyediaan media pembelajaran modern yang mampu

mentransformasikan konsep gelombang cahaya dari bentuk abstrak menjadi sajian visual yang konkret, interaktif, dinamis, serta mudah diakses secara fleksibel oleh peserta didik. Salah satu alternatif solusi yang sangat potensial dan mutakhir untuk mengatasi problem visualisasi spasial tersebut adalah melalui pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* (AR) yang diintegrasikan secara sistematis ke dalam Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).

Melalui pengintegrasian teknologi AR, materi gelombang cahaya yang semula semi-abstrak dapat diproyeksikan secara lebih konkret dan imersif dalam wujud objek visualisasi tiga dimensi serta simulasi digital yang dapat dioperasikan langsung lewat gawai pintar (*smartphone*) milik siswa. Keberadaan konten AR ini memungkinkan siswa untuk tidak sekadar mengamati fenomena, melainkan berinteraksi aktif dengan cara memanipulasi, memutar, dan memperbesar objek virtual secara *real-time* di lingkungan nyata mereka. Interaksi imersif ini terbukti secara teoritis sangat efektif dalam menjembatani proses visualisasi konsep, meminimalisasi

miskonsepsi optik, serta menstimulasi kelima indikator kemampuan spasial siswa meliputi rotasi mental, orientasi spasial, visualisasi spasial, persepsi spasial, dan relasi spasial secara lebih komprehensif (Pujianti, 2025:12).

Di samping itu, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada hakikatnya memegang peranan strategis sebagai bahan ajar terstruktur untuk memandu siswa dalam mengonstruksi pengetahuannya secara mandiri, kritis, dan terarah sesuai prinsip teori belajar konstruktivisme. Ketika teknologi AR disematkan ke dalam lembar kerja melalui mekanisme pemindaian kode QR (*QR Code scanning*), proses transisi pembelajaran dari media cetak menuju media digital interaktif menjadi lebih menantang sekaligus menyenangkan. Melalui metode praktis ini, peserta didik dapat mengeksplorasi simulasi visual gelombang cahaya secara dinamis di ruang kelas tanpa memerlukan perangkat keras laboratorium optik yang mahal dan kompleks, sehingga proses pembelajaran fisika bertransformasi menjadi lebih efisien, efektif, sekaligus bermakna (Haqq et al., 2025:298). Berlandaskan pada urgensi permasalahan dan potensi

teknologi tersebut, maka penelitian ini difokuskan untuk mengkaji validitas, praktikalitas, serta efektivitas empiris dari pengembangan LKPD terintegrasi *Augmented Reality* (AR) pada materi gelombang cahaya dalam upaya mendongkrak kemampuan spasial siswa SMA kelas XI.

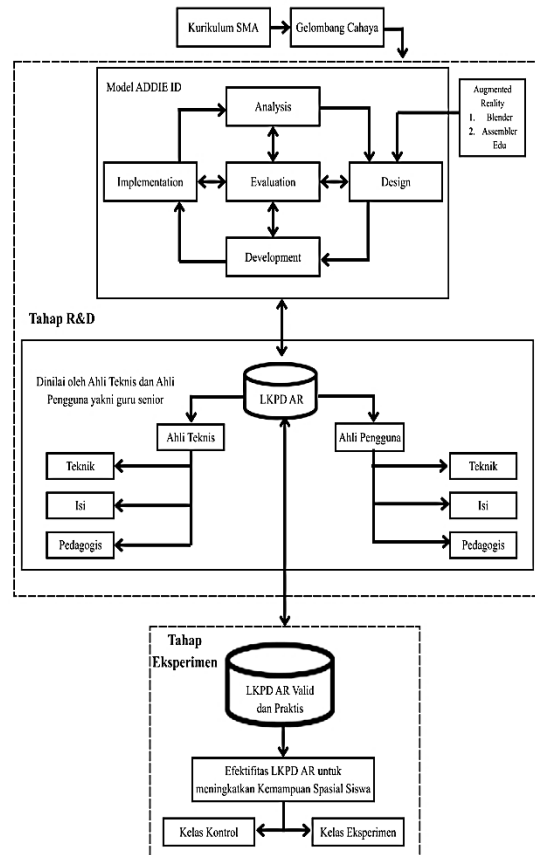
B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D) yang dikombinasikan dengan metode kuasi eksperimen (*quasi-experimental design*). Pendekatan R&D diterapkan untuk merancang, mengembangkan, hingga menguji kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis teknologi *Augmented Reality* (AR) pada materi Gelombang Cahaya. Sementara itu, metode kuasi eksperimen digunakan secara empiris untuk menguji efektivitas penggunaan LKPD terintegrasi AR tersebut dalam mendongkrak kemampuan spasial siswa.

Rancangan pengembangan media mengacu pada model ADDIE yang meliputi lima tahapan interaktif dan terstruktur, yaitu *Analysis* (analisis), *Design* (perancangan), *Development* (pengembangan),

Implementation (implementasi), dan *Evaluation* (evaluasi). Desain pada tahap uji efektivitas eksperimen menggunakan rancangan *Nonequivalent Control Group Design* yang melibatkan dua kelompok subjek penelitian, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kedua kelompok diberikan tes awal (*pre-test*) untuk memetakan kemampuan awal spasial mereka. Kelompok eksperimen kemudian mendapatkan perlakuan (*treatment*) berupa proses pembelajaran menggunakan LKPD interaktif berbasis AR. Di sisi lain, kelompok kontrol melaksanakan aktivitas pembelajaran menggunakan LKPD konvensional (media cetak 2D statis) sesuai modul ajar yang berlaku di sekolah. Setelah seluruh intervensi materi tuntas dilaksanakan, kedua kelompok diberikan tes akhir (*post-test*) dengan instrumen yang setara untuk mengukur signifikansi peningkatan kemampuan spasial

mereka.



Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI Fisika di SMA Negeri 3 Mandau dengan sampel terdiri dari kelas eksperimen (LKPD berbasis AR) dan kelas kontrol (LKPD konvensional). Instrumen penelitian meliputi lembar validasi, angket praktikalitas, serta tes kemampuan spasial berupa 20 butir soal pilihan ganda yang disusun berdasarkan indikator rotasi mental, orientasi spasial, visualisasi spasial, persepsi spasial, dan relasi spasial.

Tabel 1 Lembar Validasi Penelitian

No.	Indikator
Aspek Desain	
1.	Desain tampilan layar media pembelajaran menarik.
2.	Huruf yang digunakan sesuai atau mudah dibaca.
3.	Gambar dalam media sesuai dengan isi materi.
4.	Gambar yang digunakan membantu pemahaman peserta didik.
5.	Gambar yang digunakan membantu proses pembelajaran.
6.	Warna yang digunakan sesuai untuk dibaca.
7.	Petunjuk penggunaan perangkat lunak dan panduan pengguna lengkap.
8.	Penempatan teks konsisten.
Aspek Pedagogi	
9.	Kompetensi pembelajaran dituliskan dengan jelas.
10.	Kompetensi pembelajaran dapat dicapai.
11.	Perumusan kompetensi menjadi pedoman bagi pengguna media.
12.	Topik sesuai dengan kompetensi.
13.	Penyajian materi menarik perhatian peserta didik.
14.	Informasi yang disampaikan mudah dipahami.
15.	Media ini mendorong peserta didik untuk kemampuan spasial.
16.	Penyajian materi tersusun dan mudah diikuti.
17.	Contoh dan latihan yang diberikan sesuai dengan materi.
18.	Metode pembelajaran sesuai untuk pembelajaran multimedia.
Aspek Materi	
19.	Materi pembelajaran sesuai dengan Kurikulum yang berlaku.
20.	Materi pembelajaran sesuai dengan kompetensi.
21.	Materi pembelajaran sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik.
22.	Materi pembelajaran sesuai dengan pengetahuan dasar peserta didik.
23.	Materi pembelajaran mengandung nilai edukatif.
24.	Materi pembelajaran disertai dengan latihan.
25.	Latihan sesuai dengan topik pembelajaran.
26.	Materi pembelajaran disertai dengan tes formatif.

27.	Materi pembelajaran disertai dengan tes sumatif.
28.	Tes formatif dan tes sumatif sesuai dengan materi pembelajaran.
Aspek Teknis	
29.	Pengguna dapat mengontrol proses pembelajaran.
30.	Media memiliki banyak cabang menuju bagian lain.
31.	Pengguna tidak mengalami kendala saat menjelajahi media.
32.	Alur penyajian konten media mudah diikuti.
33.	Terdapat lebih dari satu sumber perolehan informasi.
34.	Pengguna dapat dengan mudah menemukan informasi yang dibutuhkan.
35.	Pengguna dapat keluar dari media kapan saja.
36.	Perangkat lunak mudah digunakan (dioperasikan).

Berikut angket praktikalitas untuk guru dan siswa:

Tabel 2 Angket Praktikalitas Guru

No.	Aspek yang dinilai
Aspek Materi	
1.	Materi pada LKPD AR ini sudah mengacu pada Capaian Pembelajaran
2.	Materi yang disajikan dalam LKPD AR ini sesuai dengan buku pegangan siswa
3.	LKPD AR ini memudahkan saya dalam menyajikan materi sifat gelombang cahaya
4.	LKPD AR ini dapat dijadikan sebagai salah satu penunjang pembelajaran fisika
5.	LKPD AR ini dapat menarik perhatian siswa
Aspek Tampilan	
6.	Tampilan LKPD AR secara keseluruhan dapat menggambarkan isi materi yang terdapat didalamnya
7.	Petunjuk penggunaan <i>Augmented reality</i> pada LKPD ini memudahkan siswa dalam menggunakannya
8.	Ukuran font huruf mudah dibaca
9.	Simulasi 3D yang disajikan dalam LKPD AR ini memudahkan saya menjelaskan objek yang bersifat semi abstrak
Aspek Kebermanfaatan	
10.	LKPD AR ini dapat digunakan oleh seluruh siswa kelas XI Fisika

11.	LKPD AR bersifat fleksibel yakni mudah dibawa kemana-mana
12.	LKPD AR ini membantu siswa belajar secara mandiri maupun berkelompok
13.	Dengan adanya LKPD AR dapat menambah semangat siswa belajar sifat gelombang cahaya

Tabel 3 Angket Praktikalitas Siswa

No.	Aspek yang dinilai
1.	Menurut saya <i>Augmented reality</i> (<i>Barcode</i>) ini sangat menarik.
2.	Menurut saya gambar yang ditampilkan sesuai dengan materi.
3.	Kombinasi warna yang terdapat di LKPD sangat cocok.
4.	Desain LKPD AR sangat menarik.
5.	Informasi petunjuk penggunaan LKPD AR mudah dipahami.
6.	Saya dapat memahami materi dengan mudah.
7.	Materi yang disajikan jelas sehingga mudah untuk dipahami.
8.	Penggunaan istilah Fisika yang digunakan mudah untuk dipahami.
9.	Pertanyaan atau soal sesuai dengan materi yang dibahas.
10.	Dengan menggunakan LKPD AR ini membuat saya lebih antusias mengikuti pembelajaran.

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa LKPD berbasis AR yang dikembangkan menggunakan RnD dengan model ADDIE, berikut salah satu contoh LKPD pada Gelombang Cahaya yakni materi refleksi cahaya.



Gambar 1 Cover LKPD Refleksi Cahaya



Gambar 2 Daftar isi LKPD Refleksi Cahaya



Gambar 3 Tujuan dan Indikator Pembelajaran



Gambar 5 Eksplorasi Sifat Gelombang Cahaya



Gambar 4 Panduan Pembelajaran



Gambar 6 Pertanyaan Analisis dan Kesimpulan

LKPD yang telah dikembangkan berada pada kategori valid dengan rata-rata indeks Aiken's V sebesar 0,910.

Tabel 4 Hasil Validasi LKPD berbasis AR untuk setiap aspek

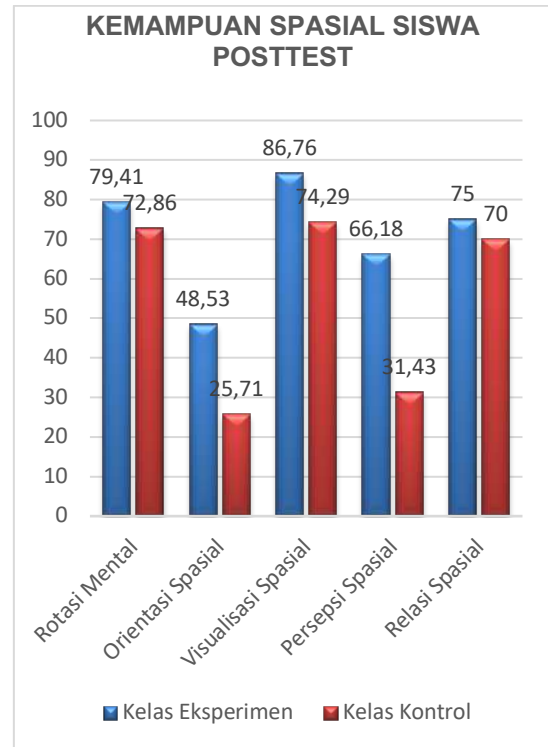
No.	Indikator	V Indeks	Kategori Validitas
1.	Desain	0,917	Valid
2.	Pedagogi	0,892	Valid
3.	Materi	0,917	Valid
4.	Teknis	0,917	Valid
Rata-rata		0,910	Valid

Tingkat praktikalitas menurut guru (3,79) dan siswa (3,73) juga masuk dalam kategori praktis.

Tabel 5 Hasil praktikalitas LKPD berbasis AR menurut guru dan siswa

No.	Praktikan	Skor Rerata	Kategori Praktikalitas
1.	Menurut Guru	3,79	Praktis
2.	Menurut Siswa	3,73	Praktis
Rata-rata		3,76	Praktis

Secara deskriptif, nilai rata-rata *posttest* kelas eksperimen (71,18) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (56,29). Perbandingan persentase ketercapaian kemampuan spasial untuk setiap indikator berdasarkan hasil *posttest* pada kelas eksperimen dan kontrol dapat dicermati pada Gambar berikut



Hasil uji Mann-Whitney U menghasilkan nilai signifikansi $0,001 < 0,05$, yang membuktikan adanya perbedaan kemampuan spasial yang signifikan antara kedua kelas. Peningkatan kemampuan spasial kelas eksperimen juga dibuktikan dengan nilai N-Gain sebesar 0,5827 (kategori sedang), sementara kelas kontrol hanya mencapai 0,4128. Visualisasi objek 3D melalui teknologi AR terbukti lebih efektif menstimulasi manipulasi mental objek dibandingkan media statis.

D. Kesimpulan

Berdasarkan seluruh tahapan penelitian pengembangan dan prosedur eksperimen yang telah

dilaksanakan secara sistematis di SMA Negeri 3 Mandau, dapat disimpulkan bahwa pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) terintegrasi teknologi *Augmented Reality* (AR) pada materi Gelombang Cahaya secara teoretis telah memenuhi kriteria kelayakan ilmiah yang sangat tinggi. Hal ini dibuktikan melalui hasil penilaian para pakar (*expert judgment*) yang menghasilkan nilai rata-rata total indeks Aiken's V sebesar 0,910, yang mengonfirmasi validitas produk dari berbagai aspek mulai dari desain estetika visual, keselarasan pedagogi kependidikan, kecocokan materi dengan Kurikulum Merdeka Fase F, hingga fungsionalitas teknis medianya. Di samping memiliki validitas teoretis yang tinggi, produk LKPD berbasis AR ini juga terbukti memenuhi kriteria praktikalitas yang sangat baik sehingga sangat mudah untuk diimplementasikan dalam pembelajaran riil di kelas. Kepraktisan tersebut tercermin langsung dari respon positif guru fisika selaku praktisi lapangan yang memberikan skor rerata sebesar 3,79 (kategori Praktis), serta respon dari peserta didik selaku pengguna utama yang memberikan skor rerata sebesar 3,73

(kategori Praktis), di mana keberadaan 5 titik pemicu digital berupa kode QR dinilai memberikan navigasi yang efisien bagi siswa untuk belajar secara mandiri maupun berkelompok.

Secara empiris, pengintegrasian teknologi *Augmented Reality* (AR) ke dalam LKPD ini juga terbukti memberikan efektivitas yang sangat signifikan dalam mendongkrak kemampuan spasial siswa SMA kelas XI pada materi Gelombang Cahaya. Secara deskriptif, capaian ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata *post-test* kelas eksperimen yang menyentuh angka 71,18 (kategori Baik), jauh mengungguli kelas kontrol yang hanya memperoleh nilai rata-rata sebesar 56,29 (kategori Cukup). Efektivitas performa media ini diperkuat oleh hasil analisis inferensial statistik non-parametrik melalui uji *Mann-Whitney U* yang menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,001. Karena nilai signifikansi tersebut jauh lebih kecil dari taraf batas nyata yang ditentukan ($0,001 < 0,05$), maka hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima secara meyakinkan, yang menegaskan adanya perbedaan kemampuan spasial akhir yang sangat

signifikan antara kelas yang menerapkan LKPD berbasis AR dengan kelas yang menggunakan LKPD konvensional. Melalui pemanfaatan media interaktif ini, visualisasi dinamis dari objek-objek fisis tiga dimensi seperti simulasi sifat refleksi, refraksi Hukum Snellius, interferensi celah ganda, dispersi spektrum prisma, hingga filter polarisasi, terbukti sukses memfasilitasi rekonstruksi mental konsep abstrak fisika sekaligus menstimulasi kelima indikator kemampuan spasial siswa secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hakimi, A. T., & Anam, K. N. (2025). Pengaruh media animasi interaktif terhadap motivasi belajar pada mata pelajaran fisika sma negeri 2 surabaya. *Journal of Science and Mathematics Education*, 1(2), 39–45.
- [2] Haqq, A. A., Hidayani, S. M., & Muchyidin, A. (2025). Development of an Augmented Reality-Integrated Student Worksheet (LKPD) to Enhance Mathematics Learning Outcomes. *Journal of Mathematics Instruction, Social Research and Opinion*, 4(2), 291–304.
- [3] Hidayani, S. M., Muchyidin, A., & Haqq, A. A. (2025). Development of an Augmented Reality-Integrated Student Worksheet (LKPD) to Enhance Mathematics Learning Outcomes. *Journal of Mathematics Instruction, Social Research and Opinion*, 4(2), 291–304.
- [4] Pujianti, E. (2025). Pemanfaatan media augmented reality untuk melatih kecerdasan spasial siswa dalam materi fisika optik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 14(1), 11–19.
- [5] Purwanti, R., Rahayu, S., & Widodo, A. (2025). Analisis kesulitan siswa dalam memvisualisasikan konsep abstrak pada materi gelombang cahaya di sma. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 11(1), 20–28.
- [6] Sa'adah, N., Wahyuni, S., & Lesmono, A. D. (2025). Hambatan pelaksanaan praktikum fisika optik di laboratorium sekolah menengah atas. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 14(2), 49–56.
- [7] Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- [8] Whindayati, S. (2025). Pengembangan kemampuan spasial siswa melalui integrasi media tiga dimensi pada pembelajaran sains abad 21. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 11(3), 485–494.