



**unikama**  
Universitas PGRI Kanjuruhan Malang

# **IDEOLOGI DAN SAINS DALAM INTEGRASI PENDIDIKAN**

**GAGASAN DAN TINDAKAN ILMUWAN MENGANTISIPASI DISRUPSI**

**Editor:**  
**Andri Fransiskus Gultom**  
**Arief Rahman Hakim**  
**Ludovikus Bomans Wadu**



**KANJURUHAN  
PRESS**

**IDEOLOGI DAN SAINS  
DALAM INTEGRASI PENDIDIKAN**  
Gagasan dan Tindakan Ilmuwan Mengantisipasi  
Disrupsi



---

Copyright ©2021, Kanjuruhan Press  
All rights reserved

## IDEOLOGI DAN SAINS DALAM INTEGRASI PENDIDIKAN

**Gagasan dan Tindakan Ilmuwan Mengantisipasi Disrupsi**

Editor:

**Andri Fransiskus Gultom, Arief Rahman Hakim, Ludovikus Bomans Wadu**

Desain Cover & Penata Isi

**Tim Kanjuruhan Press**

Cetakan I, Mei 2021

Diterbitkan oleh:

**Kanjuruhan Press**

No. IKAPI : 135/JTI/2011

No. APPTI : 002.019.1.10.2017

Alamat : Jl. S. Supriadi No.48 Malang

Telp : (0341) 801488, ext 133

Email : [kanjuruhanpress@unikama.ac.id](mailto:kanjuruhanpress@unikama.ac.id)

**ISBN : 978-623-91605-7-9**

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ke dalam bentuk apapun, secara elektronik maupun mekanis, termasuk fotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari Penerbit. Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2000 tentang Hak Cipta, Bab XII Ketentuan Pidana, Pasal 72, Ayat (1), (2), dan (6)

## DAFTAR ISI

### PENDAHULUAN:

Ideologi dan Sains dalam Integrasi Pendidikan \_\_\_\_\_ 1  
*Andri Fransiskus Gultom*

### CHAPTER I: INTEGRASI IDEOLOGI, KEPEMIMPINAN, DAN DISRUPSI

Pembinaan Ideologi Pancasila: Fungsi dan Kewajiban Negara \_19  
*Dr. Ahmad Basarah*

Pancasila dalam Sistem Pendidikan Nasional \_\_\_\_\_ 42  
*Prof. Dr. Unifah Rosyidi, M.Pd.*

Transformasi Perguruan Tinggi di Era Disrupsi:  
Mempersiapkan Masa Depan yang Datang Lebih Cepat dari  
Perkiraan Manusia \_\_\_\_\_ 56  
*Richardus Eko Indrajit*

Karakter Kepemimpinan: Kesenjangan Antara Konsep dan  
Implementasi \_\_\_\_\_ 65  
*Pieter Sahertian*

Ideologi Pancasila dan Kesadaran Sejarah \_\_\_\_\_ 88  
*I Wayan Legawa*

Filosofi Koperasi Dalam Konsep Welfare State \_\_\_\_\_ 110  
*Suciati*

Perempuan Selalu Di Belakang, Laki-Laki Selalu Terdepan \_\_\_\_ 120  
*Ludovikus Bomans Wadu, Maria Fransiska Ugha Buu*

### CHAPTER II: INTEGRASI MULTIKULTURALISME DAN BAHASA

Merajut Multikulturalisme lewat Pendidikan Karakter \_\_\_\_\_ 133  
*Yudi Latif*

---

**Tantangan dan Masa Depan Kampus Multikultural** \_\_\_\_\_ **156**  
*Wadji*

**Membangun Masyarakat Berkebudayaan Bermutu Melalui Pendidikan Multikultural** \_\_\_\_\_ **180**  
*Gatot Sarmidi*

**Pembelajaran Bahasa Inggris Berbasis Bilingualisme dalam Masyarakat yang Multilingual dan Multikultural** \_\_\_\_\_ **202**  
*Rusfandi*

**Relativitas Bahasa dan Budaya Dalam Komunikasi Global** \_\_\_\_ **222**  
*Teguh Sulisty, Nara Sari, dan Oktavia Widiastuti*

**Konvensi Naratif Novel Kearifan Lokal Sastra Indonesia** \_\_\_\_ **244**  
*Soedjijono*

**Revitalisasi Bahasa Indonesia dalam Pembentukan Karakter Bangsa** \_\_\_\_\_ **275**  
*Rahutami*

## **CHAPTER III: INTEGRASI SAINS DALAM PENDIDIKAN NILAI**

**Berdayakan Keterampilan Berpikir Selama Pembelajaran Sains Demi Masa Depan Kita** \_\_\_\_\_ **297**  
*Prof. Dr. AD. Corebima, M.Pd*

**Character Building Dalam Era Merdeka Belajar** \_\_\_\_\_ **332**  
*Romadhon*

**Pembiasaan Karakter Baik (*Knowing, Acting, and Habit*) Berbasis *Value Clarification Approach*** \_\_\_\_\_ **357**  
*Romia Hari Susanti*

**Motivasi Belajar Siswa SD di Saat Pandemi COVID-19** \_\_\_\_\_ **388**  
*Arief Rahman Hakim, Sholihah*

---

**Integrasi *Augmented Reality* Dalam Pembelajaran \_\_\_\_\_ 402**

*Prof. Dr. AD. Corebima, M.Pd., Badrud Tamam, dan  
Bea Hana Siswati*

**Pembentukan Karakter Kreatif Siswa Melalui Kreativitas  
*Problem Solving* \_\_\_\_\_ 419**

*Sri Hariyani*

**Pemanfaatan Teknologi Dalam Pembelajaran Sains:  
Laboratorium Virtual \_\_\_\_\_ 439**

*Sudi Dul Aji dan Muhammad Nur Hudha*

**Kepala Sekolah dan Pengembangan Profesional Guru:  
Kontradiksi antara Persepsi dan Praktik \_\_\_\_\_ 446**

*Umiami Jawas*

**Pengembangan Instrumen Pengukuran Kepribadian Mahasiswa  
Calon Guru \_\_\_\_\_ 469**

*Sudiyono dan Danang Aditya Nugraha*

**Kajian Penguatan Pendidikan Karakter Sesuai Profil Pelajar  
Pancasila di Jenjang Sekolah Dasar \_\_\_\_\_ 488**

*Yulianti*

## **CHAPTER IV: INTEGRASI SAINS MIKROSKOPIS MENGANTISIPASI VIRUS**

**Jaringan 5G dan Upaya Meningkatkan Konektivitas \_\_\_\_\_ 509**

*Prof. Dr. Ir. Marsudi Wahyu Kisworo, IPU*

**Pembentukan Karakter Ilmiah Melalui Praktikum  
Mikrobiologi \_\_\_\_\_ 515**

*Prof.Dr.Dra.Supiana Dian Nurtjahyani, M.Kes.*

**Pemanfaatan Serangga Sebagai Bahan Pakan Unggas:  
Sebuah Review Pustaka \_\_\_\_\_ 539**

*Eko Widodo, Enike Dwi Kusumawati, dan Bayu Aji Pradikdo*

**Hubungan Perubahan Iklim Dengan Penularan Penyakit \_\_\_\_\_ 563**

*Endang Surjati*

**Vaksin Hepatitis B Surface Antigen (HBsAg) Virus Hepatitis B\_\_ 581**

*Maris Kurniawati*

**Ironi Pemaknaan Genetika sebagai Ilmu tentang Pewarisan  
Sifat pada Masa Kini, bahkan di Era Revolusi Industri 4.0 \_\_\_\_\_ 603**

*Prof. Dr. AD. Corebima, M.Pd, dan Dr. Bea Hana Siswati, M.Pd*



## Integrasi *Augmented Reality* Dalam Pembelajaran

Aloysius Duran Corebima<sup>1</sup>, Badrud Tamam<sup>2</sup>, Bea Hana Siswati<sup>3</sup>

### Pengantar

*Augmented reality* (AR) merupakan teknologi mengkombinasikan obyek nyata dengan obyek virtual, berjalan secara interaktif dalam waktu nyata, dan terintegrasi obyek virtual dalam bentuk 3 dimensi [1]. Lebih lanjut juga dikatakan bahwa AR tidak hanya terbatas hanya pada indra penglihatan, tetapi juga dapat diterapkan pada semua indra, seperti indra pendengaran, sentuhan, dan indra penciuman. Unsur nyata dan virtual dipadukan sehingga bias terjadi interaksi antara pengguna dengan dunia virtual [2]. Menurut Milgram's [3], *augmented reality* merupakan jenis "*mixed reality*" di mana obyek digital dimasukkan ke dalam lingkungan nyata (lihat Gambar 1). Cuendet, Bonnard, Do-Lenh, & Dillenbourg, [4] berpendapat bahwa "AR mengacu pada teknologi yang memproyeksikan materi digital ke objek dunia nyata". Dengan demikian AR berfungsi untuk melengkapi realitas tetapi tidak menggantikan sepenuhnya.



Gambar 1. *Reality–Virtuality Continuum* [3]

*Augmented Reality*, memungkinkan pengguna melihat dunia nyata melalui obyek virtual. Hal ini terjadi karena *augmented reality* memungkinkan untuk menautkan obyek virtual secara *real time*. Objek virtual dapat mencakup teks, gambar diam, klip video, suara, model 3D, dan animasi. Benda-benda virtual ini akan dianggap hidup berdampingan dalam lingkungan nyata [5].

*Augmented Reality* dapat diwujudkan melalui perangkat

<sup>1</sup> Universitas PGRI Kanjuruhan Malang

<sup>2</sup> Universitas Trunojoyo

<sup>3</sup> Universitas Jember

---

seluler yang canggih. Obyek virtual ditampilkan menggunakan satu set perangkat teknologi. Menurut Azuma [6] dan Billinghurst e[2], ada beberapa persyaratan dasar komponen *hardware* yang dapat diintegrasikan AR di dalamnya, yaitu: terdapat video kamera untuk menangkap gambar, ruang penyimpanan yang memadai untuk obyek virtual, spesifikasi processor untuk menampilkan obyek 3D secara *realtime*, dan *interface* memungkinkan pengguna berinteraksi dengan objek.

Menurut Johnson [7] dan Carlson & Gagnon [8], sistem *augmented reality* dapat berupa berbasis penanda atau berbasis tanpa penanda (*marker-based* atau *markerless-based*). Aplikasi berbasis penanda (*marker-based*) terdiri dari booklet untuk menyiapkan informasi penanda (*marker*), perangkat untuk membaca *marker* dan memperoleh informasi dari booklet atau kartu. Aplikasi berbasis tanpa penanda (*markerless-based*) memerlukan sistem pelacakan yang melibatkan sistem penentuan posisi global (GPS), kompas, dan perangkat pengenalan gambar. Menurut Cheng & Tsai [9] *marker-based* berpotensi untuk meningkatkan kemampuan spasial, keterampilan praktis, dan pemahaman konseptual siswa, sedangkan *location-based AR* mendukung kegiatan ilmiah berbasis penyelidikan.

Terkait jenis AR menurut klasifikasi Wojciechowski & Cellary [10] ada 3 jenis AR yaitu 1) AR berbasis penanda, 2) AR tanpa penanda, dan 3) AR berbasis lokasi. AR berbasis penanda didasarkan pada penggunaan penanda. Penanda adalah label yang berisi pola berwarna atau hitam putih yang dikenali atau didaftarkan oleh aplikasi AR melalui perangkat kamera untuk mengaktifkan peristiwa. Misalnya, menampilkan gambar 3D di layar perangkat yang terletak di posisi yang sama dengan penanda. AR tanpa penanda didasarkan pada pengenalan bentuk objek. Di lain pihak AR berbasis lokasi menyajikan informasi sesuai dengan lokasi geografis pengguna.

Menurut Cabero & Barroso [11] AR dapat dibedakan berdasarkan pada aktivator AR yang digunakan: 1) *position markers*; 2) *geolocation*; and 3) *QR codes*. Pada jenis pertama, gambar 3D, video, atau animasi ditautkan dengan *marker* yang dicetak dengan menggunakan aplikasi software khusus. *Marker* kemudian disorot menggunakan kamera sehingga obyek virtual dapat ditampilkan. Pada jenis AR kedua, AR dibantu geolokasi, yakni mengintegrasikan AR, GPS,

*Search Visual Systems* (CVS), dan *mapping* (SLAM). Melalui aplikasi ini, pengguna dapat berinteraksi dengan lingkungan lain dari lokasi mereka pada titik tertentu. Pengguna bisa memperoleh gambar fisik tempat atau superimposisi lapisan virtual informasi secara *real time* tentang tempat terdekat, sejarah lingkungan, peristiwa, dan lain-lain melalui menggunakan kamera perangkat seluler. Jenis AR ketiga menggunakan kode QR. Pengguna dapat berinteraksi melalui kode dua dimensi berbentuk persegi yang dapat menyimpan berbagai informasi alfanumerik. QR kemudian dibaca menggunakan aplikasi pembaca QR yang dipasang pada perangkat seluler sehingga informasi yang disajikan dapat ditampilkan.

Sistem AR memiliki tiga komponen utama yaitu: 1) *tracking system*, komponen ini merupakan proses penentuan posisi dan orientasi obyek, 2) *Graphic system*, merupakan komponen untuk menggambarkan obyek-obyek virtual pada tempat yang sesuai, dan 3) tampilan system, yakni tampilan hasil penggabungan dunia nyata dengan gambar virtual yang dikirimkan ke pengguna [12]. Terdapat empat tahapan dalam menjalankan AR, yaitu: 1) penangkapan gambar menggunakan perangkat *video-capture* seperti kamera, 2) identifikasi gambar, 3) pengolahan gambar, dan 4) visualisasi gambar [13].

### **Potensi AR dalam meningkatkan kualitas pembelajaran**

AR memiliki potensi yang besar dalam memberikan pengalaman belajar secara kontekstual, eksplorasi, dan *discovery* terkait dengan informasi di dunia nyata [7]. AR telah diimplementasikan dalam beragam disiplin keilmuan dan hasilnya menunjukkan bahwa implementasi AR dalam kegiatan pembelajaran lebih berpotensi untuk mencapai tujuan pembelajaran yang lebih baik. Dalam bidang pendidikan, penggunaan teknologi AR menghasilkan pengalaman belajar yang kaya dan bermakna, mampu meningkatkan keterampilan dan pengetahuan peserta didik, serta meningkatkan pembelajaran kolaboratif [14]. Hal ini mendorong para peneliti untuk mengintegrasikan teknologi ini ke dalam bidang-bidang seperti biologi, kimia, matematika, kedokteran, sejarah, teknik, dll. [15]. Peneliti-peneliti tersebut menguji potensi teknologi AR dan keefektifannya pada pengalaman belajar peserta didik dengan cara membuat perbandingan antara metode AR dengan metode pembelajaran

tradisional lainnya. Beragam kajian terkait AR melaporkan bahwa implementasi AR dalam pembelajaran memiliki dampak positif. Hasil kajian AR dan keuntungan implementasi AR yang sudah dilakukan ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Keuntungan AR dalam pembelajaran

<i>Author</i>	<b>Keuntungan AR</b>
Chiang, Yang, & Hwang [16], Ferrer-Torregrosa, Torralba, Jimenez, Garc'ia & Barcia [17]	Meningkatkan prestasi belajar
Liu & Chu [18], Di Serio et al.[19], Jara et al. [20], Bujak et al. [21], Chang et al. [22], Chiang et al. [16], Ferrer-Torregrosa et al. [17], Di Serio et al. [19]	Meningkatkan motivasi belajar
Zhang, Sung, Hou & Chang [23], Bursztyn et al.,[24]; Habig, [25].	Meningkatkan minat belajar
Sin & Zaman [26], Carlson & Gagnon [8], Chang & Hwang [27], Lin & Chen [28], Faridi, Tuli, Mantri, Singh, & Gargrish [29],	Meningkatkan keterampilan berpikir kritis
Valimont et al. [30], Vincenzi et al. [31],Macchiarella, Liu, Gangadharan, Vincenzi, & Majoros [32], Fidan & Tuncel [33],	Meningkatkan retensi siswa
Ucelli et al. [34], Bressler & Bodzin [35], Chen, Chi, Hung, & Kang [36]	Meningkatkan partisipasi siswa dalam proses pembelajaran
Bressler & Bodzin [35], Küçük, Kapakin & Göktaş [37], Cheng [38], Atici-Ulusu, Ikiz, Taskapilioglu, & Gunduz [39] dan Lai, Chen, & Lee [41]	Meminimalisasi beban kognitif
Wu et al.,[14]; Redondo, Fonseca, Sánchez, & Navarro., [41]	Meningkatkan pembelajaran kooperatif
Brandt et al. [42], Kamarainen et al. [43], Di Serio et al. [19], Cai et al. [44], Jamali et al. [45], Saltan & Arslan, [46]	Meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran

Tabel 1 menunjukkan bahwa AR telah diadaptasi dan diterapkan dalam proses pembelajaran. Hasil studi menunjukkan bahwa implementasi AR memiliki potensi yang signifikan dalam proses pembelajaran. AR memiliki manfaat yang jelas baik bagi siswa maupun guru. Beberapa hasil studi di atas menunjukkan berbagai keuntungan AR dalam proses pembelajaran. Hasil studi membuktikan bahwa AR berkontribusi dalam pencapaian tujuan pembelajaran yang diinginkan. Lebih lanjut, melalui AR siswa menjadi lebih terlibat selama proses pembelajaran.

Sebagian besar hasil studi juga menunjukkan bahwa implementasi AR memperoleh umpan balik positif dari peserta didik. Kesimpulannya, integrasi AR dalam pembelajaran memiliki potensi yang besar untuk mencapai tujuan pembelajaran yang sudah dirumuskan. Dengan bantuan teknologi AR, pembelajaran akan lebih interaktif, lebih kontekstual karena AR mampu memvisualisasikan konsep, terutama yang tidak bisa dilihat oleh indera. Selain itu, siswa dapat berinteraksi dengan konten virtual melalui AR.

### **Urgensi Integrasi *Augmented Reality* pada Pembelajaran**

Dalam struktur Kurikulum 2013, TIK menjadi sarana pembelajaran pada semua mata pelajaran. Artinya, TIK tidak lagi sebagai mata pelajaran, namun keterampilan menggunakan peralatan teknologi informasi dan komunikasi mutlak digunakan untuk kelancaran proses pembelajaran. Menurut Niess [47], TIK banyak mempengaruhi bagaimana cara manusia hidup, bertindak, dan belajar mengajar. AECT [48] mengemukakan bahwa makna teknologi adalah alat, metode atau proses dan sumber yang digunakan sesuai dengan situasi pembelajaran. Hal ini memiliki makna bahwa integrasi teknologi mampu memfasilitasi berlangsungnya proses belajar yang efektif dan efisien, serta mendorong kinerja guru dalam proses pembelajaran. Menurut Guerrero [49], TIK memainkan berperan penting dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Yalçin & Çelikler [50], kita sudah memasuki era digital dimana pengetahuan mengalami perkembangan yang sangat cepat sebagai salah satu dampak kemajuan TIK.

Teknologi harus diintegrasikan ke dalam implementasi kurikulum agar dapat meningkatkan proses belajar internal siswa,

---

kualitas proses pembelajaran, dan mengurangi peran guru sebagai satu-satunya sumber belajar. UU Nomor 14 Tahun 2005 mengamanatkan bahwa guru harus memiliki kompetensi terkait teknologi yang relevan dengan mata pelajaran yang diampu di sekolah secara profesional dan prosedural. Dengan demikian, integrasi teknologi dalam kurikulum mikro harus dilakukan guru agar proses pembelajaran efektif sehingga pembelajaran menjadi optimal. Menurut Roblyer, Edwards, dan Havriluk [51], TIK sudah digunakan di berbagai situasi termasuk dalam sistem pendidikan dan dapat membantu efektivitas pembelajaran. Oleh karena itu, teknologi wajib diintegrasikan ke dalam pembelajaran atau sebuah kurikulum sekolah.

Namun, tidak dapat dipungkiri bahwa banyak permasalahan yang muncul terutama di sekolah-sekolah untuk memenuhi tuntutan kurikulum yang menekankan penggunaan perangkat TIK dalam pembelajaran. Permasalahan yang muncul berkaitan dengan kesiapan guru dan ketersediaan sarana prasarana penunjang pembelajaran seperti jumlah komputer, jaringan internet, listrik dan lain-lain.

Salah satu teknologi yang berkembang saat ini adalah *smartphone*. *Smartphone* merupakan salah satu tren komunikasi yang paling banyak ditemui, dinamis dan canggih dengan beragam fitur yang terus berkembang. *Smartphone* merupakan ponsel yang menjalankan sistem operasi yang lengkap dengan fungsi yang sama dengan komputer (Alfawareh & Jusoh, [52]; Alosaimi, Alyahya, Alshahwan, Al Mahyijari, & Shaik, [53]; Anshari et al., [54]; Morphitou, [55]).

Farley et al. (2015) mengidentifikasi bahwa hanya sebagian kecil siswa yang tidak memiliki atau memiliki akses ke *smartphone* (<5%) dan kebanyakan siswa memiliki lebih dari satu *smartphone*. Saxena et al.[56] dalam kajiannya menyebutkan bahwa sekitar 93,23% siswa di India memiliki *smartphone*. Rung, Warnke & Matteos [57] menyatakan bahwa 91,5% responden di Australia memiliki *smartphone* dan 89,2% mengakses data melalui internet. Kajian Anshari et al., [54] menunjukkan bahwa generasi muda memiliki ketergantungan terhadap *smartphone* dalam hal penggunaan internet dan mereka menyatakan bahwa mereka tidak dapat hidup tanpa *smartphone*. Machmud [58] menyatakan bahwa hampir semua siswa

di Indonesia memiliki *smartphone*. Kajiannya menunjukkan bahwa hanya sekitar 6.8% siswa yang tidak memiliki *smartphone*.

Menurut Buck et al.[59] teknologi *Smartphone* memainkan peran sangat penting bagi pembelajar abad 21. Teknologi *Smartphone* merupakan bagian integral dalam kehidupan abad 21 [60]. *Smartphone* memiliki peran vital karena banyaknya keuntungan yang dapat dimanfaatkan (Alosaimi et al., [53]; [52]; Anshari et al., [54]).

Pemanfaatan *smartphone* juga berpotensi untuk dikembangkan dalam bidang pendidikan [61]. Aplikasi pendidikan yang terdapat dalam *smartphone* juga menciptakan peluang potensial untuk pembelajaran, mengembangkan siswa yang lebih terlibat dalam pembelajaran, dan dapat memberikan solusi mudah terhadap masalah-masalah yang ditemukan [55]. Melalui *smartphone*, siswa dapat melakukan koneksi internet yang memungkinkan pemanfaatannya dalam beragam tujuan (Anshari et al., [54]; Esmaeili, Eydgahi, & Amanov, [62]). Beberapa penelitian juga mendukung bahwa *smartphone* dapat memberdayakan siswa untuk dapat mengakses informasi dalam 24 jam selama mereka terhubung dengan internet [63].

Perkembangan teknologi tersebut diatas menuntut adanya transformasi dan modernisasi dalam bidang pengajaran dan pembelajaran agar dapat merancang dan memberikan lingkungan belajar yang realistis, otentik, menarik, dan sangat menyenangkan [64]. Proses pembelajaran harus sejalan dengan perkembangan teknologi agar memfasilitasi pembelajaran yang efektif dan efisien dalam pencapaian tujuan pembelajaran.

Salah satu media pembelajaran yang dapat memanfaatkan *smartphone* adalah *augmented reality*. Menurut Quintero et al.[65], perangkat yang paling banyak digunakan untuk aplikasi AR adalah perangkat seluler atau *handheld devices*. Kemajuan perkembangan perangkat seluler juga telah menyebabkan peningkatan minat dalam pengintegrasian perangkat seluler dan aplikasi AR. Pengintegrasian AR di perangkat seluler saat ini berkembang pesat. *Augmented Reality* (AR) merupakan salah satu teknologi baru yang memiliki potensi dan berdampak pada pembelajaran.

*Augmented Reality* memiliki potensi untuk melibatkan dan memotivasi peserta didik untuk mengeksplorasi materi dari berbagai

perspektif yang berbeda, dan telah terbukti sangat berguna untuk mengajarkan materi pelajaran yang tidak mungkin dialami siswa secara langsung di dunia nyata [66]. Teknologi AR membantu pelajar terlibat dalam eksplorasi otentik di dunia nyata, dan penggunaan objek virtual seperti teks, video, dan gambar merupakan elemen tambahan bagi peserta didik untuk melakukan penyelidikan lingkungan dunia nyata melalui AR [67]. Klopfer dan Squire [68] menjelaskan bahwa penggunaan AR memungkinkan peserta didik untuk mengalami fenomena ilmiah yang tidak mungkin dilakukan di dunia nyata (misalnya mengamati langsung proses reaksi kimia). Liu dkk. [69] memperkenalkan sistem AR yang dirancang agar siswa dapat melihat tata surya secara virtual di meja kelas atau memvisualisasikan proses fotosintesis.

Terkait transformasi dan modernisasi dalam pembelajaran, Resnick [70] menyatakan bahwa minimal ada tiga hal penting yang harus dipikirkan untuk modernisasi pendidikan, yaitu: *How people learn*, *what people learn*, dan *where and when people learn*. Mengacu pendapat Resnick [70], *How people learn*, terkait dengan bagaimana siswa belajar. Kurikulum 2013 menekankan bahwa pembelajaran harus berpusat pada siswa. Guru bukanlah satu-satunya sumber belajar. Disini teknologi *augmented reality* mengambil peran penting bagaimana siswa dapat belajar mandiri melalui media AR. *What people learn*, hal ini terkait dengan apa yang siswa pelajari. Disini, AR mengambil peran penting untuk dapat membawa lingkungan ke dalam kelas melalui obyek virtual. AR menampilkan konsep-konsep abstrak tersebut melalui modeling 3D ataupun dalam bentuk video maupun animasi. Siswa dapat berinteraksi dengan obyek yang dipelajari akan merasa lebih dekat dengan materi. *Where and when people learn*, terkait dengan ruang dan waktu siswa dapat belajar. Hal ini mengarah pada proses pembelajaran yang bisa dilakukan tidak hanya di kelas. Melalui AR, siswa diharapkan mampu belajar secara mandiri di rumah ataupun dimana saja. Belajar tidak lagi terbatas oleh ruang dan waktu sehingga siswa dapat belajar dimana saja.

AR juga dapat mengatasi permasalahan-permasalahan seperti minimnya peralatan TIK di sekolah. AR juga dapat mengatasi permasalahan jaringan internet. Hal ini disebabkan AR dapat dikembangkan secara *offline*. Siswa dapat menjalankan aplikasi AR

tanpa adanya koneksi internet. Lebih lanjut, AR juga bisa menanggulangi resiko kehilangan data. Hal ini dikarenakan semua informasi dan media dapat ditampilkan dalam bentuk cetak.

Selain permasalahan-permasalahan teknis di atas, AR juga mampu menjawab permasalahan-permasalahan akademis terkait pencapaian tujuan pembelajaran. AR dapat menyajikan konten melalui representasi objek 3D yang berpotensi mampu menyentuh peserta didik dari beragam modalitas belajar dan menyebabkan pembelajaran yang lebih bermakna. Hal ini juga sudah dijabarkan pada Tabel 1 pada sub bab sebelumnya.

Paparan di atas memberikan suatu penegasan bahwa AR sangat dibutuhkan dalam proses pembelajaran. Integrasi AR dalam pembelajaran dapat membuat siswa lebih termotivasi dalam belajar, meningkatkan keterampilan berpikir kritis, lebih mudah dan cepat memahami materi, dan meningkatkan retensi siswa pada konsep biologi melalui visualisasi 3D, video, dan animasi yang tersedia dalam buku. Melalui AR, siswa dapat merasa dekat dengan materi pelajaran karena siswa dapat berinteraksi melalui obyek 3D. Hal ini terjadi karena AR mampu memvisualisasikan sesuatu yang tidak bisa dijangkau. Menurut Mustaqim [71], penggunaan AR sangat berguna sebagai media pembelajaran interaktif dan nyata secara langsung dan meningkatkan minat peserta didik. Wiratmojo & Sasonohardjo [72] menyatakan bahwa penggunaan media belajar dapat membangun motivasi dan semangat dalam belajar, minat dan keinginan belajar, dan membawa pengaruh secara psikologis. Lebih lanjut disebutkan bahwa proses pembelajaran dan penyampaian pesan akan menjadi lebih efektif.

## Referensi

- [1] Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent Advances in Augmented Reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34–47.
- [2] Billinghurst, M., Kato, H., & Poupyrev, I. (2001). The MagicBook: A Transitional AR Interface. *Computers & Graphics*, 25(5), 745–753.
- [3] Milgram P, Takemura H, Utsumi A, Kishino F (1994) Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. *SPIE*

- proceedings: telemanipulator and telepresence technologies*, Boston, MA
- [4] Cuendet, S., Bonnard, Q., Do-Lenh, S., & Dillenbourg, P. (2013). Designing augmented reality for the classroom. *Computers & Education*, 68, 557–569. doi:10.1016/j.compedu.2013.02.015
- [5] Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014) Augmented Reality in education – cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15, <https://doi.org/10.1080/09523987.2014.889400>
- [6] Azuma, R., T (1997) A Survey of Augmented Reality,” *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. 6(4), 355-385
- [7] Johnson, L., Levine, A., Smith, R., & Stone, S. (2010). Simple augmented reality. *The 2010 Horizon Report*, 21-24. Austin, TX: The New Media Consortium.
- [8] Carlson, K. J., & Gagnon, D. J. (2016). Augmented Reality Integrated Simulation Education in Health Care. *Clinical Simulation in Nursing*, 12(4), 123–127. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2015.12.005>
- [9] Cheng, K.-H., & Tsai, C.-C. (2013). Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449–462. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>
- [10] Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, 570–585. doi:10.1016/j.compedu.2013.02.014
- [11] Cabero, J., & Barroso, J (2016) The educational possibilities of Augmented Reality. *New Approaches In Educational Research*, 5(1), 44-50, <https://doi.org/10.7821/naer.2016.1.140>
- [12] Rakacita, G. (2011). *Pengembangan Teknologi Augmented Reality Sebagai Penunjang Industri Musik Indonesia*. Repository Universitas Gunadarma
- [13] Glockner, H., Jannek, K., Mahn, J., & Theis, B. (2014). *Augmented reality in logistics: Changing the way we see logistics - a DHL perspective*. (online) [https://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about\\_us/logistics\\_insights/csi\\_augmented\\_reality\\_report\\_290414.pdf](https://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/csi_augmented_reality_report_290414.pdf)
-

- 
- [14] Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Current Status, Opportunities and Challenges of Augmented Reality In Education. *Computers & Education*, 62, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- [15] Pantelić, A., & Vukovac D.P. (2017). *The development of educational augmented reality application: a practical approach*. In international conference of education, research and innovation.
- [16] Chiang, T.-H.-C., Yang, S.-J.-H., & Hwang, G.-J. (2014). An Augmented Reality-based Mobile Learning System to Improve Students' Learning Achievements and Motivations in Natural Science Inquiry Activities. *Educational Technology & Society*, 17 (4), 352–365.
- [17] Ferrer-Torregrosa, J., Torralba, J., Jimenez, M. A., García, S., & Barcia, J. M. (2015). ARBOOK: Development and Assessment of a Tool Based on Augmented Reality for Anatomy. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 119–124. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9526-4>
- [18] Liu, T.-Y., & Chu, Y.-L. (2010). Using ubiquitous games in an English listening and speaking course: Impact on learning outcomes and motivation. *Computers & Education*, 55(2), 630–643. doi:10.1016/j.compedu.2010.02.023
- [19] Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an Augmented Reality System on Students' Motivation for a Visual Art Course. *Computers & Education*, 68, 586–596. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.002>
- [20] Jara, C. a., Candelas, F. a., Puente, S. T., & Torres, F. (2011). Hands-on experiences of undergraduate students in Automatics and Robotics using a virtual and remote laboratory. *Computers & Education*, 57(4), 2451–2461. doi:10.1016/j.compedu.2011.07.003
- [21] Bujak, K. R., Radu, I., Catrambone, R., MacIntyre, B., Zheng, R., & Golubski, G. (2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers & Education*, 68, 536–544. doi:10.1016/j.compedu.2013.02.017
- [22] Chang, K.-E., Chang, C.-T., Hou, H.-T., Sung, Y.-T., Chao, H.-L., & Lee, C.-M. (2014). Development and behavioral pattern analysis

- of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum. *Computers & Education*, 71, 185–197. doi:10.1016/j.compedu.2013.09.022
- [23] Zhang, J., Sung, Y.-T., Hou, H.-T., & Chang, K.-E. (2014). The Development and Evaluation of an Augmented Reality-based Armillary Sphere for Astronomical Observation Instruction. *Computers & Education*, 73, 178–188. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.01.003>
- [24] Bursztyn, N., Shelton, B., Walker, A., & Pederson, J. (2017). Increasing undergraduate interest to learn geoscience with GPS-based augmented reality field trips on students' own smartphones. *GSA Today*, 27(6), 4–10. <https://doi.org/10.1130/GSATG304A.1>
- [25] Habig, S. (2019). Who can benefit from augmented reality in chemistry? Sex differences in solving stereochemistry problems using augmented reality. *British Journal of Educational Technology*, bjet.12891. <https://doi.org/10.1111/bjet.12891>
- [26] Sin, A. K., & Zaman, H. B. (2010). Live Solar System (LSS): Evaluation of an Augmented Reality book-based educational tool. *2010 International Symposium on Information Technology*. doi:10.1109/itsim.2010.5561320
- [27] Chang, S. C., & Hwang, G. J. (2018) Impacts of an Augmented Reality-Based Flipped Learning Guiding Approach on Students' Scientific Project Performance and Perceptions. *Computers & Education*, 125, 226-239. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.007>
- [28] Lin, P.-H., & Chen, S.-Y. (2020). Design and Evaluation of a Deep Learning Recommendation Based Augmented Reality System for Teaching Programming and Computational Thinking. *IEEE Access*, 8, 45689–45699. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2977679>
- [29] Faridi, H., Tuli, N., Mantri, A., Singh, G., & Gargrish, S. (2020). A framework utilizing augmented reality to improve critical thinking ability and learning gain of the students in Physics. *Computer Applications in Engineering Education*. <https://doi.org/10.1002/cae.22342>

- 
- [30] Valimont, B. (2002). *The Effectiveness of an Augmented Reality Learning Paradigm* [Thesis: Unpublish]. Department of Human Factors & Systems Embry-Riddle Aeronautical University.
- [31] Vincenzi, D. A., Valimont, B., Macchiarella, N., Opalenik, C., Gangadharan, S. N., & Majoros, A. E. (2003). The Effectiveness of Cognitive Elaboration Using Augmented Reality as a Training and Learning Paradigm. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 47, pp. 2054–2058). SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA.
- [32] Macchiarella, N. D., Liu, D., Gangadharan, S. N., Vincenzi, D. A., & Majoros, A. E. (2005). Augmented reality as a training medium for aviation/aerospace application. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 49, 2174–2178.
- [33] Fidan, M., & Tuncel, M. (2019). Integrating augmented reality into problem based learning: The effects on learning achievement and attitude in physics education. *Computers & Education*, 142, 103635. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103635>
- [34] Ucelli, G., Conti, G., De Amicis, R., & Servidio, R. (2005). Learning using augmented reality technology: Multiple means of interaction for teaching children the theory of colours. In M. Maybury, O. Stock, & W. Wahlster (Eds.), *Intelligent Technologies for Interactive Entertainment* (pp. 193–202). [https://doi.org/10.1007/11590323\\_20](https://doi.org/10.1007/11590323_20)
- [35] Bressler, D. M., & Bodzin, A. M. (2013). A Mixed Methods Assessment of Students' Flow Experiences during a Mobile Augmented Reality Science Game: Flow Experience with Mobile AR. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(6), 505–517. <https://doi.org/10.1111/jcal.12008>
- [36] Chen, Y.-C., Chi, H.-L., Hung, W.-H., & Kang, S.-C. (2011). Use of Tangible and Augmented Reality Models in Engineering Graphics Courses. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 137(4), 267–276. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000078](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000078)
- [37] Küçük, S., Kapakin, S., & Göktaş, Y. (2016). Learning anatomy via mobile augmented reality: Effects on achievement and cognitive load: Learning Anatomy. *Anatomical Sciences Education*, 9(5), 411–421. <https://doi.org/10.1002/ase.1603>

- 
- [38] Cheng, K.-H. (2017). Exploring Parents' Conceptions of Augmented Reality Learning and Approaches to Learning by Augmented Reality With Their Children. *Journal of Educational Computing Research*, 0735633116686082.
- [39] Atici-Ulusu, H., Ikiz, Y. D., Taskapilioglu, O., & Gunduz, T. (2019, April 19). *Gender-related effects of the augmented reality glasses on cognitive load*. 9 th International Conference on Research in Engineering, Science and Technology, France.
- [40] Lai, A.-F., Chen, C.-H., & Lee, G.-Y. (2018). An augmented reality-based learning approach to enhancing students' science reading performances from the perspective of the cognitive load theory: Augmented reality-based science learning. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 232–247. <https://doi.org/10.1111/bjet.12716>
- [41] Redondo, E., Fonseca, D., Sánchez, A., & Navarro, I. (2013). New Strategies Using Handheld Augmented Reality and Mobile Learning-teaching Methodologies, in Architecture and Building Engineering Degrees. *Procedia Computer Science*, 25, 52–61. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.007>
- [42] Brandt, H., Georgsen, M., Nielsen, B. L., & Swensen, H. (2011). *Augmented Reality for Science Education*. Retrieved from [https://www.ucviden.dk/ws/files/32050386/Augmented\\_Reality\\_for\\_Science\\_Education.pdf](https://www.ucviden.dk/ws/files/32050386/Augmented_Reality_for_Science_Education.pdf)
- [43] Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., & Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating Augmented Reality and Probeware with Environmental Education Field Trips. *Computers & Education*, 68, 545–556. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.018>
- [44] Cai, S., Wang, X., & Chiang, F.-K. (2014). A Case Study of Augmented Reality Simulation System Application in a Chemistry Course. *Computers in Human Behavior*, 37, 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.04.018>
- [45] Jamali, S. S., Shiratuddin, M. F., Wong, K. W., & Oskam, C. L. (2015). Utilising Mobile-Augmented Reality for Learning Human Anatomy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 197, 659–668.

- 
- [46] Saltan, F. & Arslan, Ö. (2017). The Use of Augmented Reality in Formal Education: A Scoping Review. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(1). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00628a>
- [47] Niess, M. L. 2005. Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509-523. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006>.
- [48] AECT, 2004. Defenisi Teknologi Pendidikan satuan Tugas Defenisi dan Terminologi AECT : Seri Pustaka teknologi pendidikan. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada
- [49] Guerrero, S. (2010). Technological pedagogical content knowledge in the mathematics classroom. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 26(4), 132-139
- [50] Yalçın, M., & Çelikler, D. (2011). The effect of computer-assisted applications in the teaching and learning of "Matter and Heat" subject. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 42(273-290).
- [51] Roblyer, M.D, Jack, E. & Anne, H.M. (1997). Integrating educational technology into teaching. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- [52] Alfawareh, H. M., & Jusoh, S. (2014). Smartphones usage among university students: Najran University case. *International Journal of Academic Research*, 6(2), 321–326. <https://doi.org/10.7813/2075-4124.2014/6-2/B.48>
- [53] Alosaimi, F., Alyahya, H., Alshahwan, H., Al Mahyijari, N., & Shaik, S. (2016). Smartphone addiction among university students in Riyadh, Saudi Arabia. *Saudi Medical Journal*, 37(6), 675–683. <https://doi.org/10.15537/smj.2016.6.14430>
- [54] Anshari, M., Alas, Y., Hardaker, G., Jaidin, J. H., Smith, M., & Ahad, A. D. (2016). Smartphone habit and behavior in Brunei: Personalization, gender, and generation gap. *Computers in Human Behavior*, 64, 719–727. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.07.063>
- [55] Morphitou, R. N. (2014). The use of smartphones among students in relation to their education and social life. In *Interactive Mobile*

- 
- Communication Technologies and Learning (IMCL), 2014 International Conference on* (pp. 315–319). IEEE.
- [56] Saxena, P., Gupta, S. K., Mehrotra, D., Kamthan, S., Sabir, H., Katiyar, P., & Sai Prasad, S. V. (2017). Assessment of digital literacy and use of smart phones among Central Indian dental students. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2017.10.001>
- [57] Rung A, Warnke F, Matteos N. Investigating the use of Smart phones for learning purposes by Australian Dental Students. *JMIR mHealth*. 2014;**2**(2):1–8.
- [58] Machmud, K. (2018) The Smartphone Use in Indonesian Schools: The High School Students' Perspectives. *Journal of Arts & Humanities*, 07(03), 33-40. <https://doi.org/10.18533/journal.v7i3.1354>
- [59] Buck, J. L., McInnis, E., & Randolph, C. (2013). The new frontier of education: The impact of smartphone technology in the classroom. In *2013 ASEE Southeast Section Conference*.
- [60] Fullwood, C., Quinn, S., Kaye, L. K., & Redding, C. (2017). My Virtual friend: A qualitative analysis of the attitudes and experiences of Smartphone users: Implications for Smartphone attachment. *Computers in Human Behavior*.
- [61] Feng, Y., Worrachananun, M., & Lai, I. K.-W. (2015). Students' Preferences and Intention on Using Smartphone Education Applications (pp. 109–112). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISET.2015.30>
- [62] Esmaeili, M., Eydgahi, A., & Amanov, I. (2015). Perceptions of students toward utilizing smartphone in the classroom. In *122nd ASEE Annual Conference & Exposition*. Seattle: American Society for Engineering Education.
- [63] Vavoula G; Pachler, N; Kikulska-Hulme A, (2009), *Researching Mobile Learning Frameworks, Tool And Research Designs*, New York, Peter Lang
- [64] Kirkley, S. E., & Kirkley, J. R. (2004) *Creating Next Generation Blended Learning Environments Using Mixed Reality, Video Games and Simulations*. *Techtrends*, 9(3), 42-89.
- [65] Quintero, J., Baldiris, S., Rubira, R., Cerón, J., & Velez, G. (2019). *Augmented Reality in Educational Inclusion. A Systematic*

- Review on the Last Decade. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01835>
- [66] Shelton, B. & Hedley, N. (2002) *Using augmented reality for teaching earth-sun relationships to undergraduate geography students*. In The First IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop. Darmstadt Germany.
- [67] Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323(5910), 66–69. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1167311>.
- [68] Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental detectives: the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203–228. <http://dx.doi.org/10.1007/s11423-007-9037-6>.
- [69] Liu, W., Cheok, A. D., Mei-Ling, C. L., & Theng, Y.-L. (2007). *Mixed reality classroom: Learning from entertainment*. Paper presented at the proceedings of the 2nd international conference on digital interactive media in entertainment and arts, Perth, Australia.
- [70] Resnick, M. (2002) Rethinking Learning in the Digital Age. Dalam Porter, M. E., Sachs, J. D., dan McArthur, J. W. The Global Information Technology Report 2001- 2002: Readiness for the Networked World.
- [71] Mustaqim, I. (2016). Pemanfaatan Augmented Reality sebagai media pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 13(2), 174–183.
- [72] Wiratmojo, P. & Sasonohardjo (2002). *Media Pembelajaran Bahan Ajar*. Diklat Kewidyaiswaraan Berjenjang Tingkat Pertama, Lembaga Administrasi Negara