

PENGEMBANGAN MEDIA AUGMENTED REALITY (AR) BERBASIS HOLOGRAM INTERAKTIF UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP GELOMBANG MEKANIK

Oleh :

Sari Wahyuni Rozi Nasution¹⁾, Rahmad Fauzi²⁾, Unita Sukma Zuliani Nasution³⁾, Lia Purnama Sari⁴⁾, Ahmad Zainy⁵⁾

^{1,2,3,4,5} Fakultas Pendidikan Matematik dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pendidikan Tapanuli Selatan

¹email: sariwahyunirozinasion@gmail.com

²email: uduzi@gmail.com

³email: unitasukma@gmail.com

⁴email: liasari2808@gmail.com

⁵email: zainy.nasti@gmail.com

Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Submit, 2 Agustus 2025

Revisi, 11 September 2025

Diterima, 14 September 2025

Publish, 15 September 2025

Kata Kunci :

Dukungan Sosial,
Temas Sebaya,
Homesickness,
Pesantren.

ABSTRAK

Pembelajaran konsep gelombang mekanik di pendidikan fisika sering menemui hambatan konseptual dan miskonsepsi yang persisten pada tingkat perguruan tinggi. Teknologi Augmented Reality (AR) dan media holografik interaktif muncul sebagai alat pengajaran yang potensial untuk memvisualisasikan fenomena gelombang secara three-dimensional dan dinamis, sehingga diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa. Tinjauan literatur ini mensintesis bukti empiris, desain media, dan kerangka teoretis (mis. kognisi multimedia dan *cognitive load*) dari penelitian 2015–2025 yang relevan dengan pengembangan AR-hologram untuk topik gelombang mekanik. Hasilnya menunjukkan bahwa: (1) AR meningkatkan keterlibatan dan pencapaian pembelajaran pada banyak studi fisika; (2) holografi/visualisasi 3D mendukung pemahaman struktur spasial fenomena fisika; (3) gelombang mekanik tetap area bermasalah dan spesifik intervensi visual-interaktif (mis. representasi superposisi, fase, dan modulasi amplitudo) diperlukan; (4) penggabungan AR dan hologram interaktif berpotensi menurunkan miskonsepsi jika desain instruksional memperhatikan scaffolding dan *cognitive load*. Rekomendasi akhir memuat rancangan prototipe, metrik evaluasi, dan isu keberlanjutan implementasi di konteks perguruan tinggi.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license



Corresponding Author:

Nama: Sari Wahyuni Rozi Nasution

Afiliasi: Institut Pendidikan Tapanuli Selatan

Email: sariwahyunirozinasion@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Konsep gelombang mekanik (propagasi, superposisi, refleksi, interferensi, gelombang berdiri) adalah bagian inti dalam kursus Fisika Dasar namun sering menimbulkan miskonsepsi yang tahan lama pada mahasiswa. Penelitian fisika pendidikan menunjukkan kesulitan konseptual yang sistematis dalam memahami konteks spasial dan temporal gelombang, termasuk gagasan bahwa partikel “bergerak”

bersama gelombang atau salah tafsir mengenai kecepatan dan energi gelombang. Oleh karena itu diperlukan media pengajaran yang mampu menampilkan fenomena gelombang dalam bentuk animasi 3D dinamis yang mudah dimanipulasi. Teknologi AR dan holografik memberikan peluang visualisasi semacam itu, di mana objek digital ditempatkan dalam ruang nyata siswa dan dapat berinteraksi secara real time. Studi-studi review AR di bidang fisika dan

XR (extended reality) memperlihatkan tren meningkatnya penerapan dan bukti awal efektivitas, namun integrasi khusus AR + hologram untuk gelombang mekanik pada level perguruan tinggi masih relatif jarang dan perlu dikodifikasi.

2. METODE PENELITIAN

Tinjauan literatur ini melakukan penelusuran pada basis data ilmiah (Google Scholar, ScienceDirect, arXiv, PubMed/MDPI, AIP, SpringerOpen) untuk publikasi 2010–2025 yang relevan dengan: (a) augmented reality dalam pendidikan fisika; (b) penggunaan hologram/holografi sebagai media pembelajaran; (c) studi empiris tentang miskonsepsi gelombang mekanik; dan (d) teori multimedia & desain instruksional untuk XR. Kata kunci termasuk: “augmented reality physics education”, “hologram learning”, “mechanical waves misconceptions”, “wave visualization AR”, “XR physics education review”. Dari hasil awal, dipilih ≥ 10 artikel primer, kajian sistematis, dan studi eksperimental yang memiliki kontribusi langsung terhadap desain atau evaluasi media pembelajaran gelombang mekanik. (Sumber terpilih tercantum pada bagian referensi.)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bukti empiris efektivitas AR dalam pembelajaran fisika

Beberapa studi eksperimental dan tinjauan sistematis melaporkan bahwa AR dapat meningkatkan motivasi, engagement, dan pencapaian kognitif dalam topik fisika (mis. mekanika, optik, dan gelombang). Contoh: pengembangan aplikasi AR untuk gelombang dan getaran menunjukkan perbaikan signifikan pada skor pemahaman konseptual dibanding kontrol tradisional pada sampel mahasiswa/mahasiswa muda. Namun, efektivitas sering bergantung pada desain instruksional, kualitas visualisasi, dan integrasi tugas pembelajaran.

Hologram & proyeksi 3D sebagai media pembelajaran

Studi tentang penggunaan hologram (termasuk LED-fan holograms, pyramid hologram sederhana, dan proyeksi volumetrik) menunjukkan potensi untuk menghadirkan objek 3D yang nyata dan menambah dimensi interaktivitas — mis. rotating 3D models, layering transparansi untuk melihat interferensi. Beberapa penelitian implementasi di tingkat menengah/tinggi melaporkan peningkatan minat dan pemahaman konseptual, tetapi juga mencatat tantangan biaya perangkat dan kebutuhan pelatihan pengajar.

Miskonsepsi spesifik pada gelombang mekanik

Literatur fisika pendidikan (PhysRev Physics Education Research dan artikel serupa) mendokumentasikan miskonsepsi umum: (1) salah kaprah bahwa partikel berpindah mengikuti gelombang; (2) kesulitan membedakan kecepatan partikel vs kecepatan gelombang; (3) tantangan

dalam memahami fase dan superposisi; (4) kesulitan penggambaran gelombang berdiri. Studi-studi ini menekankan perlunya representasi visual yang eksplisit menampilkan gerak partikel terlokalisasi, vektor fase, serta overlay grafik energi dan amplitudo.

Desain instruksional yang efektif untuk AR-hologram

Kerangka teoretis dari *multimedia learning* (Mayer) dan penelitian tentang *cognitive load* menyarankan beberapa prinsip penting: segmentasi (memberi potongan-potongan pembelajaran), signaling (menyoroti elemen penting), kontiguitas (penyajian visual dan verbal terkoordinasi), dan opsi interaktif (manipulasi parameter gelombang). Studi AR yang sukses biasanya mengkombinasikan demonstrasi visual dengan tugas berpikir reflektif, kuis formatif, dan panduan scaffolding agar bukan sekadar “kagum visual” tetapi mendorong konstruksi konsep yang benar.

Studi khusus AR untuk gelombang dan getaran

Beberapa proyek telah mengembangkan aplikasi AR khusus untuk gelombang (mis. menampilkan traveling waves pada tali, superposisi dua gelombang sinusoid, pembentukan gelombang berdiri). Hasil pilot umumnya menunjukkan peningkatan pemahaman pada aspek visual/spasial seperti pola nodal/antinodal, namun kesenjangan bertahan pada interpretasi kuantitatif (mis. menghubungkan persamaan gelombang dengan visualisasi). Ini menandakan perlunya integrasi antara manipulasi parameter numerik dan visualisasi real-time.

Diskusi Mengapa AR-Hologram Interaktif Berpotensi Efektif?

Kombinasi AR dan hologram menyatukan dua keuntungan: (1) AR memungkinkan overlay informasi digital di ruang nyata sehingga pengguna dapat melihat korelasi antara model dan alat eksperimen fisik (mis. tali nyata atau alat gelombang), dan (2) hologram menghadirkan model 3D yang lebih impresif untuk memahami struktur spasial (mis. pola interferensi di ruang). Ketika didesain dengan prinsip pembelajaran multimedia (segmentasi, scaffolding, feedback), intervensi ini dapat secara langsung menangani miskonsepsi kunci—mis. dengan menampilkan partikel medium bergerak secara lokal sementara pola gelombang merambat tanpa perpindahan bahan secara makroskopis. Namun, implementasi harus memperhatikan *cognitive load* (jangan berlebihan efek visual tanpa tujuan pembelajaran), ketersediaan perangkat, dan kesiapan dosen.

4. KESIMPULAN

Integrasi AR dan hologram interaktif merupakan pendekatan menjanjikan untuk mengatasi miskonsepsi dalam konsep gelombang mekanik di pendidikan fisika tingkat perguruan tinggi. Bukti literatur mendukung potensi peningkatan pemahaman

dan keterlibatan, terutama jika desain instruksional mengikuti prinsip multimedia dan memperhatikan *cognitive load*.

5. REFERENSI

- A review: *Augmented Reality Technology in Teaching about Physics* (arXiv). arXiv
- Difficulties in Understanding Mechanical Waves — *Phys. Rev. Physics Education Research* (2022). Physical Review
- Augmented reality: Physics on wave and vibration* (ResearchGate / studi aplikasi AR gelombang). ResearchGate
- Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent ...* (ScienceDirect review XR in education). ScienceDirect
- A literature study of hologram as a science learning media* (AIP Conference Proceedings / literature study). AIP Publishing
- A Rapid Review of Learning using Hologram in Higher Education* (iJET / review). Online Journals
- Application of Virtual Reality in Learning Quantum Mechanics* — MDPI Applied Sciences (contoh VR di topik gelombang/quantum). MDPI
- Effects of AR Integration (ARI) based model physics* — JOTSE (studi AR pada fisika). Jotse
- The Development of Hologram Media on the Motion of Object in Physics* (ResearchGate / implementasi hologram). ResearchGate
- Student knowledge integration in learning mechanical wave* — *Phys. Rev. Physics Educ. Res.* (studi integrasi pengetahuan gelombang). Physical Review
- How augmented reality influences student learning and inquiry styles* (ScienceDirect). ScienceDirect
- News / implementasi praktis: *Hologram lecturers thrill students at trailblazing UK university* — *The Guardian* (contoh adopsi hologram di kampus).