

DESIGN OF AUGMENTED REALITY BASED CARD (AR-CARD) AS A BIOLOGICAL LEARNING MEDIA IN BACTERIA MATERIAL

Winda Sari, Yustina, Zulfarina

Email : windari3005@gmail.com , hj_yustin@yahoo.com, zulfarin@yahoo.co.id

Phone: +6282284100519

*Biology Education
Teacher Training and Education Faculty
Riau University*

Abstract: *The era of the industrial revolution 4.0 affected technology so that development occurred very rapidly. This has an impact on all fields, including the world of education. In the 2013 curriculum, teachers are required to integrate learning with advances in technology, communication and information (ICT) to improve the quality of education. But in reality, the learning process is still dominated by conventional learning and the learning media used have not varied, and have not been integrated with technology in accordance with the demands of the 2013 curriculum. Based on the existing problems, this study aims to design Augmented Reality technology-based learning media integrated into the card. (AR-Card) on bacterial material. This research is a descriptive study which consists of two stages, namely analysis and design. The analysis stage was carried out by observation using a questionnaire and the design stage was carried out by utilizing various computer software. The result of the research is a card media design that is integrated with Augmented Reality, so that students can see 3D AR biological abstract objects directly with this technology. These results are expected to be developed and tested further.*

Key Words: *Learning Media, Augmented Reality, AR-Card, Bacteria*

DESAIN KARTU BERBASIS *AUGMENTED REALITY* (AR-CARD) SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN BIOLOGI PADA MATERI BAKTERI

Winda Sari, Yustina, Zulfarina

Email : windari3005@gmail.com , hj_yustin@yahoo.com, zulfarin@yahoo.co.id

Phone: +6282284100519

Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan
Universitas Riau

Abstrak: Era revolusi industri 4.0 mempengaruhi teknologi sehingga perkembangan terjadi sangat pesat. Hal ini berdampak pada semua bidang, termasuk dunia pendidikan. Dalam kurikulum 2013, guru dituntut untuk mengintegrasikan pembelajaran dengan kemajuan teknologi, komunikasi, dan informasi (TIK) untuk meningkatkan mutu pendidikan. Namun pada realitasnya, proses pembelajaran masih didominasi dengan pembelajaran konvensional dan media pembelajaran yang digunakan belum bervariasi, serta belum terintegrasi dengan teknologi sesuai dengan tuntutan kurikulum 2013. Berdasarkan permasalahan yang ada, penelitian ini bertujuan untuk merancang media pembelajaran berbasis teknologi *Augmented Reality* yang diintegrasikan kedalam kartu (*AR-Card*) pada materi bakteri. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang terdiri atas dua tahap yaitu analisis dan perancangan. Tahap analisis dilakukan dengan observasi menggunakan angket dan tahap perancangan dilakukan dengan memanfaatkan berbagai software komputer. Hasil penelitian berupa rancangan media kartu yang terintegrasi dengan *Augmented Reality*, sehingga siswa dapat melihat objek abstrak biologi 3D AR secara langsung dengan teknologi tersebut. Hasil ini diharapkan dapat dikembangkan dan dilakukan pengujian lebih lanjut.

Kata Kunci: Media Pembelajaran, *Augmented Reality*, *AR-Card*, Materi Bakteri

PENDAHULUAN

Era revolusi industri 4.0 ditandai dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat. Hal ini telah berdampak pada semua bidang, termasuk dunia pendidikan. Dalam kurikulum 2013, guru dituntut untuk mengintegrasikan pembelajaran dengan kemajuan teknologi, komunikasi, dan informasi (TIK) untuk meningkatkan mutu pendidikan. Namun, pada realitas dunia pendidikan diketahui masih kurangnya penerapan teknologi di sekolah, sehingga dikhawatirkan guru dan peserta didik tidak siap dalam menghadapi revolusi industri 4.0 yang saat ini sedang terjadi.

Perkembangan TIK yang bergerak dinamis, diikuti oleh pola hidup masyarakat yang berubah. Era revolusi industri 4.0 telah membentuk manusia dengan kecenderungan interoperabilitas *Internet of Things* (IoT) yang ditandai dengan tingginya penggunaan *smartphone*. Pada tahun 2019, sebanyak 92 juta penduduk Indonesia menggunakan *smartphone*, sementara total penduduk Indonesia adalah 267 juta (Badan Pusat Statistik, 2019). Namun, perubahan ini belum mampu media pembelajaran di sekolah sesuai dengan kedinamisan pola hidup dan kecenderungan masyarakat saat ini (Qumillaila, *et al.*, 2017). Terutama dalam pembelajaran biologi yang sering dihadapkan dengan materi yang abstrak dan terkesan membosankan. Media pembelajaran merupakan salah satu alat yang sangat penting dalam proses pembelajaran. Menurut Azhar Arsyad (2015), media pembelajaran bermanfaat untuk memperjelas penyajian pesan dan informasi yang disampaikan oleh guru.

Berdasarkan survey terhadap beberapa SMA yang ada di Pekanbaru, saat ini guru cenderung menggunakan media gambar dalam proses pembelajaran. Hal ini mengakibatkan terjadinya keabstrakan teori oleh peserta didik yang ditandai dengan rendahnya hasil belajar. Lebih lanjut lagi, hasil wawancara daring bersama beberapa guru biologi di SMA Pekanbaru menyatakan bahwa materi yang abstrak berdampak pada nilai ulangan harian rendah, misalnya pada materi bakteri di kelas X SMA.

Media pembelajaran yang memenuhi tuntutan kurikulum 2013, salah satunya adalah objek 3D yang diintegrasikan kedalam teknologi *Augmented Reality* (AR). AR merupakan sebuah teknologi yang dapat menggabungkan suatu objek 3D maupun 2D kedalam lingkungan nyata menggunakan *webcam*, baik melalui kamera komputer atau *mobilephone* (Bitter & Corral, 2014). Pemanfaatan AR sangat bagus untuk diterapkan sebagai media pembelajaran di sekolah. Berdasarkan penelitian Alvian Yadi Saputra (2017), dengan menggunakan teknologi AR diketahui 76% peserta didik memberikan respon positif dan tertarik terhadap media pembelajaran yang digunakan guru pada saat pembelajaran. Selain itu, AR dapat memotivasi siswa untuk mengikuti pembelajaran dengan baik, seperti yang dikatakan oleh R. Dedy & B. Arief (2016), Rizqi Mauludin, *et al.* (2017), Tonny Haryanto *et al.*, (2017), dan T. Khan *et al.* (2019) serta dukungan penelitian oleh R. Gusmida & Nur Islami. (2017) yang mempelajari tentang media augmented reality dan mendapatkan kualitas hasil yang baik.

Seiring dengan perkembangan teknologi, AR juga mengalami perkembangan yang cukup pesat. Menurut Qumillaila, *et al.* (2017), saat ini AR sudah dikembangkan pada operasi sistem Android dan iPhone yang memiliki fitur-fitur yang mendukung AR. Menurut Ade Diana Kharisma (2020) Integrasi AR dapat diinovasi dan dikembangkan melalui media pembelajaran atau bahan ajar yang meliputi media pembelajaran penunjang berupa gambar 3D (berupa AR) yang membantu peserta didik dalam proses pembelajaran. Selain itu, akan semakin menarik jika digunakan untuk mempelajari objek-objek biologi yang bersifat abstrak, misalnya pada materi bakteri. Penelitian ini

bertujuan untuk merancang media pembelajaran kartu berbasis teknologi yaitu *AR-Card* yang dapat digunakan dalam pembelajaran.

Media Pembelajaran Biologi

Media pembelajaran merupakan salah satu komponen penting untuk mendukung proses pembelajaran di kelas. Media pembelajaran adalah alat metode dan teknik yang digunakan dalam rangka untuk mengefektifkan komunikasi dan interaksi antara guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran (Sanaky Hujair, 2013). Media pembelajaran digunakan agar pesan didalam pembelajaran dapat tersampaikan dengan efektif. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Cecep Kustandi & Bambang Sutjipto (2011), yang mengemukakan bahwa media pembelajaran adalah alat bantu proses pembelajaran yang berfungsi untuk memperjelas makna pesan yang disampaikan, sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran dengan lebih baik dan sempurna.

***Augmented Reality (AR)* sebagai Media Pembelajaran Interaktif**

Teknologi *Augmented Reality (AR)* dapat menggabungkan objek virtual ke dalam lingkungan nyata dan menempatkan informasi yang sesuai ke lingkungan sekitar. Dengan menggunakan teknologi ini, bidang pendidikan dan hiburan dapat digabungkan, sehingga menciptakan metode baru untuk mendukung pembelajaran dan pengajaran di lingkungan formal dan informal. Media pembelajaran yang menggunakan teknologi ini dapat dengan mudah meningkatkan pemahaman siswa karena objek 3D, teks, gambar, video, audio dapat ditampilkan kepada siswa dalam waktu nyata (Abbas Abdoli Sejzi, 2015). Menurut Ilmawan Mustaqim (2016), penggunaan AR sangat berguna untuk media pembelajaran interaktif dan nyata secara langsung bagi peserta didik. Media pembelajaran menggunakan teknologi ini dapat meningkatkan minat peserta didik dalam belajar karena sifat dari AR yang menggabungkan dunia maya yang dapat meningkatkan imajinasi peserta didik dengan dunia nyata secara langsung. Media AR ini juga sangat baik untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik (Rizqi Mauludin *et al.*, 2017; Eric Nur Romadhon *et al.*, 2017, dan Ivan Mustaqim *et al.*, 2018). Selain itu media AR adalah media yang mutakhir dan dapat digunakan untuk beberapa tahun kedepan (Alvian Yadi Saputra, 2017).

AR-Card

Marker merupakan suatu pola yang dibuat dalam bentuk gambar dan dapat dikenali kamera pada metode *Augmented Reality (AR)* (Khusnul Khotimah, 2014). *AR-Card* adalah salah satu wujud *marker* yang dicetak berbentuk kartu dengan metode *marker based tracking*. *AR-Card* inilah yang akan digunakan peserta didik dan guru sebagai media pembelajaran. Pada penggunaannya *AR-Card* akan di *scan* melalui aplikasi AR yang otomatis membuka kamera *device*, kemudian objek virtual yang diintegrasikan didalamnya akan tampak pada layar *smartphone* sebagai hasil manipulasi virtual dari AR.

Bakteri

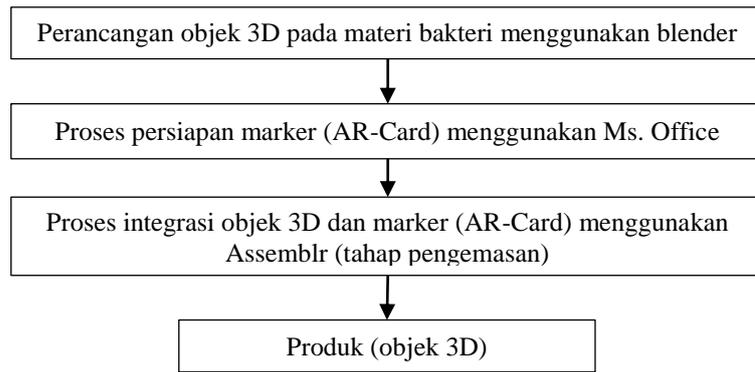
Bakteri merupakan organisme mikroskopis dengan ukuran sel yang bervariasi. Satuan ukuran bakteri adalah mikrometer, yang setara dengan 1/1000 mm atau 10^{-3} mm. Sel-sel bakteri dapat berbentuk seperti elips, bola, batang (silindris), atau spiral (heliks). Sel bakteri yang berbentuk seperti bola atau elips dinamakan kokus. Sel bakteri berbentuk silindris atau batang dinamakan basillus. Bakteri yang berbentuk heliks dinamakan spiral atau spirillum (Michael J. Pelczar & E.C.S. Chan, 2005).

Struktur luar tubuh bakteri yang dapat terlihat dari bawah mikroskop adalah flagella, pili, dan kapsul. Bakteri memiliki dinding sel yang kuat karena mengandung peptidoglikan. Peptidoglikan terdiri atas *N-asetilglukosamin* (AGA), *asam N-asetilmuramat* (AAM), dan suatu peptide yang terdiri dari empat atau lima asam amino yaitu L-alanin, D-alanin, asam D-glutamat, dan lisin atau asam diaminopimelat. Dinding sel yang utuh juga mengandung komponen kimia lain yaitu asam tekoat, protein, polisakarida, lipoprotein, dan lipopolisakarida, yang terikat dalam peptidoglikan (Michael J. Pelczar & E.C.S. Chan, 2005).

Materi bakteri terdapat pada pembelajaran biologi yaitu pada KD 3.5 Mengidentifikasi struktur, cara hidup, reproduksi, dan peran bakteri dalam kehidupan yang terdiri 3 pertemuan yaitu: 1) pengertian archerbacteria, eubacteria, dan bakteri; ciri-ciri bakteri; struktur tubuh bakteri; bakteri gram positif dan negatif. 2) cara hidup bakteri, reproduksi bakteri, dan klasifikasi bakteri. 3) peranan bakteri dalam kehidupan manusia, usaha manusia dalam menanggulangi bahaya bakteri, dan cyanobacteria (bakteri hijau-biru).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Pendidikan Biologi Universitas Riau pada bulan April-Agustus 2020. Penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Desain media AR-Card terdiri dari dua tahap. Tahap pertama merupakan tahap analisis yang dilakukan dengan menggunakan angket observasi ke beberapa sekolah dan wawancara dengan guru secara daring. Kemudian tahap kedua adalah tahap perancangan media *AR-Card*. Perancangan media *AR-Card* dilakukan dengan memanfaatkan beberapa perangkat lunak komputer seperti Ms. office, blender, dan Assemblr. Keuntungan menggunakan perangkat lunak Ms. Office dan blender adalah sudah *open source* dan gratis. Sehingga akan membantu dan bermanfaat (M. Nasir *et al.*, 2018). Namun, perangkat lunak Assemblr masih berbayar. Tahapan perancangan objek 3D dapat dilihat pada Gambar 1.

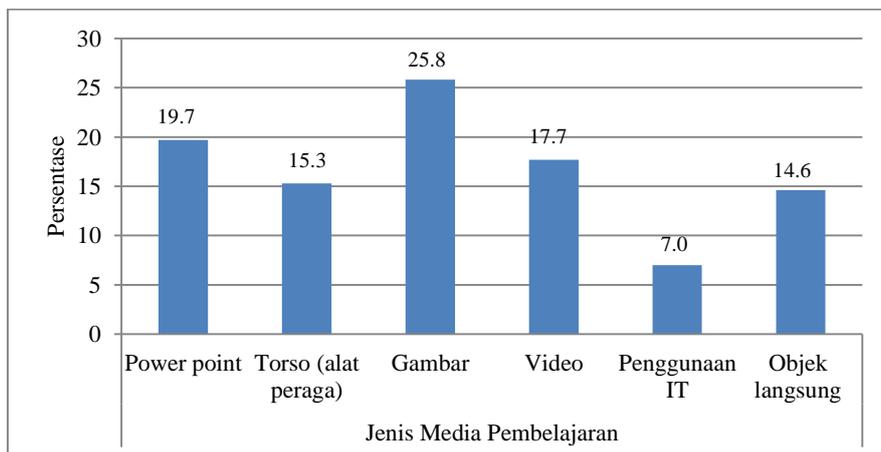


Gambar 1. Tahapan Perancangan Objek 3D

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis

Perancangan media *AR-Card* diawali dengan melakukan analisis kurikulum, diketahui kurikulum yang berlaku pada sekolah di Pekanbaru adalah kurikulum 2013. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap RPP dan variasi media pembelajaran yang digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran. Hal ini dilakukan dengan menyebarkan angket pada 3 sekolah yaitu SMAN 4 Pekanbaru, SMAN 12 Pekanbaru, dan SMAN 11 Pekanbaru. Persentasi variasi media yang digunakan oleh guru dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Persentasi Variasi Media yang Digunakan Oleh Guru

Berdasarkan gambar 2 diketahui bahwa guru cenderung menggunakan media gambar dalam proses pembelajaran dengan persentase 25,8%. Dalam skala kecil, penggunaan media gambar memang bagus, namun tidak jika digunakan dalam skala yang luas. Menurut Yustina (2011), kelemahan media gambar adalah gambar hanya menekankan persepsi indera mata, gambar yang terlalu kompleks kurang efektif untuk

membuat gerakan pembelajaran, dan ukurannya terbatas untuk skala kelompok besar. Hal ini mengakibatkan proses pembelajaran menjadi tidak efektif dan tidak interaktif sesuai dengan tuntutan kurikulum 2013 yang mengharapkan pembelajaran berpusat pada siswa.

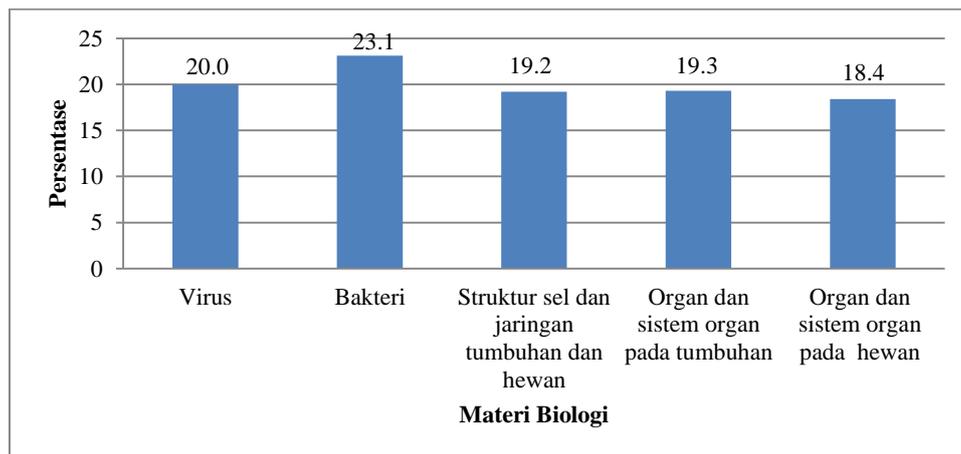
Selanjutnya, dari gambar 2 diketahui pula penggunaan media IT dalam proses pembelajaran mendapatkan persentasi yang paling rendah, yaitu 7%. Hal ini tidak sesuai dengan tuntutan kurikulum 2013 yang menuntut proses pembelajaran diintegrasikan dengan teknologi untuk meningkatkan mutu pendidikan.

Selanjutnya dilakukan analisis terhadap materi pembelajaran. Pada tahapan ini, peneliti menganalisis materi yang abstrak dalam pembelajaran biologi. Sejalan dengan pernyataan Ade Diana Kharisma *et al.*(2020), bahwa AR sangat cocok digunakan pada objek biologi yang berukuran kecil dan abstrak. Hasil observasi daftar materi biologi yang tergolong abstrak di SMA dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Daftar Materi Biologi yang Tergolong Abstrak di SMA

No.	Materi
1	Virus
2	Bakteri
3	Struktur sel dan jaringan tumbuhan dan hewan
4	Organ dan sistem organ pada tumbuhan dan hewan (sistem gerak, peredaran darah, pencernaan, pernapasan, ekskresi, saraf, reproduksi, dan imun)

Berdasarkan daftar materi yang tergolong abstrak (tabel 1), dilakukan observasi dengan menggunakan angket untuk mengetahui pendapat siswa terkait materi yang dianggap sulit dan persentase kecocokan jika dikembangkan menjadi AR-Card. Analisis persentasi kecocokan materi untuk perancangan AR-Card dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Analisis Persentasi Kecocokan Materi untuk Perancangan AR-Card

Gambar 3 menunjukkan bahwa materi bakteri terdapat pada persentase paling tinggi yaitu 23,1%. Materi ini dianggap sulit dipahami karena materinya bersifat abstrak dan tidak dapat diamati secara langsung. Beberapa konsep dalam pembelajaran biologi tergolong sulit dipahami oleh siswa, salah satunya adalah konsep abstrak, seperti materi

bakteri seperti yang dikemukakan oleh Tony Haryanto *et al.*, (2017) dan Ade Diana Kharisma *et al.*, (2020). Berdasarkan hasil analisis, maka dilakukan perancangan media AR-Card pada materi bakteri yang terdapat pada KD 3.5 dan 4.5 pada kelas X SMA.

Perancangan Media

Augmented reality (AR) memiliki cara kerja yang cukup sederhana berdasarkan pendeteksian gambar dan biasa disebut dengan marker. Misalnya kamera yang telah dikonstruksi dapat mendeteksi marker yang telah didesain, kemudian setelah mendeteksi marker tersebut, kamera akan melakukan pencocokan dengan database yang telah dibuat sebelumnya. Jika hasilnya cocok, maka informasi dari marker akan digunakan untuk menampilkan objek 3D yang telah didesain pada layar pengguna, namun jika marker tidak sesuai dengan database maka informasi dari marker tersebut tidak akan diproses (Ammatia, 2012).

Sebelum media AR-Card dirancang, terlebih dahulu dilakukan perancangan RPP sebagai acuan dasar dalam perancangan AR-Card. RPP dirancang dengan format yang berlaku berdasarkan hasil dari analisis terhadap kurikulum. Selanjutnya dilakukan desain media pembelajaran. Tahap desain media, terdapat tiga kegiatan yang dilakukan, yaitu pembuatan objek 3D, marker atau AR-Card, dan konstruksi *Augmented Reality* (AR). Media AR-Card dirancang dan dilengkapi dengan buku panduan penggunaan.

Perancangan marker AR-Card dan cover buku panduan AR-Card didesain menggunakan perangkat lunak Ms. Power Point 2010. Objek 3D dirancang menggunakan perangkat lunak blender. Kemudian tahap konstruksi AR dan pengemasan AR-Card yang berisi database objek 3D dilakukan dalam aplikasi untuk *smartphone* yaitu Assemblr EDU. Sehingga untuk menggunakan AR-Card ini perlu dilakukan instalasi aplikasi yang telah Assemblr EDU. Desain cover buku panduan penggunaan AR-Card dapat dilihat pada Gambar 4.



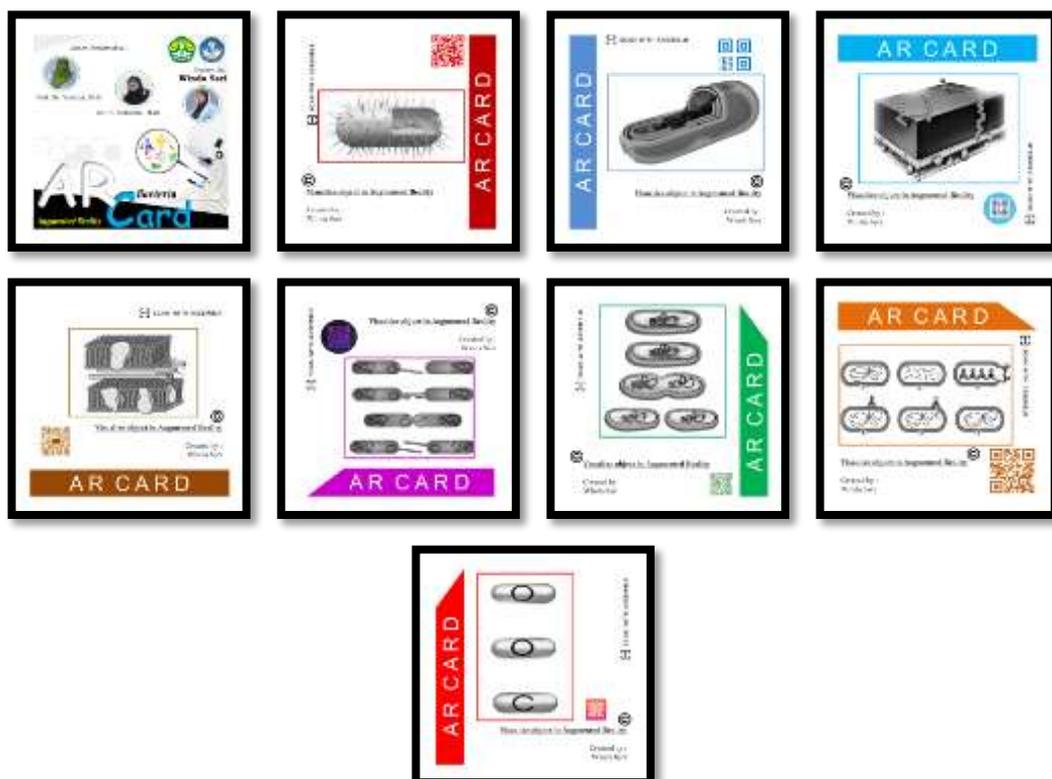
(a)

(b)

Gambar 4. (a) Cover Depan Buku Panduan Penggunaan
(b) Cover Belakang Buku Panduan Penggunaan

Desain cover buku penggunaan dirancang semenarik mungkin untuk menarik perhatian siswa. Perancangan buku panduan penggunaan ini dilakukan untuk memudahkan siswa dan guru dalam menggunakan *AR-Card*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Prastowo (2013) bahwa adanya petunjuk dalam pengembangan bahan ajar bertujuan untuk memudahkan penggunaan media dan bahan ajar.

Selanjutnya desain marker (*AR-Card*) dapat dilihat pada gambar 5. Marker dibuat sesuai dengan jumlah objek yang akan di scan dan digunakan dalam pembelajaran. Jumlah *AR-Card* yang dirancang dalam penelitian ini adalah 8 buah dan 1 buah kartu pembuka.

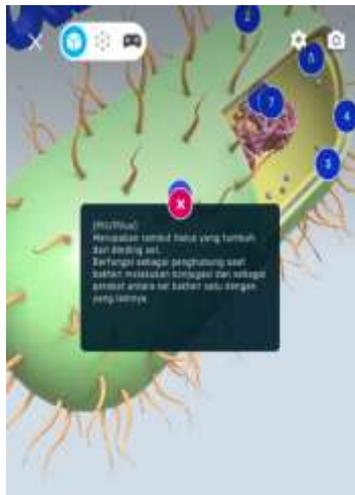


Gambar 5. Desain Marker (*AR-Card*)

Desain *AR-Card* dirancang semenarik mungkin dengan pemilihan warna yang kontras agar menarik mudah diingat. Penggunaan warna kontras pada informasi yang penting dalam sebuah media dapat lebih diingat oleh otak seperti yang dinyatakan oleh Hendripides dan Hikmah (2018). *AR-Card* didesain dengan menggunakan Ms. Power Point 2010 agar hasilnya ringan namun kualitasnya tetap baik. Desain marker ini sama dengan membuat slide presentasi, hanya saja pada tahap akhir desain di simpan kedalam format .jpg, .jpeg, atau .png.

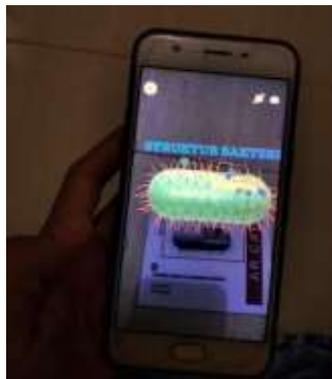
Terakhir adalah konstruksi *Augmented Reality* (AR). AR dikonstruksi menggunakan perangkat lunak Assemblr Studio yang hanya bisa diakses di PC atau laptop. Dalam konstruksi AR ini, dilakukan juga penambahan anotasi yang berisi penjelasan struktur dan fungsi pada objek. Objek 3D yang dirancang adalah objek lebih interaktif, sehingga pada objek ditambahkan anotasi serta dapat diperbesar dan diperkecil

sesuai dengan kebutuhan. Tampilan Objek 3D saat anotasi diklik dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Objek saat Anotasi Diklik

Konstruksi AR mempertimbangkan posisi objek dan titik jatuh cahaya terhadap marker (AR-Card). Saat AR-Card ini discan menggunakan aplikasi Assemblr EDU yang ada di *smartphone*, maka akan muncul 3D objek seperti yang tampak pada gambar 7.



Gambar 7. Tampilan AR-Card Saat Proses *Scanning* di *Smartphone*

Keunggulan dari *Augmented Reality* (AR) adalah: 1) Lebih interaktif, 2) Efektif dalam penggunaan, 3) Dapat diimplementasikan secara luas di berbagai media, 4) Memodelkan objek yang sederhana, karena hanya menampilkan sedikit objek, 5) Tidak memerlukan biaya yang terlalu banyak, 6) Mudah dioperasikan sebagaimana yang dinyatakan oleh Malinka & George (2011), Ady (2014), dan Ivan Mustaqim & Kurniawan (2017). Menurut Sanikov *et al.*, (2015) bahwa AR merupakan teknologi yang menjanjikan dan efektif yang memungkinkan pemahaman yang lebih baik tentang teori dan fakta serta mendukung pemikiran kreatif, pengembangan model, dan objek 3D yang lebih realistis yang dapat meningkatkan motivasi siswa dalam pembelajaran.

Penelitian terkait AR baik dari segi perkembangan, penerimaan dan efektivitas dalam pendidikan terus dilakukan. Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa AR memiliki potensi yang baik dalam dunia pendidikan yang dapat meningkatkan motivasi belajar atau hasil belajar siswa karena adanya respon positif

siswa terhadap media AR seperti yang dinyatakan oleh Ady (2014), Alvian Yadi Saputra (2017), Qumillaila, *et al.*, 2017, dan Ade Diana Kharisma *et al.*(2020).

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Simpulan

Hasil dari penelitian ini adalah rancangan media kartu berbasis *Augmented Reality* (AR-Card) pada materi bakteri. Kartu diintegrasikan dengan objek 3D biologi khusus konsep bakteri, sehingga siswa dapat melihat langsung obyek biologi yang berukuran kecil dengan teknologi tersebut.

Rekomendasi

Penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan dan dilakukan pengujian lebih lanjut bagi mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

Abbas Abdoli Sejzi. 2015. Augmented Reality and Virtual Learning Environment. *Journal of Applied Science Research (JASR)* 11(8) : 1-5

Ade Diana Kharisma, Wan Syafii, dan Zulfarina. 2020. Design of Student Worksheets Based on Augmented Reality. *Journal of Educational Science* 4 (1) : 176-186

Ady, S. 2014. Augmented reality tata surya sebagai sarana pembelajaran interaktif bagi peserta didik sekolah dasar berbasis android. *Journal of Educational Sciences* 1(1), 12-17.

Alvian Yadi Saputra. 2017. Pengembangan Desain Media Pembelajaran *Augmented Reality* untuk Komputer pada Konsep Sistem Ekskresi Manusia. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah. Jakarta

Ammatia, R. 2012. *Augmented Reality*. Bandung : Institut Teknologi Telkom.

Azhar Arsyad. 2015. *Media Pembelajaran*. PT Rajagrafindo Persada: Jakarta

Badan Pusat Statistik. 2019. Jumlah Penduduk Indonesia Diproyeksikan Mencapai 270 Juta pada 2020. Diakses pada 6 November 2020 dari <https://databoks.kata.co.id>

- Bitter Gary & Corral Allen. 2014. The pedagogical potention on augmented reality apps. *International Journal of Engineering Science Invention*. Arizona State University, USA
- Cecep Kustandi & Bambang Sutjipto. 2011. *Media Pembelajaran Manual dan Digital*. Ghalia Indonesia: Bogor
- Eric Nur Romadhon, Hengky Anra, Helen Sasty Pratiwi. 2017. Penerapan Augmented Reality Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran Sel Penyusun Jaringan Pada Sistem Gerak Dalam Mata Pelajaran Biologi (Studi Kasus : SMA Negeri 7 Pontianak). *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (JUSTIN)* 5 (2) : 89-92
- Hendripides & N. Hikmah. 2018. Development Of Innovative Teaching Materials Through Scientific Approach. Economic Education Studies Program. *Journal of Educational Sciences* 2(2) : 14-22.
- Ilmawan Mustaqim. 2016. Pemanfaatan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran. *JPTK FT UNY* 13(2) : 174-183
- Ivan Mustaqim, M. Azhar Irwansyah, dan Anggi Srimurdianti Sukamto. 2018. Aplikasi Media Pembelajaran Biologi Sistem Saraf Pusat Menggunakan Augmented Reality. *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*. 4(1) : 1-7
- Ivan Mustaqim & Kurniawan, N. 2017. Pengembangan media pembelajaran berbasis augmented reality. Case study : Universitas Negeri Yogyakarta. *Jurnal Edukasi Elektro* 43(2) : 34-37.
- Khusnul Khotimah. 2014. Aplikasi Tutorial Rukun Umroh Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android. *Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT 2014)* Universitas Gunadarma Depok : 8 Oktober 2014
- M. Nasir, B.P. Rizo, dan Riwayani. 2018. Design and development of physics learning media of three dimensional animation using blender applications on atomic core material. *Journal of Educational Sciences* 2(2) : 23-32.
- Malinka, I., & George, I. 2011. Enhancement of learning and teaching in computer graphics through marker augmented reality technology. *International Journal on UNCAA* 1(1), 123-126.
- Michael J. Pelczar dan E.C.S. Chan. 2005. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. UI Press: Jakarta

- Prastowo. 2013. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta : Diva Press
- Qummilaila, Baiq Hana Susanti, dan Zulfiani. 2017. Pengembangan Augmented Reality Versi Android sebagai Media Pembelajaran Sistem Ekskresi Manusia. *Cakrawala Pendidikan* 1(1) : 57-69
- R. Dedy dan B. Arief. 2016. Developing learning media based on augmented reality (AR) to improve learning motivation. *Journal of Education Teaching and Learning* 1(2) : 89-94.
- R. Gusmida dan Nur Islami. 2017. The development of learning media for the kinetic theory of gases using the ADDIE model with augmented reality. *Journal of Educational Sciences* 1(1) : 1-10.
- Rizqi Mauludin, Anggi Srimurdianti Sukanto, dan Hafix Muhardi. 2017. Penerapan Augmented Reality Sistem Pencernaan pada Manusia dalam Mata Pelajaran Biologi. *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)* 5 (2) : 117-123
- Sanaky Hujair. 2013. *Media Pembelajaran Interaktif dan Inovatif*. PT. Kaukaba Diantara: Yogyakarta
- Sannikov, S., Fedor, Z., Pavel, C., & Pavel, R. 2015. Interactive educational content based on augmented reality and 3d visualization. *Elsevier* 66(1), 720-729.
- T. Khan, O. Jacques, dan J. Kevin. 2019. The impact of an augmented reality application on learning motivation of students. Case Study : Department of Information Systems University of Cape Town. *Hindawi Advances in Human-Computer Interaction Article* 52(1) : 265-271.
- Tony Haryanto, Hengky Anra, Helen Sasty Pratiwi. 2017. Aplikasi Augmented Reality Sebagai Media pembelajaran Materi Pembelahan Sel dalam Mata Pelajaran Biologi. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (JUSTIN)* 5 (2) : 164-168.
- Yustina. 2011. Kelebihan dan Kekurangan Media Gambar. diakses di <http://wwsw.jejakpendidikan.com/2016/08/kelebihan-dan-kelemahan-media-gambar.html>. pada tanggal 1 Desember 2020