

PELATIHAN PEMBELAJARAN BERBASIS DIGITAL BAGI GURU-GURU BIOLOGI UNTUK Mendukung Keberhasilan Siswa Di Era Revolusi Industri 4.0

Siti Sriyati¹, Ari Widodo², Widi Purwianingsih³, Riandi⁴, Diana Rochintaniawati⁵

^{1,2,3,4,5} Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI

sriyati@upi.edu

ABSTRAK

Pengabdian pada masyarakat ini bertujuan untuk mengenalkan, memahami dan melatih guru-guru biologi pada pembelajaran berbasis digital khususnya *augmented reality* (AR) untuk mendukung keberhasilan siswa di era revolusi industri 4.0. Kegiatan ini diadakan pada bulan Juli sampai September 2019 di Gedung Pascasarjana UPI dan salah satu SMA di Parongpong sebagai tempat implementasi pembelajaran berbasis AR. Peserta kegiatan ini terdiri dari 25 orang guru MGMP Biologi Kabupaten Bandung Barat. Kegiatan dilakukan melalui tiga kali pertemuan yang meliputi: pemaparan AR, workshop membuat RRP berbasis AR dan implementasi pembelajaran berbasis AR di dalam kelas. Angket guru dan siswa diberikan untuk mengumpulkan data tentang tanggapan guru dan siswa terhadap kekuatan dan kelemahan pembelajaran berbasis AR. Berdasarkan hasil analisis angket guru diketahui bahwa penggunaan AR membuat siswa lebih aktif belajar, materi menjadi lebih konkrit walaupun ada kelemahan diantaranya tidak semua siswa mempunyai *smartphone* yang mendukung pembelajaran AR dan jaringan internet yang kurang baik. Dari angket siswa dapat diketahui bahwa pembelajaran berbasis AR menyenangkan, materi lebih mudah dipahami dan lebih nyata.

Kata Kunci: pelatihan, pembelajaran berbasis digital, *Augmented Reality*.

ABSTRACT

This community service aims to build biology teachers' understanding and competence of digital teaching and learning, especially the use of augmented reality (AR), as a tool to support students' readiness for the industrial revolution 4.0. It was held from July to September 2019 at UPI campus and at one of the high schools in Parongpong. Participants were 25 MGMP Biology teachers in West Bandung Regency. The activity was carried out through three meetings which included the theoretical application of AR for education, workshop on developing AR-based lesson plan and implementing AR-based learning in the classroom. Teacher and student questionnaires were administered to collect data about teacher and students' responses to the usefulness of AR-based learning. The results show that the use of AR promotes students' engagement in learning and interest in learning. Students also acknowledged that AR helped them understand the lesson. Issues on the use of AR are mainly related to technical hindrance such as the availability of smartphones with the required specification and poor internet connection.

Keyword: Training, digital-based learning, *Augmented Reality*

PENDAHULUAN

Konsep revolusi industri 4.0 yang pertama kali dicanangkan oleh Prof. Klaus Schwab dalam bukunya *The Fourth Industrial Revolution* yang mengatakan bahwa konsep tersebut telah merubah hidup dan cara kerja manusia. Perubahan yang terjadi mulai dari teknologi dan informasi, ekonomi, sosial budaya dan pendidikan menuntut generasi

muda Indonesia untuk dapat beradaptasi terhadap perubahan yang begitu cepat (Rohman, A & Yenni, EN, 2018).

Revolusi industri 4.0 mendefinisikan metodologi untuk menghasilkan transformasi dari mesin manufaktur dominan ke digital manufaktur. Untuk mencapai transformasi yang sukses, standar revolusi industri 4.0 harus dipahami dengan baik

dan *road map* yang jelas harus dihasilkan dan diimplementasikan. Sudah beberapa pendekatan dan diskusi terjadi untuk menghasilkan *road map* yang beberapa di antaranya sudah ditinjau. Mengevaluasi komponen Revolusi Industri 4.0 masing-masing fitur penting untuk mendefinisikan pilar dasar lingkungan manufaktur masa depan. Namun, jelas literatur menunjukkan kurangnya evaluasi masing-masing dan metodologi penilaian (Oztemel & Gursev, 2018).

Revolusi industri 4.0 ditandai dengan dengan berkembangnya teknologi. Dan teknologi selalu berubah dan selalu tumbuh. Salah satu teknologi baru yang berkembang adalah *Augmented Reality* (AR), yang mana dapat diaplikasikan melalui berbagai teknologi yang ada seperti : komputer, tablet dan *smartphone* (Antonioli, M., Blake, C., and Sparks, K., 2014).

Teknologi AR dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran multimedia termasuk media pembelajaran sistem pencernaan manusia. Selama ini proses pembelajaran sistem pencernaan manusia masih melalui media-media konvensional seperti papan tulis dan gambar-gambar yang terdapat dalam buku biologi. Sementara materi sistem pencernaan manusia sangat sulit untuk dilihat langsung karena semuanya terjadi di dalam tubuh (Mauludin, dkk., 2017).

Kelebihan dari AR adalah tampilan visual yang menarik, karena dapat menampilkan objek 3D beserta animasinya yang seakan akan ada pada lingkungan nyata, disandingkan dengan informasi tentang objek 3D yang berupa suara (Mauludin, dkk, 2017). Berbagai konsep abstrak seperti misalnya proses pencernaan yang tidak dapat terlihat dengan mata dapat divisualisasikan prosesnya melalui animasi 3D. Contoh lain torso yang digunakan pada pembelajaran

tradisional tidak dapat mengeksplor proses pencernaan makanan secara interaktif, akan tetapi dengan bantuan teknologi AR dapat divisualisasikan proses pemecahan nutrisi dan proses penyerapannya (Antonioli, M., Blake, C., and Sparks, K., 2014).

Program pendidikan AR berpusat pada siswa dan terkait dengan minat siswa. Ini memungkinkan siswa untuk menjelajahi dunia secara interaktif. Konstruktivisme juga mendorong siswa untuk bekerja secara kolaboratif, dan AR menyediakan siswa kesempatan untuk melakukan ini dalam pengaturan sekolah tradisional serta jarak pendidikan (Antonioli, M., Blake, C., and Sparks, K., 2014).

Augmented Reality siap untuk mengubah Pendidikan secara mendalam seperti yang kita ketahui. Kapasitas media untuk mengadirkan fakta-fakta ke dunia nyata dapat dilihat melalui perangkat seperti *web-enabled*, telepon dan perangkat tablet yang informasinya dapat tersedia untuk siswa pada saat itu juga. Ini mempunyai potensi untuk mengurangi kognitif yang berlebihan serta memungkinkan pembelajarandilakukan melalui berbagai cara lain (Bower, Howe, Mc Credie, Robinson, & Grover, 2014). Hasil penelitian berkaitan dengan penerapan AR pada pembelajaran di sekolah, menunjukkan antusiasme para siswa, hal ini dapat menandakan bahwa aplikasi ini menarik dan dapat diterima oleh siswa (Mauludin, dkk., 2017).

Aplikasi AR versi Andriod bisa dipasang di *smartphone* siswa, sehingga *smartphone* yang hampir dimiliki oleh seluruh siswa dapat diberdayakan sebagai media pembelajaran. Dengan demikian penggunaan teknologi AR bisa meningkatkan hasil belajar siswa karena siswa akan lebih mudah mempelajari konsep-konsep abstrak pada Biologi.

Dalam pendidikan, guru memegang

peranan penting dalam melangsungkan pembelajaran. Berbagai penelitian mengungkapkan bahwa kualitas mengajar merupakan hal yang sangat penting pada penyelenggaraan pembelajaran di kelas karena berhubungan erat dengan dengan pencapaian hasil belajar siswa (Tisher, 1990; The Finance Project, 2005). Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh beberapa peneliti (Schibeci & Hickey, 2004; The Finance Project, 2005; Howe et al., 2015), 40% – 90% pencapaian hasil belajar siswa disebabkan oleh kemampuan guru dalam melangsungkan pembelajaran di kelas. Pendapat yang sama dikemukakan oleh Sato (2006) yang menyatakan bahwa guru memiliki peran sentral dalam menentukan arah pembelajaran yang dilangsungkan di kelas.

Berkaitan dengan peranan yang demikian besar dari guru dalam menentukan hasil belajar siswa, maka guru dalam melaksanakan pembelajaran dituntut untuk selalu mengikuti perkembangan jaman. Teknologi digital yang menyertai revolusi industri 4.0, mau tidak mau memberi konsekuensi terhadap pembelajaran di dalam kelas. Kondisi ini menuntut guru untuk menguasai literasi digital, termasuk

memahami teknologi AR. *Smartphone* sebagai produk teknologi yang dimiliki oleh hampir seluruh siswa belum diberdayakan secara optimal dalam proses pembelajaran. Teknologi AR yang dapat dipasang pada Android merupakan salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk membantu siswa dalam memahami konsep-konsep abstrak dalam Biologi.

Berdasarkan paparan di atas, dirasakan perlu untuk memberi pelatihan kepada guru-guru Biologi berkaitan pembelajaran berbasis digital khususnya teknologi AR untuk mendukung keberhasilan siswa di era Revolusi Industri 4.0.

METODE

Kegiatan pengabdian pada masyarakat (P2M) ini dilaksanakan dalam bentuk pelatihan yang bertempat di gedung Sekolah Pascasarjana UPI dan tahap implementasi dilaksanakan di salah satu SMA di Parongpong. Peserta P2M terdiri dari 25 orang guru yang tergabung dalam MGMP Biologi Kabupaten Bandung Barat. Kegiatan ini dilaksanakan sebanyak tiga kali pertemuan pada bulan Juli sampai September 2019 dengan rincian kegiatan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Rincian Kegiatan P2M

No.	Waktu	Materi
1.	27 Juli 2019	· Pembelajaran berbasis digital · <i>Augmented reality</i> sebagai salah satu aplikasi digital
2.	16 Agustus 2019	· <i>Workshop</i> membuat RPP berbasis <i>Augmented reality</i> · Presentasi RPP yang telah dibuat secara berkelompok
3.	6 September 2019	· Implementasi pembelajaran berbasis AR di salah satu SMA di Parongpong · Diskusi pasca implementasi

Pada akhir *pertemuan satu*, guru-guru diberi angket tanggapan terhadap penggunaan aplikasi berbasis digital khususnya AR. Pada *pertemuan dua* RPP berbasis AR yang dibuat kelompok menjadi produk akhir kegiatan P2M. Dan

pada akhir *pertemuan tiga*, siswa diberi angket tentang tanggapannya terhadap pembelajaran berbasis AR dan angket guru tentang tanggapannya terhadap kelebihan dan kelemahan pembelajaran berbasis AR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kegiatan terdiri dari 4 bagian yaitu hasil angket guru pada pertemuan 1, RPP hasil workshop pada pertemuan dua dan hasil angket siswa dan guru pada pertemuan 3.

1. Hasil Angket Guru Pada Pertemuan 1

Angket guru terdiri dari 10 pertanyaan, angket ini diberikan setelah guru mendapat penjelasan tentang pembelajaran berbasis digital untuk menyongsong era revolusi industri 4.0 kaitannya dengan keberhasilan belajar siswa dan pemaparan tentang aplikasi AR dan pemanfaatannya dalam pembelajaran.

Pada penjelasan tentang pembelajaran berbasis digital, dijelaskan bahwa: 3 aspek yang penting dalam menentukan strategi implementasi pembelajaran adalah konten, pedagogi dan teknologi. Selama ini konten biologi tidak banyak berubah dari tahun ke tahun, akan tetapi dengan kemajuan teknologi, aspek pedagogi menjadi banyak berubah. Guru pada masa sekarang harus mengikuti perubahan teknologi dalam mengimplementasikan pembelajaran. Materi

biologi pada dasarnya ada yang bersifat konkrit sampai abstrak. Materi abstrak dianggap materi yang sulit, karena siswa harus bisa membayangkan apa yang dijelaskan. Untuk mempermudah siswa memahami konsep abstrak, dapat diupayakan dengan berbagai fasilitas berbasis digital misalnya dengan AR.

Pada pemaparan materi tentang AR, para guru dibekali dengan penjelasan apa dan bagaimana cara menggunakan AR untuk pembelajaran, bagaimana cara membuat pembelajaran dengan memanfaatkan gambar-gambar dan video-video pembelajaran yang sudah tersedia pada *youtube* dan *google* serta aplikasi lain. Guru dituntun untuk mengoperasikan *smartphone* untuk bisa *download* aplikasi-aplikasi lain yang menunjang AR seperti HP reveal, Assemblr dan Expeditions.

Pada akhir pertemuan guru mengisi angket berkaitan tanggapannya terhadap materi yang telah diberikan oleh pemateri. Hasil analisis analisis angket tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Tanggapan Guru Terhadap Materi Berbasis Digital

No.	Pernyataan	Respon Guru (%)	
		Ya	Tidak
1.	Sebelumnya guru pernah mendapat materi <i>Augmented Reality</i>	17,4	82,6
2.	Guru-guru sudah pernah menggunakan aplikasi lain yang ada pada <i>smartphone</i>	71,4	28,6
3.	Siswa di sekolah boleh membawa hp	86,9	13,1
4.	Sekolah memberikan pelatihan tentang IT	63,6	36,1
5.	Pembelajaran menggunakan android dirasakan sulit bagi guru	57,9	42,1
6.	Aplikasi <i>Augmented Reality</i> sulit dioperasikan	34,8	65,2
7.	AR menantang dan memotivasi guru untuk mencobanya dalam pembelajaran di kelas	100	-
8.	Penjelasan dari pemateri memperjelas pemahaman guru tentang AR	100	-
9.	Penjelasan dari pemateri menambah wawasan guru tentang AR	100	-
10.	Waktu yang digunakan untuk menjelaskan AR cukup	36,4	63,6

Berdasarkan hasil analisis angket guru diketahui bahwa 82,6% peserta belum pernah mendapatkan materi *augmented reality*. Hal ini dapat dimaklumi karena teknologi *augmented reality* ini tergolong

baru. Wallace, H.S. (2018) menyatakan bahwa salah satu area teknologi baru yang dapat digunakan dalam bidang pendidikan adalah *augmented reality*. Hal ini sejalan dengan pernyataan Interrante *et al.* (2018)

dan Antonioli *et al*, (2018) yang menyatakan bahwa teknologi *augmented reality* telah memasuki era komoditas baru, termasuk di dunia pendidikan. Berdasarkan pernyataan tersebut guru tidak boleh menutup mata dengan kemajuan teknologi yang terus berkembang dari hari ke hari. Apalagi ditunjang dengan banyaknya sekolah yang memperbolehkan siswanya membawa *smartphone* ke sekolah (86,9%). Selama ini pemanfaatan *smartphone* terutama Android belum dilakukan secara optimal sebagai media pembelajaran. Setelah diberi penjelasan tentang penggunaan *augmented reality* sebanyak 65% guru menyatakan bahwa aplikasi AR tidak sulit dioperasikan. Dan 100% peserta menyatakan bahwa pembelajaran berbasis AR menantang dan memotivasi guru untuk mencobanya dalam pembelajaran di kelas. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Sural, I (2018) yang menyatakan bahwa para guru merasa sangat tertarik ketika pertama kali menggunakan *augmented reality* pada pembelajarannya.

2. Penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Pada Pertemuan 2

Pada pertemuan 2 guru diminta menyusun RPP berbasis AR secara berkelompok. Pada pertemuan 2 jumlah guru yang hadir dibagi ke dalam 5kelompok. Kegiatan kelompok diawali dengan memilih KI (Kompetensi Inti) dan KD (Kompetensi Dasar) dari Kurikulum 2013 revisi. Selanjutnya dibuat indikator dan tujuan pembelajaran dan ditentukan perencanaan penggunaan aplikasi AR sebagai media pembelajarannya. Pada akhir kegiatan hanya 2 kelompok dari 5 kelompok yang selesai membuat RPP yaitu materi Protozoa dan Jaringan Hewan.

Pada materi Protozoa guru merencanakan membuat LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) untuk mengidentifikasi jenis-jenis protozoa dan ciri-ciri protozoa.

Tayangan 1 yang memperlihatkan protozoa melalui aplikasi AR digunakan untuk menentukan ciri-ciri protozoa. Dan pada tayangan AR 2 akan digunakan untuk mengidentifikasi jenis-jenis protozoa dan mengelompokkan berdasarkan ciri-cirinya.

Pada materi jaringan hewan, guru merencanakan untuk membuat LKPD dan menggunakan aplikasi HP Reveal dan Hp Android. Guru merencanakan pada awal pembelajaran diperlihatkan kontraksi jantung melalui video dengan aplikasi AR. Kemudian guru memberikan beberapa pertanyaan berkaitan jantung untuk mengarahkan pada materi jaringan otot pada hewan. Kegiatan inti dipandu dengan LKPD yang meminta siswa untuk menggunakan aplikasi AR yang didukung dengan aplikasi HP Reveal. Siswa diminta untuk mempelajari macam-macam jaringan otot dan fungsinya.

Akhir kegiatan penyusunan RPP, salah satu kelompok mempresentasikan RPP yang telah dibuat untuk mendapat tanggapan dari peserta guru yang lain. Dari hasil kesepakatan akhirnya ditentukan implementasi pembelajaran dilakukan di salah satu SMA di Parongpong dengan materi jaringan hewan

3. Angket Guru Pada Pertemuan 3

Implementasi pembelajaran dengan memanfaatkan aplikasi AR dilaksanakan pada pertemuan 3 di salah satu SMA di Parongpong. Pembelajaran berjalan dengan tata cara kegiatan *lesson study*. Pembelajaran dilaksanakan di kelas XI MIA 5 dengan jumlah siswa 40 orang.

Pelaksanaan pembelajaran sesuai dengan RPP yang dibuat pada pertemuan 2. Siswa bekerja menggunakan aplikasi AR dengan panduan LKPD. Ketika siswa memindai gambar manusia yang ada pada LKPD melalui android, siswa dapat melihat gambar macam-macam jaringan otot manusia tiga dimensi di layar Android. Berdasarkan

gambar macam-macam jaringan otot siswa diminta menjawab pertanyaan-pertanyaan pada LKPD. Gambar kedua yang ada pada LKPD adalah gambar macam-macam jaringan otot dua dimensi, ketika gambat tersebut dipindai, pada layar Android tersaji video penjelasan tentang otot yang dapat

dipelajari siswa.

Pada akhir pembelajaran siswa diminta mengisi angket tentang tanggapan siswa terhadap pembelajaran berbasis AR. Hasil analisis angket siswa tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Tanggapan Siswa Terhadap Pembelajaran Berbasis AR

No.	Pernyataan	Respon (%)	
		Ya	Tidak
1.	Sebelumnya siswa pernah belajar dengan memanfaatkan aplikasi AR	17,5	82,5
2.	Belajar dengan menggunakan AR menyenangkan siswa	97,5	2,5
3.	Belajar dengan memanfaatkan AR membuat siswa lebih memahami materi biologi yang sedang dipelajari	95,0	5,0
4.	Aplikasi AR membuat materi yang dipelajari lebih real/nyata	95,0	5,0
5.	Mengoperasikan aplikasi AR mudah	65,0	35,0
6.	Guru memandu siswa dalam penggunaan aplikasi AR	100	-
7.	Sinyal internet di sekolah bagus	95,0	5,0
8.	<i>Smartphone</i> yang dimiliki siswa mendukung dalam mengases aplikasi AR	84,0	16,0
9.	Kendala dalam mengoperasikan aplikasi AR		
	a. Sinyal internet	60,0	
	b. Kuota android	36,0	
	c. Tidak memiliki <i>smartphone</i>	3,0	
10.	Kelebihan pembelajaran dengan memanfaatkan aplikasi AR:		
	a. Mudah dimengerti	58,9	
	b. Gambar lebih real/nyata	21,5	
	c. Belajar lebih menyenangkan	12,4	
	d. Belajar menjadi lebih seru	7,2	
11.	Kelemahan yang dirasakan ketika pembelajaran menggunakan aplikasi AR:		
	a. Sinyal internet kurang baik	64,1	
	b. Keterbatasan kuota <i>smartphone</i>	17,9	
	c. Waktu pembelajaran terbatas	5,11	
	d. Kurang jelas	12,8	

Tabel 3 menunjukkan bahwa seperti juga guru, sebanyak 82,5% siswa sebelumnya belum pernah melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan aplikasi AR. Hal ini dapat dipahami karena teknologi AR relatif masih baru berkembang sesuai dengan pendapat Wallace, H.S. (2018) dan Interrante *et al.* (2018).

Berdasarkan hasil analisis angket diketahui bahwa siswa merasa senang dengan

pembelajaran berbasis AR (97,5%) dan siswa menjadi lebih memahami materi biologi yang dipelajari (95%), karena penggunaan aplikasi AR membuat materi yang dipelajari lebih real/nyata. Hal ini didukung oleh Sural, I (2018) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis AR bisa membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis, dapat memahami konten dengan lebih mendalam pada penyelidikan ilmiah.

Augmented reality juga membuat konsep yang abstrak menjadi lebih nyata karena menampilkan gambar tiga dimensi yang sebelumnya sulit dipahami. Wallace, H.S (2018) menguatkan bahwa pembelajaran berbasis AR menyenangkan dan menarik khususnya bagi anak-anak muda karena tampilannya lebih interaktif dan menarik.

Dari hasil analisis angket juga diketahui bahwa selain kekuatan dari penggunaan aplikasi AR, ada juga kelemahannya diantaranya kurang mendukungnya sinyal

internet di sekolah dan tidak adanya kuota internet serta *smartphone* yang kurang *support* untuk mengakses aplikasi AR.

4. Hasil Analisis Angket Guru Pada Pertemuan 3

Pada akhir pertemuan 3, guru diminta mengisi angket tentang kekuatan dan kelemahan pembelajaran berbasis AR setelah para guru menyaksikan pembelajaran di dalam kelas. Hasil analisis angket tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Tanggapan Guru Terhadap Kekuatan dan Kelemahan Pembelajaran Berbasis AR

No.	Pernyataan	Respon (%)
1.	Kekuatan pembelajaran berbasis AR	
a.	Siswa lebih memahami struktur jaringan otot	16,7
b.	Pembelajaran lebih terarah	8,3
c.	Siswa lebih aktif dalam mengikuti KBM	16,7
d.	Materi abstrak bisa dikonkritkan	16,7
e.	Memudahkan guru dalam menyampaikan materi	8,3
f.	Siswa mudah memahami materi karena ada gambar-gambar dan video	8,3
g.	Pembelajaran lebih menarik dan siswa antusias	16,7
h.	Mengikuti trend perkembangan teknologi	8,3
2.	Kelemahan Pembelajaran berbasis AR:	
a.	HP yang dimiliki siswa tidak mendukung untuk mengakses AR	36,3
b.	Hanya sedikit materi yang bisa disampaikan	18,2
c.	Jaringan internet kurang baik	18,2
d.	Kuota internet siswa terbatas	27,3

Tabel 4. menunjukkan hasil tanggapan guru terhadap kekuatan dan kelemahan pembelajaran berbasis AR setelah para guru menyaksikan pembelajaran di kelas. Jawaban guru cukup beragam untuk menanggapi kekuatan dan kelemahan pembelajaran AR, akan tetapi hal-hal yang dikemukakan oleh para guru sejalan dengan beberapa peneliti yaitu Wallace, H.S (2018), Antonioli (2014) dan Sural, I (2018) yang menyatakan kekuatan dari pembelajaran berbasis AR adalah siswa menjadi lebih aktif dan interaktif dalam belajar, materi yang abstrak bisa dikonkritkan dengan adanya gambar dan video 3 D, dan pembelajaran memanfaatkan trend kemajuan teknologi yang terus berkembang. Sedangkan kelemahannya, sesuai yang diungkapkan

oleh Wallace, H.S (2018) yaitu tidak semua siswa memiliki perangkat yang dibutuhkan, dalam hal ini di sekolah tidak semua siswa memiliki *smartphone* Android yang mendukung pembelajaran berbasis AR dan ketersediaan jaringan internet yang belum baik di kebanyakan sekolah di Indonesia.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis angket yang telah diberikan pada guru dan siswa tentang tanggapan terhadap pembelajaran berbasis AR, maka disimpulkan hal-hal berikut: penggunaan aplikasi AR di sekolah merupakan teknologiyang relatif baru yang menantang dan memotivasi guru dan siswa untuk menerapkannya di dalam kelas.

Pembelajaran berbasis AR menyenangkan bagi siswa dan membuat siswa lebih aktif belajar, materi yang abstrak bisa dikonkritkan, sehingga materi lebih mudah dipahami. Adapun kelemahannya adalah tidak semua siswa memiliki *smartphone* Android dan jaringan internet di sekolah kurang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Antonioli, M., Blake, C., & Sparks, K., (2014). Augmented Reality Application in Education. *Journal of Technology Studies*, 40(2), 96-107. <http://doi.org/10.1109/IWADS.2000.880913>
- 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. <http://doi.org/10.1080/09523987.2014.889400>
- Fisher, C. (1990). Teaching Behaviour, Academic Learning Time and Student Achievement: an Overview. Washington D.C: Denham and A Lieberman.
- Howe Christine, Ilie Sonia, Guardia Paula, Hofmann Riikka, Mercer Neiland Riga Fran. (2015). Principled Improvement in Science : Forces and proportional relations inearly secondary-school teaching. *International Journal of Science Education*, Vol. 37, No. 1, 162–184. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2014.975168>.
- Interrante, V., Tobias, H., Anatole, L (2018). Vortual and Augmented Reality. *IEEE Journals and Magazine*. Volume: 38, Issue: 2.
- Maulidin, R., Sukanto, A.S., & Muhandi, H. (2017). Penerapan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Sistem Pencernaan pada Manusia dalam Mata Pelajaran Biologi. *Sistem Pencernaan Pada Manusia Dalam Mata Pelajaran Biologi*, 3(2). 117-123.
- Rohman, A., & Yenni, E.N. (2018). Pendidikan Multikultural: Penguatan Identitas Nasional di Era Revolusi Industri 4.0. *Prosiding Seminar Multidisiplin*, 1, 44-50. <https://scholar.google.co.id>
- Sato, M. (2006). Tantangan Yang Harus Dihadapi Sekolah. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional IPA di FPMIPA UPI.
- Schibechi, Senato & Hickey., Ruth. (2004). Dimensions of autonomy: Primary teachers' decisions about involvement in science professional development, *Journal of Science Education*, Volume 88, Issue I, pages 119–145, January 2004.
- Sural, I. (2018). Augmented Reality Experience: Initial Perceptions of Higher Education Students. *International Journal of Instruction*. Vol.11, No.4.
- The Finance Project. (2006). Teacher Professional Development. (Tersedia): http://www/ilderness.net/library_documents.pdf. (1 Nopember 2006).
- Wallace, Heather S. (2018). Augmented Reality: Exploring Its Potential for Extension. *Journal of Extension*. Vol.56, No 5.