



***Mobile Learning* berbasis *Augmented Reality* untuk Mendukung Pembelajaran Perakitan Komputer**

Matlaul Anwar, Harsa Wara Prabawa, Rosa Ariani Sukanto
Departemen Pendidikan Ilmu Komputer, Universitas Pendidikan Indonesia
harsawara@upi.edu

ABSTRAK

Ketersediaan sarana-prasarana dan infrastruktur pendukung merupakan hal mutlak yang harus terpenuhi dalam pembelajaran di sekolah. Namun, realitanya, sarana-prasarana dan infrastruktur pendukungnya masih menjadi kendala dalam pelaksanaan pembelajaran, terutama di jenjang pendidikan SMK yang lebih menuntut pada penguasaan keterampilan. Kajian ini berusaha mengungkap salah satu potensi yang dapat mengatasi kendala keterbatasan sarana-prasarana dan infrastruktur pendukung pembelajaran di SMK khususnya untuk materi perakitan komputer. Kajian ini berfokus pada pengembangan *mobile learning* berbasis *augmented reality*. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, dapat dikatakan bahwa *mobile learning* berbasis *augmented reality* dapat mendukung pembelajaran perakitan komputer dalam ranah kognitif dan psikomotorik. Hal ini didasarkan pada hasil pengujian yang dilakukan oleh siswa dan didapatkan bahwa seluruh peserta didik dapat melakukan perakitan komputer hingga berhasil dinyalakan tanpa ada kesalahan. Pemahaman siswa terhadap berbagai kombinasi pemasangan peripheral relatif meningkat dan cenderung untuk dapat menginterpretasi potensi kerusakan yang dapat terjadi jika perakitan tetap dilakukan pada situasi peripheral yang tidak saling mendukung.

Kata kunci: *mobile learning*, *augmented reality*, perakitan komputer

ABSTRACT

The availability of infrastructure and supporting infrastructure is an absolute thing that must be fulfilled in learning in school. However, in reality, the supporting infrastructure and infrastructure are still obstacles in the implementation of learning, primarily at the SMK level that more demanding on mastery of the skill. This study seeks to uncover one of the potentials that can overcome the constraints of limited infrastructure and supporting learning infrastructure in vocational schools, especially for computer assembly material. This study focuses on developing augmented reality-based mobile learning. Based on the tests conducted, it can be said that augmented reality based mobile learning can support computer assembly learning in the cognitive and psychomotor domains. This is based on the results of tests conducted by students and found that all students can assemble a computer until it is successfully turned on without any errors. Students' understanding of various combinations of peripherals is relatively increased and tends to be able to interpret the potential damage that can occur if the assembly is still done in peripheral situations that are not mutually supportive.

Keywords: *mobile learning*, *augmented reality*, *computer assembly*

Diterima: 07 Jul 2020; Disetujui: 04 Des 2020; dipublikasikan: 07 Des 2020

1. Pendahuluan

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) merupakan jenjang pendidikan formal yang ditujukan untuk dapat menyediakan sumber daya manusia yang berketerampilan dan terdidik, sesuai dengan bidang keahlian tertentu yang diperlukan. Sehingga menjadi sebuah kewajiban jika orientasi pembelajaran pada jenjang pendidikan SMK lebih menekankan pada penguasaan keterampilan, yang tentunya juga ditunjang dengan pemahaman, dibandingkan aspek kognitif lainnya. Untuk memenuhi tuntutan ini, ketersediaan sarana-prasarana dan infrastruktur pendukungnya menjadi hal mutlak yang harus terpenuhi.

Realitanya, sarana-prasarana dan infrastruktur pendukungnya masih menjadi kendala dalam pelaksanaan pembelajaran di jenjang pendidikan SMK (OECD/Asian Development Bank, 2015) (Susanto



& Sudira, 2016). Studi pendahuluan yang dilakukan di salah satu SMK yang berada di Kota Bandung pada medio tahun ajaran 2017/2018 melalui wawancara kepada beberapa orang guru, juga mengungkap hal yang serupa. Berdasarkan wawancara tersebut diperoleh data yang menunjukkan bahwa kendala utama dalam pembelajaran adalah keterbatasan sarana-prasarana (laboratorium, unit komputer, *peripheral* dan lain sebagainya), infrastruktur pendukung (jaringan internet, *software* atau aplikasi yang bersesuaian dan lain sebagainya) serta terbatasnya variasi media pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran, khususnya pada materi perakitan komputer pada mata pelajaran Komputer dan Jaringan Dasar. Materi perakitan komputer lebih menuntut pada penguasaan keterampilan melakukan perakitan komputer secara benar sesuai dengan kesesuaian spesifikasi *peripheral*-nya. Pada umumnya sekolah telah menyediakan komputer dengan spesifikasi tertentu secara terbatas untuk memenuhi target capaian materi ini. Namun karena tingginya kemungkinan terjadinya kerusakan pada komputer yang digunakan dalam praktikum, maka sekolah berkecenderungan kesulitan untuk melakukan penyesuaian terhadap perkembangan teknologi komputer terbaru. Hal ini jelas berdampak pada penguasaan siswa terhadap teknologi yang nantinya akan digunakan dalam melakoni dunia kerja.

Seiring dengan berkembangnya teknologi, pelibatan teknologi dalam pembelajaran menjadi sebuah keniscayaan. Tidak hanya berupa komputer personal saja, melainkan juga dapat memanfaatkan perangkat *mobile*. Istilah sebenarnya *mobile learning* mengacu pada penggunaan perangkat teknologi informasi genggam dan bergerak, seperti PDA, telepon genggam, laptop atau tablet PC dalam pengajaran dan pembelajaran, namun pada artikel ini, istilah *mobile* yang digunakan lebih mengarah pada telepon genggam atau tablet PC berbasis android. Selain biaya yang lebih murah, pembelajaran berbasis *mobile* juga dapat membuat belajar lebih menyenangkan, interaktif dan intuitif (Hanafi & Samsudin, 2012) karena proses pembelajaran menjadi lebih fleksibel, dapat dilakukan dimana saja, kapan saja, dan dalam kondisi seperti apapun (Martono & Nurhayati, 2014). Penyebaran ponsel di masyarakat telah memungkinkan penggunaan ponsel untuk menyampaikan materi atau aktifitas pembelajaran dalam situasi dan konteks yang lebih luas (contoh: di luar ruangan, *augmented reality*, maupun *microlearning* seperti ketika *travelling* atau di dalam angkutan umum, dll.) (Uther, 2019). Dalam studi lain, *mobile learning* juga dipercaya dapat meningkatkan kepercayaan diri siswa, dan membantu mereka untuk tetap fokus pada waktu yang lebih lama (Billinghurst, Clark, & Lee, 2015) (Attewell, 2005). Atau dengan kata lain, *mobile learning* dipandang sebagai sarana pembelajaran yang dapat memadukan aspek mobilitas, fungsionalitas, dan konektivitas (Nash, 2007).

Pembelajaran perakitan komputer, menjadi tantangan tersendiri karena lebih menuntut hasil yang tidak hanya sekedar berupa *minds-on* tetapi juga *hands-on*. Pertanyaannya kemudian adalah bagaimana teknologi *mobile* dapat memfasilitasi pengalaman belajar yang tidak hanya berupa *minds-on* tetapi juga *hands-on*? Salah satu teknologi yang menawarkan pengalaman yang memungkinkan melibatkan aspek *minds-on* dan juga *hands-on* adalah teknologi *augmented reality*. Dalam kaitannya dengan pengalaman berupa *hands-on*, tetap saja teknologi *augmented reality* belum dapat sepenuhnya menghadirkan pengalaman sebagaimana jika dilakukan dengan menggunakan perangkat komputer sebenarnya.

Augmented Reality merupakan teknologi yang mampu menampilkan animasi berbentuk virtual. *Augmented reality* (AR) merupakan variasi dari *virtual environment* atau yang bisa disebut *virtual reality* (VR). Teknologi VR menempatkan pengguna di dunia artifisial, dunia tersebut dapat berupa dunia imajinasi atau hanya reproduksi dari dunia nyata, sementara dalam AR pengguna tidak ditempatkan sepenuhnya di dunia virtual, karena pengguna tetap dapat melihat dunia nyata di sekelilingnya (Elmqaddem, 2019). Tidak seperti teknologi komputasi lainnya, antarmuka AR menawarkan interaksi tanpa batas antara dunia nyata dan dunia maya, metafora antarmuka nyata dan sarana untuk transisi antara dunia nyata dan dunia maya (Billinghurst, 2002). Teknologi AR pun memungkinkan objek virtual berinteraksi dengan gambar/objek nyata (Uygur, Yelken, & Akay, 2018).

Augmented Reality memiliki tujuan untuk meningkatkan persepsi seseorang dari dunia sekitarnya menjadi sebagian virtual dan nyata. Pelibatan teknologi AR dalam mendukung proses pengajaran dan pembelajaran menunjukkan bahwa dalam situasi tertentu AR dapat membantu siswa mempelajari materi dengan lebih efektif dan meningkatkan pengetahuan jika dibandingkan dengan antarmuka dua dimensi yang tersedia di desktop (Billinghurst, Clark, & Lee, 2015). Adaptasi AR dalam pembelajaran masih cukup menantang karena permasalahan integrasi AR dengan metode pembelajaran konvensional, biaya



pengembangan dan pemeliharaan AR, dan hambatan dalam teknologi baru. Namun demikian, meningkatnya perkembangan komputer dan teknologi informasi terkini dapat memperluas pemanfaatan AR dalam pembelajaran dengan pendekatan yang lebih efisien (Kangdon, 2012).

Kajian ini bermaksud untuk mengupas seputar pengembangan dan pemanfaatan media pembelajaran berbentuk *mobile learning* berbasis *augmented reality* dalam pembelajaran perakitan komputer. Mobilitas, fungsionalitas, dan konektivitas dalam *mobile learning* serta *augmented reality* yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan komponen perakitan komputer secara virtual diharapkan dapat mendukung siswa dalam melatih keterampilan perakitan komputer. Selain itu, *mobile learning* berbasis *augmented reality* ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai alternatif media pembelajaran untuk mengatasi keterbatasan sarana-prasarana dalam pembelajaran perakitan komputer.

2. Metode Penelitian

Kajian ini merupakan kajian yang berorientasi pada pengembangan perangkat lunak multimedia pembelajaran perakitan komputer. Multimedia pembelajaran yang dimaksud dalam kajian ini adalah *mobile learning* berbasis *augmented reality*. Kajian ini setidaknya dilakukan dengan menggunakan model DDD-E yang meliputi *decide* (penetapan), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *evaluation* (evaluasi) yang dikemukakan oleh Ivers dan Baron (Sudjarwo, 2011). Pada tahap pertama, ditetapkan keperluan pengembangan *software* dengan melibatkan tujuan pengajaran dan pembelajaran, siswa, kompetensi dasar serta sarana-prasarana yang tersedia. Data-data yang terkumpul dari tahap ini digunakan sebagai bahan perancangan *mobile learning* berbasis *augmented reality* yang akan dikembangkan. Perancangan media dilakukan dengan menggunakan *flowchart* dan *storyboard*. Tahap pengembangan merupakan proses dalam membuat produk multimedia. Dalam tahap ini akan dibuat multimedia sesuai dengan *flowchart* dan *storyboard* yang telah dibuat pada tahap desain. Pada tahapan evaluasi, *mobile learning* berbasis *augmented reality* yang dibuat dan telah dinyatakan layak oleh ahli diujicoba lapangan kepada siswa secara terbatas. Pengujian ini juga dimaksudkan untuk melihat seberapa besar efektifitas yang ditimbulkan dari penggunaan *mobile learning* berbasis *augmented reality* serta respon siswa terhadap penggunaannya.

Pengambilan data dilakukan di salah satu SMK Negeri di Kota Bandung, dengan melibatkan setidaknya 36 responden siswa kelas XI yang berasal dari bidang keahlian Teknologi Komputer Jaringan. *Expert judgement* yang dilibatkan dalam penilaian kelayakan media berjumlah 5 orang yang terdiri dari 2 orang dosen dan 3 orang guru.

Instrumen yang digunakan meliputi beberapa komponen yang diantaranya adalah instrumen studi lapangan (berupa instrumen wawancara semi terstruktur), instrumen penilaian media, angket dan tes. Instrumen studi lapangan digunakan untuk memetakan kondisi pembelajaran materi perakitan komputer yang biasanya diselenggarakan. Instrumen penilaian media digunakan untuk mengukur kelayakan materi dan multimedia yang dikembangkan. Instrumen penilaian media merujuk pada dokumen *Multimedia Mania Judge's Rubric 2003* yang dikembangkan oleh *Multimedia Mania Team at North Carolina State University*. Instrumen ini terdiri dari beberapa kriteria pokok untuk menentukan kelayakan sebuah media untuk digunakan dalam pembelajaran, yang diantaranya adalah mekanisme, elemen multimedia, struktur informasi, dokumentasi, dan kualitas konten. Tiap-tiap kriteria terdiri dari beberapa kriteria turunan dengan total jumlah kriteria yang ada pada instrumen adalah 15 kriteria. Skala yang digunakan pada instrumen ini memiliki skala 0-4 dengan bobot berbeda-beda pada masing-masing kriteria. Instrumen tes merupakan instrumen yang digunakan untuk mengukur kemampuan kognitif siswa. Instrumen yang digunakan mengacu pada soal yang digunakan oleh guru mata pelajaran pada materi perakitan komputer. Hasil tes digunakan untuk mengetahui pengaruh multimedia yang digunakan terhadap pemahaman siswa pada materi perakitan komputer dengan membandingkan nilai tes dan penilaian terhadap multimedia.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Penetapan Kebutuhan Pengembangan Multimedia Pembelajaran



Berdasarkan hasil studi lapangan yang dilakukan, didapatkan kebutuhan yang diperlukan dalam pembuatan multimedia, yang diantaranya adalah:

- a) Dari sisi konten, konten yang akan disajikan pada *mobile learning* berbasis *augmented reality* terkait dengan materi perakitan komputer dengan mengacu pada silabus mata pelajaran komputer dan jaringan dasar yang digunakan di sekolah di mana multimedia ini diujikan, adapun kompetensi dasar yang digunakan adalah KD 3.2 yaitu menerapkan perakitan komputer dan KD 4.2 yaitu melakukan perakitan komputer.

Bagian-bagian perangkat keras komputer, disajikan dalam bentuk materi tentang jenis, fungsi dan spesifikasi perangkat keras komputer. Macam-macam perangkat keras komputer yang disajikan diantaranya adalah *Motherboard*, *Prosesor*, *RAM*, *VGA card*, *Heatsink*, *HDD*, dan *Power Supply Unit*. Tiap perangkat keras dimuat dalam sebuah menu berisi teks materi, gambar ilustrasi, dan video dari masing-masing perangkat keras.

Sementara untuk penentuan spesifikasi *peripheral* komputer yang akan dirakit, akan digunakan fitur simulasi pemilihan perangkat komputer sesuai dengan spesifikasi, dalam fitur ini dapat menampilkan gambaran model 3D tentang perangkat-perangkat komputer beserta spesifikasi dari masing-masing perangkat untuk memudahkan pengguna dalam menentukan perangkat yang bersesuaian. Model 3D diharapkan dapat membantu memberikan gambaran menyerupai bentuk sebenarnya dari perangkat komputer kepada pengguna. Dalam konteks inilah teknologi *augmented reality* digunakan untuk menambah kesan realistik dan interaktifitas bagi pengguna.

Penentuan langkah-langkah perakitan komputer dan melakukan perakitan komputer sesuai standar industri, memerlukan fitur simulasi perakitan komputer. Setelah siswa memilih perangkat komputer yang akan dirakit, maka langkah selanjutnya adalah merakit perangkat-perangkat komputer dan menyalakan komputer yang telah dirakit, dengan ini diharapkan dapat memberikan pengalaman kepada peserta didik bagaimana langkah-langkah merakit komputer, juga mengetahui apakah perangkat yang dipilih sudah sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan atau belum dengan mengetahui apakah ada pesan *error* atau tidak saat komputer dinyalakan

- b) Untuk mendukung desain konten yang akan diimplementasikan dalam multimedia pembelajaran, maka diperlukan beberapa perangkat lunak pendukung, yang diantaranya adalah Unity 3D, Blender, Adobe Photoshop, Microsoft Visual Studio dan Adobe Illustrator.

Unity 3D digunakan mulai dari pembuatan antarmuka, memasukkan file program yang dibuat, *testing* aplikasi, hingga build apk sehingga aplikasi dapat digunakan. Unity 3D dipilih karena dapat membangun aplikasi berbasis *augmented reality* dengan memanfaatkan *plugin* Vuforia yang merupakan *plugin* untuk pembuatan aplikasi berbasis *augmented reality*, selain itu juga aplikasi yang dibangun dengan Unity 3D dapat dikembangkan ke dalam berbagai *platform* atau biasa disebut *multiplatform*, salah satunya adalah *platform* android.

Blender digunakan untuk membuat asset model 3D komponen-komponen komputer yang digunakan dalam multimedia dan juga digunakan untuk memodifikasi model 3D yang sudah tersedia dari berbagai sumber. Adobe Photoshop digunakan untuk membuat *marker augmented reality* dan mengubah format gambar menjadi png 8 bit agar sesuai dengan ketentuan dari vuforia sebagai *plugin augmented reality* untuk unity 3D. Microsoft Visual Studio digunakan untuk menuliskan seluruh *script* yang digunakan pada Unity 3D dalam mengembangkan multimedia, *script* yang digunakan ditulis dengan bahasa C#. Sementara Adobe Illustrator digunakan untuk membuat *asset* gambar yang akan digunakan untuk keperluan pembuatan multimedia seperti desain tombol, pembuatan *icon* aplikasi, dan asset gambar lainnya.

3.2 Perancangan *Mobile Learning* berbasis *Augmented Reality*

Secara umum, skenario pembelajaran yang ditampilkan dalam multimedia yang dikembangkan ditampilkan dalam Gambar 1. Awal mula aplikasi dijalankan akan menampilkan *splash screen* selama 2 detik, kemudian setelah *splash screen* selesai akan ditampilkan menu utama atau main menu, pada main



menu terdapat pilihan tutorial, materi, rakit, about, credit, dan keluar. Menu tutorial akan menampilkan tutorial cara menggunakan aplikasi, menu about akan menampilkan deskripsi tentang aplikasi, menu *credit* menampilkan sumber-sumber asset yang digunakan pada aplikasi, pada tiap-tiap menu terdapat tombol kembali untuk kembali ke menu utama.

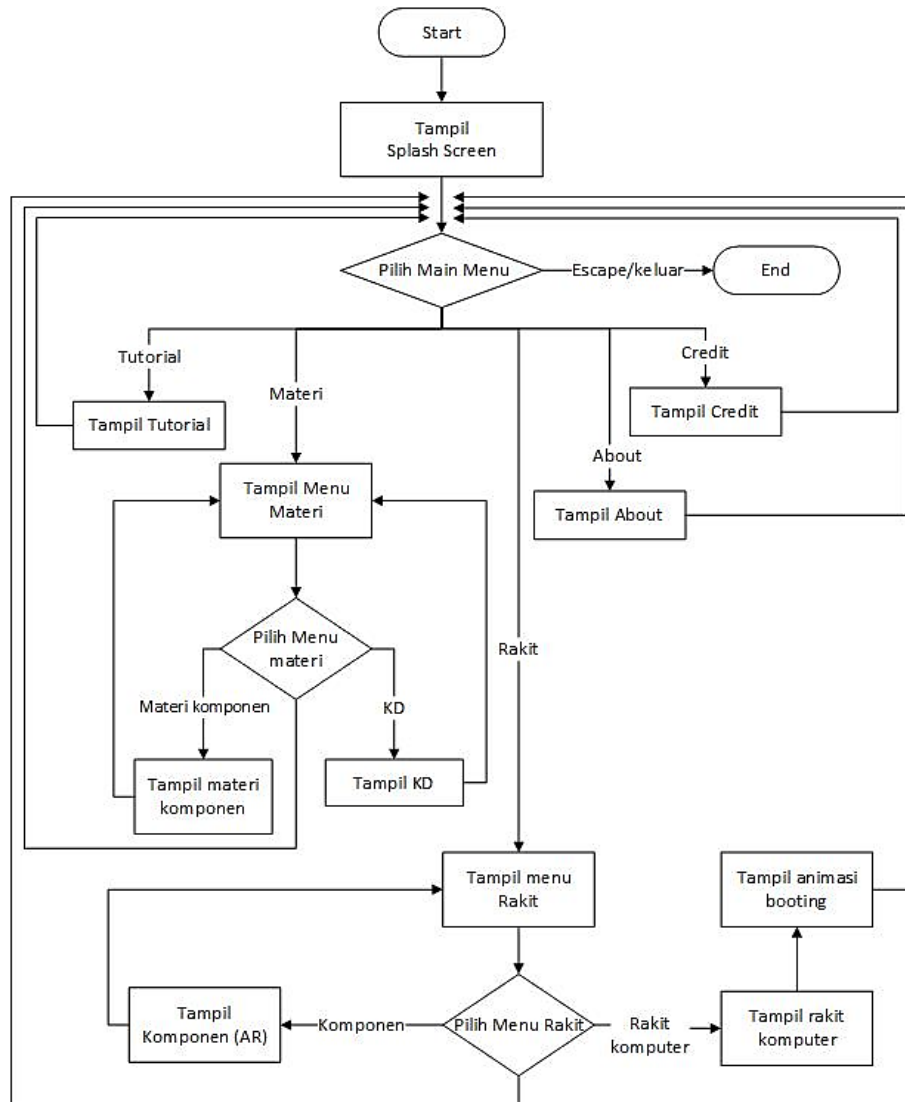
Selanjutnya, jika memilih menu materi maka akan ada pilihan KD dan menu materi komponen-komponen komputer seperti *motherboard*, ram, *processor*, dan lain-lain, jika memilih KD akan ditampilkan kompetensi dasar yang ada pada aplikasi ini, jika memilih menu materi komponen akan ditampilkan materi berupa video, gambar, dan teks sesuai dengan menu materi komponen yang dipilih, pada menu KD dan materi komponen juga terdapat pilihan untuk kembali ke menu materi. Pada menu rakit terdapat pilihan komponen, rakit komputer, dan kembali ke menu utama, jika memilih menu komponen akan ditampilkan menu komponen berupa fitur *augmented reality*, pada menu ini peserta didik memilih komponen yang akan dirakit dengan cara memindai tiap *marker* yang ada. Setelah seluruh komponen terkumpul peserta didik dapat merakitnya dengan memilih menu rakit komputer, pemasangan komponen-komponen komputer dilakukan dengan cara *drag and drop* tiap komponen kedalam slot pada *motherboard*, jika seluruh komponen telah terpasang dapat memilih tombol power dan akan ditampilkan animasi *booting* jika pemasangan tiap komponen benar.

Gambar 2 menyajikan beberapa desain antarmuka dari *Mobile Learning* berbasis *Augmented Reality* yang dikembangkan.

3.3 Pengembangan *Mobile Learning* berbasis *Augmented Reality*

Berdasarkan desain yang telah dirancang maka pengembangan *mobile learning* berbasis *augmented reality* dilakukan, yang secara umum terdiri dari beberapa kegiatan yang diantaranya adalah desain *marker*, desain model 3D, dan penulisan kode program. Proses pembuatan *marker* pada tahap ini menggunakan *software* Adobe Photoshop (Gambar 3) dengan menggabungkan gambar QRcode dan hasil *render* masing-masing model 3D komponen komputer menjadi sebuah gambar, hal ini dilakukan karena gambar pada QRcode dapat memperkaya *features* menjadikan kualitas pendeteksian oleh sistem menjadi sangat baik, dan gambar model komponen komputer memudahkan pengguna dalam mengenali komponen apa yang ada pada *marker* tersebut.

Proses selanjutnya setelah *marker* dibuat adalah membuat *database marker* yang akan digunakan untuk proses *development* pada unity, tiap *marker* yang dibuat diunggah ke website Vuforia untuk kemudian diunduh menjadi sebuah *database marker* dan diimport kedalam *project file* unity.



Gambar 1. Flowchart *Mobile Learning* berbasis *Augmented Reality*

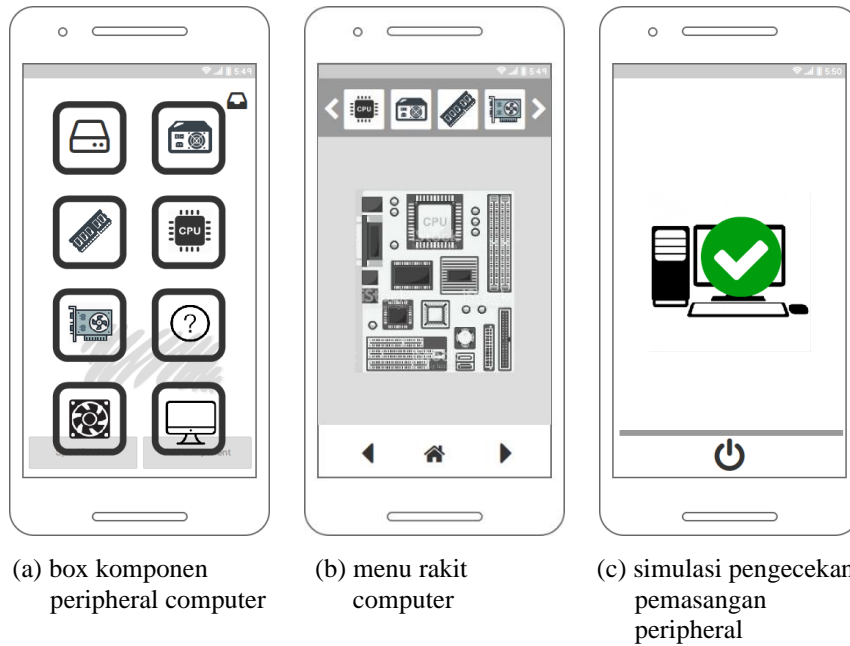
Tahap selanjutnya mempersiapkan *asset* model 3D komponen-komponen komputer yang akan digunakan dalam *mobile learning* berbasis *augmented reality* ini, *software* yang digunakan dalam pembuatan model 3D adalah Blender (Gambar 4). Model 3D dibuat dengan tetap mengacu pada *hardware* sesungguhnya agar dapat memberikan gambaran menyerupai aslinya kepada pengguna, dan sebagian lainnya modifikasi dari *free asset* dengan penyesuaian *texture* dan agar dapat diekspor sesuai dengan tipe file yang telah ditentukan oleh unity (Gambar 5).

Proses pembuatan *mobile learning* berbasis *augmented reality* ini menggunakan *software* Unity 2018.1.1f1, sementara untuk penulisan kode program digunakan Visual Studio 2017. Setelah *project* selesai sepenuhnya tanpa ada kendala *error*, langkah berikutnya yaitu *build project* menjadi APK. Sebelum proses *building* dilakukan ada tahapan yang harus dilakukan yaitu mengatur konfigurasi pada *player setting*, pertama mengisi identitas aplikasi berupa *product name* dan *company name*, kemudian mengunggah icon aplikasi dengan beberapa ukuran agar sesuai untuk seluruh API android, selanjutnya mengatur resolusi dan presentasi seperti skala resolusi, aspek rasio yang didukung, dan orientasi. Langkah berikutnya mengunggah *splash screen* yang aplikasi atau *company*, konfigurasi *rendering*, *identification* yang berisi *package name*, *version*, *bundle version*, dan *minimum API level*. Selain itu ada juga *configuration*, *optimization*, dan *logging*.

Berikutnya mengatur *publishing setting* dengan memasukkan *keystore* yang digunakan, hal ini penting jika aplikasi yang dibuat akan dipublish melalui Google Playstore. Terakhir, karena dalam aplikasi ini terdapat fitur *augmented reality* maka setingan *vuforia augmented reality* harus diaktifkan. Setelah

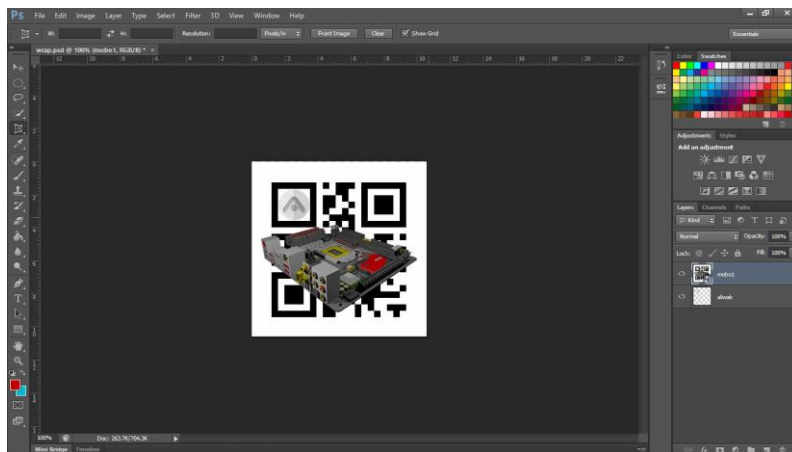


seluruh konfigurasi pada *player setting* sudah sesuai, maka proses *building* dapat dilakukan.

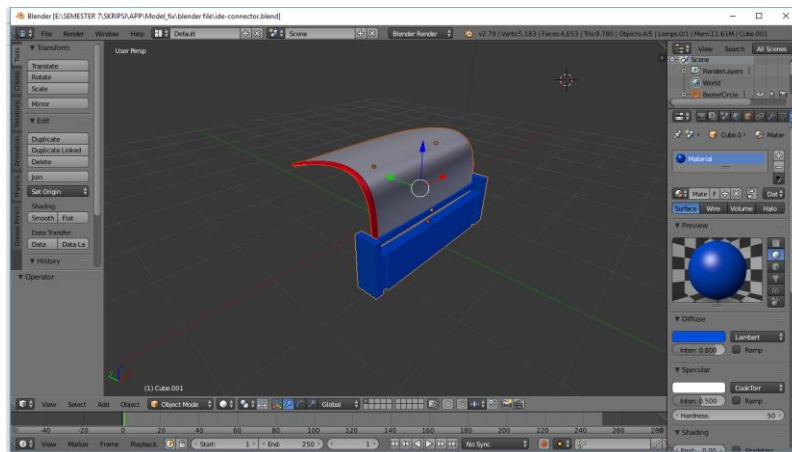


(a) box komponen peripheral computer (b) menu rakit computer (c) simulasi pengecekan pemasangan peripheral

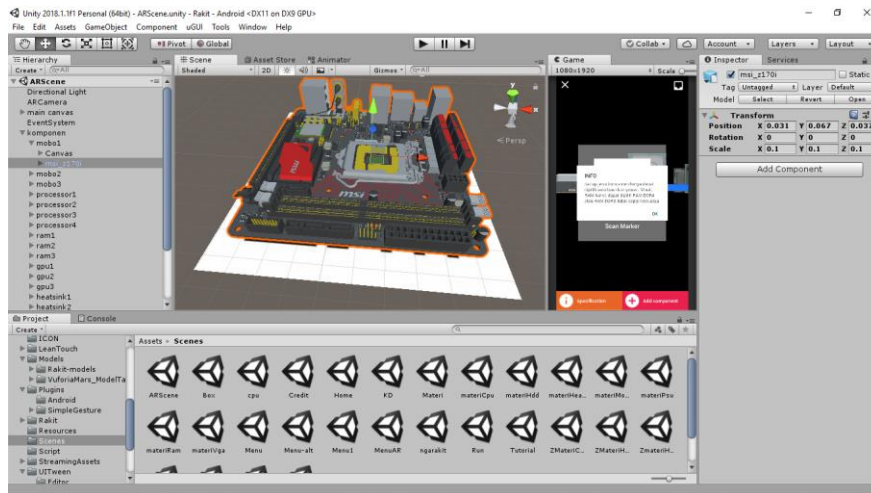
Gambar 2 Antarmuka *Mobile Learning* berbasis *Augmented Reality*



Gambar 3 Desain *Marker* dengan menggunakan Adobe Photoshop



Gambar 4 Pembuatan Model 3D dengan menggunakan Blender



Gambar 5 Model 3D dalam marker pada Unity 3D

3.4 Evaluasi *mobile learning* berbasis *augmented reality*

Evaluasi *mobile learning* berbasis *augmented reality* dilakukan dengan melibatkan 5 orang ahli sebelum kemudian diujikan ke siswa. Berdasarkan validasi oleh ahli media, diperoleh data sebagaimana yang ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Hasil validasi multimedia oleh ahli media

No	Kriteria utama	Jumlah kriteria turunan	Skor ideal	Perolehan skor	persentase
1	Mekanis	4	80	72	90%
2	Elemen multimedia	2	40	34	85%
3	Struktur informasi	2	80	70	87,5%
4	Dokumentasi	2	40	28	70%
5	Kualitas konten	5	260	228	86,9%
Total			500	432	86,4%
Kategori					Sangat baik

Berdasarkan Tabel 1, dapat dinyatakan bahwa media yang dikembangkan layak untuk digunakan dalam kelas pembelajaran. Hal itu tercermin dari perolehan secara keseluruhan dari hasil pengujian kelayakan. Rendahnya perolehan kriteria dokumentasi, karena memang tidak semua sumber yang digunakan dapat dicantumkan sumbernya, terutama yang berhubungan dengan materi yang sebagian besar dikonstruksi berdasarkan pengalaman.

Pengujian *mobile learning* berbasis *augmented reality* kepada siswa dilakukan dengan melibatkan 36 orang siswa dengan bidang keahlian Teknologi Komputer Jaringan. Respon siswa terhadap penggunaan *mobile learning* berbasis *augmented reality* direkam dengan menggunakan instrumen *multimedia mania*, dan hasilnya ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Penilaian siswa terhadap multimedia

No	Aspek	Jumlah responden	Jumlah kriteria	Skor ideal	Perolehan skor	Persentase
1	Mekanis	36	4	576	568	98,6%
2	Elemen multimedia	36	2	288	272	94,4%



3	Struktur informasi	36	2	576	520	90,3%
4	Dokumentasi	36	2	288	268	93,1%
5	Kualitas konten	36	5	1,872	1,812	96,8%
Total				3600	3440	95,6%
Kategori						Sangat Baik

Merujuk pada hasil tes siswa, didapatkan bahwa nilai tertinggi dari seluruh responden adalah 100 dan nilai terendah adalah 66,67 dengan rata-rata keseluruhan 84,4. Jika dilihat secara keseluruhan, rata-rata hasil evaluasi menunjukkan hasil yang lebih baik dengan rata-rata nilai yang diperoleh yaitu 84,4. Walaupun demikian, terdapat beberapa fenomena yang patut untuk ditinjau lebih jauh. Misalkan fenomena yang terjadi pada responden R16. Diketahui bahwa R16 mendapatkan nilai sebesar 86,67, dengan penilaian terhadap multimedia termasuk rendah jika dibanding yang lain, yaitu sebesar 80%. Jika diperhatikan lebih lanjut, aspek yang dinilai kurang oleh R16 adalah aspek struktur informasi sebesar 50%, dan aspek dokumentasi sebesar 50%, R16 menilai menu dan alur informasi belum disajikan secara logis dan intuitif. Setelah dilakukan wawancara secara langsung, R16 merasa kurang mengerti alur penggunaan multimedia, padahal di dalam multimedia terdapat menu tutorial cara penggunaan dan dijelaskan alur penggunaan multimedia, dan setelah dikonfirmasi memang R16 tidak membaca menu tutorial terlebih dahulu. Sedangkan aspek dokumentasi yang dinilai kurang sebetulnya tidak terlalu berpengaruh secara signifikan terhadap nilai yang didapatkan karena kriteria yang terdapat pada aspek dokumentasi adalah terkait dengan ketersediaan izin penggunaan dan sumber asset yang digunakan pada multimedia, dan pada multimedia ini sudah dicantumkan sumber asset-asset yang digunakan dalam menu *credit*.

Temuan lainnya adalah yang terjadi pada responden R2, nilai yang didapatkan adalah 73,33 namun penilaian terhadap multimedia sebesar 100%, hal serupa juga terjadi pada R30 yang mendapatkan nilai tes 66,67 namun penilaian yang diberikan terhadap multimedia sebesar 100%. Setelah dilakukan wawancara lebih lanjut R2 dan R30 mengakui tidak membaca keseluruhan materi yang disampaikan dalam multimedia terutama materi yang berupa teks. R2 dan R30 lebih tertarik melakukan simulasi perakitan karena ingin memainkan fitur *augmented reality* yang dapat menampilkan model 3D dari perangkat keras komputer. Hal ini tentu berpengaruh terhadap capaian nilai yang didapatkan. Namun, hal ini menjadi catatan bahwa multimedia yang dikembangkan perlu memperhatikan siswa yang berkecenderungan memiliki gaya belajar visual, meskipun sebagian konten materi sudah dikemas dalam bentuk video berupa video animasi cara pemasangan perangkat keras komputer, tidak semua materi dikemas dalam bentuk video seperti fungsi, jenis-jenis dan bagian-bagian perangkat keras komputer karena mempertimbangkan beban *memory* yang semakin besar.

Dari hasil penilaian terhadap multimedia dengan analisis berdasarkan pada nilai evaluasi yang didapat oleh peserta didik termasuk fenomena yang terjadi pada R16, R2, dan R30 dapat disimpulkan bahwa penilaian peserta didik selaku pengguna terhadap multimedia bersesuaian antara penilaian yang diberikan dengan nilai evaluasi yang didapatkan. Untuk mendukung hal tersebut dilakukan penghitungan korelasi *product moment* untuk mengetahui apakah terdapat keterhubungan antara gain yang didapatkan dengan penilaian yang diberikan terhadap multimedia. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai korelasi sebesar 0.68 dan termasuk dalam kriteria korelasi kuat. Nilai korelasi yang didapatkan tidak terlepas dari kendala dan kondisi di lapangan saat pengujian, kondisi yang terjadi diantaranya adalah:

- (a) Pada saat akan mengunggah *update app* ke *playstore*, mengalami kesalahan karena tidak sesuai dengan *requirement* ARCore yang terbaru, namun saat aplikasi diperbaiki dan sudah sesuai *requirement*, aplikasi hanya dapat berjalan pada *device* yang sudah support ARCore, sehingga pada saat pengujian di lapangan, file APK yang dapat berjalan di semua *device* diberikan secara langsung ke tiap *device* peserta didik tanpa melalui *playstore*.
- (b) Daya dukung *handphone* yang cukup beragam, dan terkendala dengan keterbatasan memory *handphone* yang kurang mendukung menjadikan beberapa peserta didik harus mengujinya secara



berkelompok, kondisi ini tentunya akan mempengaruhi pengalaman yang dialami oleh peserta didik.

- (c) Waktu pengujian yang juga terbatas, sehingga tidak dapat menguji keseluruhan kemungkinan kombinasi pemasangan peripheral. Di dalam multimedia disajikan tujuh komponen komputer yang akan dirakit dengan masing-masing komponen terdapat tiga jenis komponen.

4. Kesimpulan

Secara keseluruhan, dapat dikatakan bahwa *mobile learning* berbasis *augmented reality* dapat mendukung pembelajaran perakitan komputer dalam ranah kognitif dan psikomotorik. Hal ini didasarkan pada hasil pengujian yang dilakukan oleh siswa dan didapatkan bahwa seluruh peserta didik dapat melakukan perakitan komputer hingga berhasil dinyalakan tanpa ada kesalahan. Pemahaman siswa terhadap berbagai kombinasi pemasangan peripheral relatif meningkat dan cenderung untuk dapat menginterpretasi potensi kerusakan yang dapat terjadi jika perakitan tetap dilakukan pada situasi peripheral yang tidak saling mendukung. Walaupun demikian, aspek psikomotorik yang terbangun tetaplah bukanlah merupakan aspek psikomotor yang seharusnya dimiliki oleh siswa, karena hanya menggunakan simulasi. Siswa tetap memerlukan pengalaman secara nyata dalam melakukan pembongkaran komputer untuk kemudian melakukan perakitan kembali.

Berdasarkan respon pengguna, pengembangan *mobile learning* berbasis *augmented reality* selanjutnya perlu memperhatikan kejelasan menu dan fungsi yang lebih mudah dipahami oleh pengguna. Selain itu, materi berupa teori yang disajikan perlu dibuat lebih menarik baik berupa gambar maupun video dengan tetap memperhatikan beban memori aplikasi *mobile learning* tersebut.

Daftar Referensi

- Attewell, J. (2005). *The Mobile Technology and Learning*. London: Learning and Skills Development Agency.
- Billinghurst, M. (2002). *Augmented Reality in Education*. Retrieved from <http://www.newhorizons.org>
- Billinghurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). A Survey of Augmented Reality. *Foundations and Trends® Human-Computer Interaction*, 73-272.
- Elmqaddem, N. (2019). Augmented Reality and Virtual Reality in Education. Myth or Reality? *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(3), 234-242. doi:<https://doi.org/10.3991/ijet.v14i03.9289>
- Hanafi, F. H., & Samsudin, K. (2012). Mobile Learning Environment System (MLES): The Case of Android-base Learning Application on Undergraduates' Learning. *(IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications*.
- Kangdon, L. (2012). The Future of Learning and Training in Augmented Reality. *InSight: A Journal of Scholarly Teaching*, 7, 31 - 42.
- Martono, K. T., & Nurhayati, O. D. (2014). Implementation of android based mobile learning application as a flexible learning media. *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*.
- Nash, S. S. (2007). Mobile Learning, Cognitive Architecture and the Study of Literature. *Informing Science and Information Technology*, 7, 811-818. doi:<https://doi.org/10.28945/3179>
- OECD/Asian Development Bank. (2015). *Reviews of National Policies for Education - Education in Indonesia : RISING TO THE CHALLENGE*. Paris: OECD Publishing.
- Sudjarwo. (2011). *Mengenal Model Pembelajaran*. Surabaya: Jenggala Pustaka Utama.
- Susanto, R., & Sudira, P. (2016). Evaluasi Sarana dan Prasarana Praktik Teknik Kputer dan Jaringan di SMK Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Pendidikan Vokasi*.
- Uther, M. (2019). Mobile Learning-Trends and Practices. *Education Sciences*, 9(1), 33. doi:<https://doi.org/10.3390/educsci9010033>
- Uygur, M., Yelken, T. Y., & Akay, C. (2018). Analyzing the Views of Pre-Service Teachers on the Use of Augmented Reality Applications in Education. *European Journal of Educational Research*, 7(4), 849-860.