



Pengenalan Aplikasi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Konstruksi Bangunan Berbasis Android

Rahmad Kurniawan*, Muhammad Luthfi Hamzah, Tengku Khairil Ahsyar, Eki Saputra, Syaifullah

Sains dan Teknologi, Sistem Informasi, Universitas Islam Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru

Jl. HR. Soebrantas Km.15 Simpang Baru, 28293, Pekanbaru, Riau, Indonesia

Email: ^{1*}11850312484@students.uin-suska.ac.id, ²muhammad.luthfi@uin-suska.ac.id, ³tengkuhairil@uin-suska.ac.id,

⁴eki.saputra@uin-suska.ac.id, ⁵Syaifullah@uin-suska.ac.id

Email Penulis Korespondensi: 11850312484@students.uin-suska.ac.id

Submitted: 23/12/2022; Accepted: 14/01/2023; Published: 21/01/2023

Abstrak—Augmented Reality merupakan teknologi yang menggabungkan objek virtual ke dalam lingkungan nyata dan kemudian memproyeksikannya pada saat yang bersamaan. Penerapan pengajaran berbasis ICT (Information, Communication and Technology) atau yang lebih dikenal dengan TIK (Teknologi, Informasi dan Komunikasi) di SMKN 2 Pekanbaru yang mendukung berbagai sarana terkait IT mulai dari Jaringan, Software dan Hardware. Khususnya pada jurusan teknik menggambar bangunan, penggunaannya cukup baik untuk mendukung pembelajaran, seperti perangkat lunak yang mendukung program CAD. Selain itu, SMKN 2 Pekanbaru juga memiliki perangkat keras pendukung seperti komputer, laptop dan tablet. Berdasarkan hal tersebut, terciptanya aplikasi augmented reality Konstruksi Bangunan sebagai media pembelajaran yang inovatif dan menarik dapat memaksimalkan penggunaan fasilitas sekolah yang telah disediakan. Penelitian ini menggunakan metode Agile sebagai metode desain aplikasi yang berfokus pada pengembangan lanjutan dan Unity 3D sebagai perangkat lunak Aplikasi augmented reality Konstruksi Bangunan, Serta Vuforia SDK sebagai perangkat yang memungkinkan pembuatan aplikasi augmented reality. Penelitian ini juga menggunakan black box dan system usability scale (SUS) dengan kategori “Good” sebesar 70,075% sebagai metode pengujian aplikasi yang menghasilkan evaluasi dari learnability sebesar 96%, efficiency matrix sebesar 0,001/det, dan error metrix sebesar 0,11.

Kata Kunci: Augmented Reality; Media Pembelajaran; Android; Agile; System Usability Scale

Abstract—Augmented Reality is a technology that combines virtual objects into a real environment and then projects these differences at the same time. The application of ICT-based teaching (Information, Communication and Technology) or better known as TIK (Technology, Information and Communication) at SMKN 2 Pekanbaru which supports various IT-related means starting from Network, Software and Hardware. Especially in the building drawing engineering major, the use of IT is good enough to support learning, such as software that supports CAD programs. In addition, SMKN 2 Pekanbaru also has supporting hardware such as computers, laptops and tablets. Based on this, the creation of building construction augmented reality applications as an innovative and interesting learning media can make maximum use of the school facilities that have been provided. This study uses the Agile method as an application design method that focuses on advanced development and Unity 3D as software in building construction augmented reality applications, As well as the Vuforia SDK as a device that allows the creation of augmented reality applications. This study also uses the black box and system usability scale (SUS) with the Category “Good” of 70.075% as a method of application testing that produces an evaluation of learnability of 96%, efficiency matrix of 0.001/SEC, and error metrix of 0.11.

Keywords: Augmented Reality; Learning Media; Android; Agile; System Usability Scale

1. PENDAHULUAN

Pada masa sekarang ini dunia pendidikan mulai berubah secara dramatis, hal ini diakibatkan oleh tingginya pertumbuhan teknologi yang diperkirakan menuju pada kemajuan yang positif[1]–[3]. Kemajuan TIK sendiri memungkinkan untuk menghasilkan berbagai macam media pembelajaran multimedia yang dapat membantu dan menginspirasi siswa untuk mempelajari berbagai konsep salah satunya konstruksi bangunan. Penggunaan teknologi informasi, dipercaya dapat meningkatkan mutu dan kualitas dari pendidikan[4].

Pengenalan konstruksi bangunan pada siswa sekolah menengah kejuruan sering terdapat kendala mulai dari pembelajaran yang kurang menarik hingga kurangnya pemahaman dalam mengidentifikasi sebuah objek dasar bangunan[2]. Hal ini dikaitkan dengan beberapa modul belajar yang kurang inovatif sehingga menurunkan semangat belajar dan keingintahuan siswa[5].

Pada era globalisasi saat ini banyak sekali media pembelajaran yang berkembang sesuai dengan kebutuhan masyarakat, studi bagaimana teknologi membantu dalam pembelajaran siswa merupakan masalah yang penting dalam pengembangan teknologi pendidikan, salah satunya adalah media pembelajaran augmented reality[6]. Strategi pembelajaran yang biasanya dilakukan adalah memasukkan prinsip-prinsip permainan kedalam konten pendidikan agar lebih menarik dan mudah dipahami[7], [8]. Selain itu, cara terbaik dalam mengelola pergeseran budaya dan teknologi yang diproyeksikan bahwa teknologi akan lebih maju kerarah yang lebih kuat, hal ini dibuktikan dengan adanya GPS, Location-Aware dan Wifi yang tersedia dimana-mana. Hal ini dapat memberikan kualitas yang baik pada multimedia dan pemrosesan komputer, sehingga diperlukannya penelitian lebih lanjut tentang bagaimana teknologi ini dapat digunakan untuk mempromosikan pembelajaran[9], [10]. Augmented reality merupakan elemen dunia virtual yang digabungkan, berinteraksi serta menampilkan objek 3D secara bersamaan[11]. Dengan menambah apa yang kita lihat, cium, dengar dan rasakan augmented reality menjadi usaha dalam meningkatkan representasi real-time dari lingkungan alam dengan grafis dan peningkatan lainnya[12]–[14].

Sehingga apabila dikombinasikan dengan pendidikan augmented reality dapat meningkatkan daya tarik pengajar dan pembelajaran bagi siswa[15].

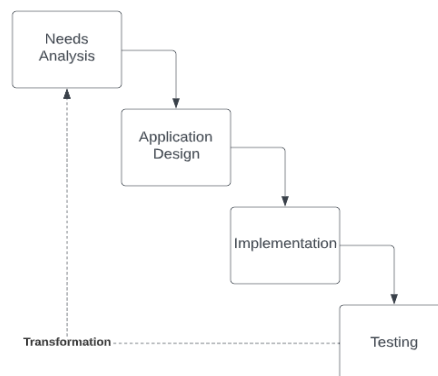
SMKN 2 Pekanbaru telah menggunakan pengajaran berbasis ICT (Information, Communication, and Technology) atau lebih dikenal dengan TIK (Teknologi, Informasi dan Komunikasi) yaitu sekolah ini telah mendukung sarana dan prasarana tentang IT baik dalam jaringan internet, software, hingga hardware yang telah tersedia. Khususnya pada jurusan TGB (Teknik Gambar Bangunan) yang telah menggunakan hardware seperti komputer, laptop dan tablet yang mendukung beberapa software program CAD seperti AutoCAD, Sketchup, 3Ds Max, Blender 3D dan lain sebagainya. Namun ada beberapa hardware yang belum digunakan secara maksimal yaitu tablet. Tablet yang tersedia di SMKN 2 Pekanbaru memiliki OS android dan hanya digunakan sebagai media browsing dan download. Maka berdasarkan hal tersebut, penelitian ini muncul untuk mengenalkan aplikasi augmented reality sebagai media pembelajaran konstruksi bangunan berbasis android yang diharapkan dapat memberikan inovasi media pembelajaran yang menarik serta dapat memaksimalkan penggunaan hardware pada SMKN 2 Pekanbaru[16].

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Pramono dan Setiawan dalam jurnalnya yang berjudul “Pemanfaatan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Buah-Buahan”[17] Dimana penelitian tersebut dilakukan untuk memanfaatkan augmented reality sebagai media ajar bagi siswa sekolah dasar dalam pengenalan berbagai macam buah dengan metode MDLC (Multimedia Development Life Cycle) dengan melakukan pengujian secara acak yang tidak terpusat pada sekolah tertentu, sedangkan penelitian ini menggunakan metode Agile Development sebagai metode pengembangan yang cepat karena berfokus pada design-codetest one day[18], [19]. Selain itu beberapa penelitian yang dilakukan Alifah dkk (2021) yang berjudul “Pemanfaatan Augmented Reality untuk Koleksi Kain Tapis (Studi Kasus: UPTD Museum Negeri Provinsi Lampung)”[20]. Penelitian ini menggunakan ISO25010 sebagai model pengukuran kualitas. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan System Usability Scale sebagai model pengukuran yang berfokus pada evaluasi Learnability, Efficiency, dan Error Matrix yang dilakukan oleh 5 partisipan secara acak dari 20 partisipan yang tersedia. Beberapa penelitian lain yaitu pertama, irwansyah dkk (2018) yang berjudul “Augmented Reality (AR) Technology on The Android Operatin System in Chemistry Learning”[21], kedua, penelitian yang dilakukan Jumarlis (2018) yang berjudul “Aplikasi Pembelajaran Smart Hijaiyah Berbasis Augmented Reality”[22], dan ketiga penelitian yang dilakukan oleh Nazilah dan Ramadhan (2021) yang berjudul “ Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran untuk pengenalan Landmark Negara-Negara ASEAN berbasis Android dengan Menggunakan Metode Marker Based Tracking”[23]. Sama seperti beberapa penelitian tersebut, metode marker-based tracking memungkinkan untuk menampilkan objek berdasarkan marker yang telah disediakan. Oleh karena itu pada penelitian ini penulis juga menggunakan metode marker-based tracking sebagai metode tracking pada pembuatan aplikasi Augmented Reality Konstruksi Bangunan ini[24]. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperkenalkan media pembelajaran yang inovatif menggunakan augmented reality sekaligus sebagai pemanfaatan hardware yang dimiliki sekolah secara maksimal. Hal ini diupayakan untuk meningkatkan media pembelajaran serta meingkatkan kemauan belajar siswa pada SMKN 2 Pekanbaru.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahap penelitian yang dilakukan adalah (1) Analisa Kebutuhan, (2) Tahap perancangan aplikasi, (3) Tahap Impelementasi, dan (4) Tahap Pengujian.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

2.1.1 Analisa Kebutuhan

Pada tahap ini dilakukannya analisa kebutuhan mulai dari kebutuhan fungsional yang terdiri dari kebutuhan-kebutuhan layanan yang nantinya harus disediakan oleh sistem, mencakup bagaimana sistem harus bereaksi



terhadap input tertentu dan bagaimana perilaku sistem pada situasi tertentu, kebutuhan non-fungsional yang terdiri dari kebutuhan yang menitikberatkan pada property perilaku yang dimiliki oleh sistem, hingga kebutuhan pengguna yang berisi kebutuhan-kebutuhan yang harus dimiliki pengguna sebelum menggunakan sistem. Data yang didapatkan berasal dari wawancara yang dilakukan dengan guru mata pelajaran konstruksi bangunan yaitu Ibu Desi Ratnasari, S.Pd. selaku kepala program keahlian teknik bangunan. Serta observasi yang dilakukan di SMKN 2 Pekanbaru untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

2.1.2 Perancangan Aplikasi

Pada tahap ini dilakukannya perancangan aplikasi yang dilakukan untuk mendesain suatu aplikasi yang mempunyai tahapan-tahapan kerja yang tersusun secara logis dan dimulai dari pengumpulan data yang diperlukan guna pelaksanaan perancangan tersebut. Perancangan aplikasi terdiri dari diagram UML yang mencakup Use Case Diagram dan Activity diagram. Dengan aktor yang terlibat pada aplikasi dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Aktor

No	Aktor	Deskripsi
1.	User	Orang yang berinteraksi dengan sistem, yaitu pengguna yang dapat menggunakan semua fungsi yang disediakan oleh sistem.

2.1.3 Implementasi

Pada tahap ini peneliti membangun keseluruhan aplikasi berdasarkan rancangan interface yang telah dibuat sebelumnya. Meliputi, marker sebagai target kamera dalam menampilkan objek 3D yang ada. Selanjutnya pengkodean yang berisi kodingan-kodingan yang digunakan pada seluruh alur pembuatan sistem. Dan terakhir implementasi halaman sistem sesuai dengan perancangan interface yang telah di buat sebelumnya.

2.1.4 Pengujian

Pada tahap ini peneliti melakukan pengujian sistem mulai dari pengujian blackbox yang dilakukan berdasarkan kebutuhan fungsional yang telah di tentukan pada analisa kebutuhan yang dilakukan. Hal ini dilakukan untuk menguji apakah sistem telah memenuhi kebutuhan yang diinginkan berdasarkan tujuan dan hasil yang diinginkan dalam pembuatan aplikasi augmented reality ini.

Tabel 2. Pengujian Blackbox

No	Aktivitas Pengujian	Hasil Yang diharapkan	Kesimpulan
1.	Masuk menu utama aplikasi AR Konstruksi bangunan	Menu Utama ditampilkan	diterima [v] ditolak []
2.	Mendeteksi Marker	Muncul objek 3D ketika kamera diarahkan pada marker	diterima [v] ditolak []
3.	Memunculkan Deskripsi	Muncul deskripsi ketika button deskripsi ditekan dan deksripsi objek muncul mengikuti objek 3D yang muncul	diterima [v] ditolak []
4.	Halaman informasi	Memunculkan halaman informasi	diterima [v] ditolak []
5.	Halaman bantuan	Memunculkan halaman bantuan	diterima [v] ditolak []
6.	Halaman download marker google drive	Beralih ke google drive ketika tombol download marker di tekan	diterima [v] ditolak []

Selanjutnya dilakukan pengujian system usability scale (SUS), pengujian ini dilakukan dengan menguji aplikasi yang dilakukan 20 partisipan yang dipilih secara acak dari 3 kelas yang dikhususkan pada jurusan Teknik Gambar Bangunan di SMKN 2 Pekanbaru. Selanjutnya dari 20 partisipan ini akan diambil 5 data acak yang akan melakukan evaluasi learnability matrix, Effectifness, dan Error rate matrix. Yang selanjutnya akan diperoleh nilai-nilai yang dibutuhkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Kebutuhan

Pada tahap ini, komunikasi dibutuhkan untuk mendapatkan informasi aplikasi yang dibutuhkan pengguna. Hal ini terkait dengan wawancara bersama Ibu Desi Ratnasari, S. Pd. selaku ketua teknik bangunan pada SMKN 2 Pekanbaru. Selain itu data juga didapatkan melalui observasi dan studi pustaka. Berdasarkan hal tersebut berikut kebutuhan-kebutuhan yang dibutuhkan dalam pengembangan aplikasi augmented reality konstruksi bangunan ini

3.1.1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional dibutuhkan untuk menentukan layanan apa saja yang nantinya harus disediakan oleh sistem, mencakup bagaimana sistem bereaksi pada input tertentu dan bagaimana perilaku sistem pada situasi tertentu. Berikut kebutuhan fungsional dari aplikasi augmented reality sebagai media pembelajaran konstruksi bangunan yaitu:

- a. Sistem dapat mendeteksi marker yang tersedia
- b. Sistem dapat memunculkan objek 3D pada kamera AR
- c. Sistem dapat memunculkan deskripsi dari objek 3D yang muncul
- d. Sistem dapat memunculkan halaman informasi
- e. Sistem dapat memunculkan halaman bantuan
- f. Sistem dapat memunculkan halaman download dari button download marker

3.1.2 Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional dibutuhkan untuk berfokus pada properti perilaku yang dimiliki oleh sistem. Kebutuhan non-fungsional juga biasa disebut sebagai batasan layanan atau fungsi yang ditawarkan sistem. Mulai dari minimum spesifikasi hardware yang digunakan seperti hardware komputer dan hardware smartphone yang digunakan dalam membuat serta menjalankan aplikasi augmented reality konstruksi bangunan yang dapat dilihat pada tabel 3 dan 4 dibawah ini:

Tabel 3. Minimum spesifikasi komputer

No	Aktivitas Pengujian	Hasil Yang diharapkan
1.	Processor	CPU dengan komabilitas SSE2
2.	RAM	2 GB atau lebih
3.	Penyimpanan	Minimal 4GB
4.	Graphic Card	GPU dengan komabilitas DirectX 10
5.	Operating System OS	Windows 7SP1+, 8, 10, 64-Bit; Mac OS X 10.9+

Tabel 4. Minimum spesifikasi Smartphone untuk Vuforia Engine

No	Aktivitas Pengujian	Hasil Yang diharapkan
1.	RAM	2 GB atau lebih
2.	Vuforia Engine Feature	NDK r21+, Gradle 6.7.1+, 30.0.3+, Android studio 2020.3+ dan Unity Editor 2021.3.0+
3.	Graphic Api Support	OpenGL ES 3.x & Vulkan
4.	Operating System OS	Android Version 8.0 (Oreo) or Later

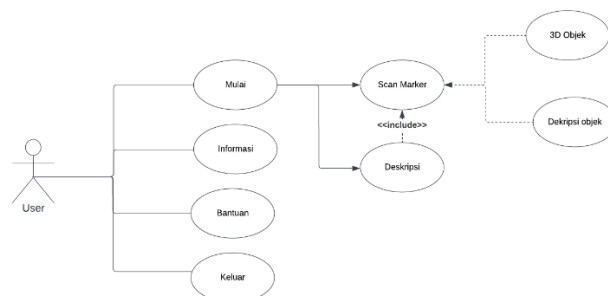
3.1.3 Kebutuhan Pengguna

Suatu aplikasi dapat berjalan optimal apabila pengguna memiliki kemampuan untuk menjalankan aplikasi yang bersangkutan. Untuk menjalankan aplikasi augmented reality konstruksi bangunan setidaknya harus memiliki:

- a. Pengalaman mengoperasikan smartphone android
- b. Terinstall dengan baik dan dapat dijalankan aplikasi pada perangkat android
- c. Menguasai bahasa indonesia
- d. Mengetahui cara kerja dari augmented reality

3.2 Perancangan Aplikasi

Perancangan aplikasi dilakukan untuk mendesain suatu aplikasi yang mempunyai tahapan-tahapan kerja yang tersusun secara logis dimulai dari pengumpulan data secara kuantitatif guna pelaksanaan perancangan aplikasi ini. Berdasarkan hal tersebut aplikasi dirancang menggunakan pendekatan berorientasi objek yaitu UML (Unified Modelling Language).



Gambar 2. Use Case Diagram

Dengan deskripsi dari setiap use case yang digunakan dalam aplikasi augmented reality sebagai media pembelajaran konstruksi bangunan. Dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Deskripsi Use Case Diagram

No	ID	Use Cases	Description
1.	UC-1	Mulai	Use Case ini menggambarkan user memulai aplikasi pada system
2.	UC-2	Informasi	Use Case ini menggambarkan user melihat informasi terkait aplikasi pada sistem.
3.	UC-3	Bantuan	Use Case ini menggambarkan user melihat bantuan terkait tata cara menggunakan aplikasi pada sistem.
4.	UC-4	Keluar	Use case ini menggambarkan user keluar dari aplikasi pada sistem.
5.	UC-5	Scan Marker	Use case ini menggambarkan user harus melakukan scan pada marker untuk menampilkan objek konstruksi bangunan.
6.	UC-6	Deskripsi	Use case ini menggambarkan user menekan tombol deskripsi yang tersedia di scan marker
7.	UC-7	3D Objek	Use case ini menggambarkan user melihat 3D objek yang keluar setelah scan marker
8.	UC-8	Deskripsi Objek	Use case ini menggambarkan user melihat deskripsi objek setelah objek di scan

3.2.1 Perancangan Interface

Perancangan interface dilakukan sebagai sarana pengembangan sistem yang digunakan untuk membuat komunikasi menjadi lebih mudah dan konsisten antara sistem dan user. Penekanan sistem antar muka meliputi tampilan yang baik, yang mudah dipahami dan tampilan menu-menu yang mudah untuk dimengerti.

a. Perancangan Halaman Menu Utama

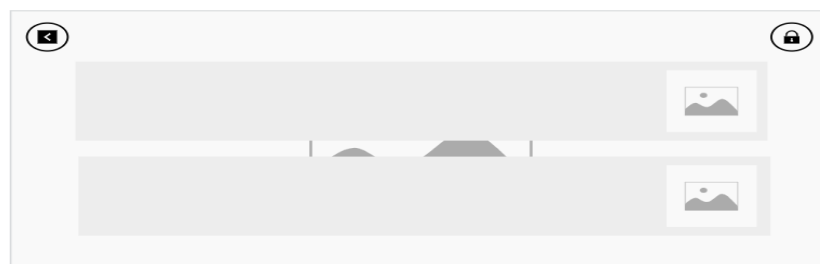
Pada halaman menu utama, sistem menampilkan menu yang bisa dipilih user seperti: Mulai, Informasi, Bantuan, dan Keluar perancangan sistem antarmuka menu utama dapat dilihat pada gambar 4 berikut



Gambar 3. Interface Halaman Menu Utama

b. Perancangan Halaman Informasi

Halaman informasi berisi tampilan informasi seputar penulis dan kegunaan aplikasi. Perancangan aplkikasi dapat dilihat pada gambar 5 berikut



Gambar 4. Interface Halaman informasi

3.3 Implementasi Aplikasi

a. Menu utama

Pada halaman menu utama terdapat 4 tombol yaitu tombol Mulai, tombol Bantuan, tombol Informasi, dan Tombol Keluar.



Gambar 5. Menu Utama

b. Menu Informasi

Pada halaman menu informasi terdapat informasi penulis dan kegunaan aplikasi augmented reality konstruksi bangunan ini.



Gambar 6. Menu Informasi

3.4 Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan pengujian blackbox dan pengujian system usability scale (SUS) berdasarkan evaluasi yang dilakukan setelah responden menggunakan aplikasi berjumlah 20 partipan yang merupakan siswa teknik gambar bangunan di SMKN 2 Pekanbaru. Pada pengujian system usability scale (SUS) dilakukan 3 tahap analisa yaitu analisa learnability matrix, efficiency matrix, dan Error Matrix.

3.4.1 Hasil Analisa Learnability Matric

Learnability Matrix digunakan untuk mengukur tingkat kemudahan aplikasi bagi pengguna untuk menyesuaikan dan belajar, terutama bagi pengguna yang berinteraksi langsung dengan aplikasi untuk pertama kalinya. Berikut 3 kriteria penilaian, yaitu

- a. Success (s): menunjukkan tugas dilakukan oleh pengguna berhasil tanpa kesalahan apapun.
- b. Partially Succesfully (PS): menunjukkan tugas yang dilakukan mencapai tujuan namun memiliki beberapa kesalahan saat mengerjakan.
- c. Failed (F): menunjukkan tugas yang dilakukan oleh pengguna gagal dan tidak dapat menyelesaikan tugas.

Tabel 6. Data Tingkat Keberhasilan Mendeteksi Marker

Rep	Scenario				
	S1	S2	S3	S4	S5
R1	S	S	S	S	S
R2	S	S	S	PS	S
R3	S	S	S	S	S
R4	S	S	S	S	S
R5	S	S	S	PS	S

Table 7. Succes Rate Data on The Object Scene Feature

Rep	Scenario				
	S1	S2	S3	S4	S5
R1	S	S	S	S	S
R2	S	S	S	S	S
R3	S	S	S	PS	S
R4	S	S	S	S	S
R5	S	S	S	S	S

$$\text{Success Rate} = \frac{(\text{SuccessTak} + (\text{PartialSuccessTask} \times 0.5))}{\text{TotalTask}} \times 100\%$$

$$\text{Success Rate} = \frac{(123+(7 \times 0.5))}{26 \times 5} \times 100\% = 96\%$$

3.4.2 Hasil Analisa Effecency Matrix

Aspek efficiency dapat dilakukan dengan menghitung waktu yang digunakan oleh responden dalam menyelesaikan tugas yang telah diberikan oleh penguji, apakah tugas telah selesai atau gagal menyelesaikan tugas. Waktu dihitung dari awal peserta mengerjakan tugas hingga penyelesaian tugas. Waktu dihitung menggunakan satuan detik.

Tabel 8. Hasil Analisa Efficiency Matrix

Rep	Time						Time Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
R1	14	46	51	31	48	36	226
R2	36	50	46	34	44	36	246
R3	47	60	38	42	49	40	276
R4	28	53	27	30	50	37	225
R5	20	49	42	37	39	39	226

Efficiency matrix dihitung menggunakan rumus time-based efficiency. Untuk menghitung time-based efficiency, kami menggunakan rumus.

$$\text{Time Based Efficiency} = \frac{\sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^N \frac{N_{ij}}{T_{ij}}}{NR}$$

$$= \frac{\frac{1}{226} + \frac{1}{246} + \frac{1}{276} + \frac{1}{225} + \frac{1}{226}}{180} = 0.0001 \text{ goals/sec}$$

Dari hasil perhitungan efficiency berdasarkan waktu yang telah dilakukan, menunjukkan hasil evaluasi komponen efficiency sebesar 0,001 goals/detik

3.4.3 Hasil Analisa Error Matrix

Dalam mengukur tingkat kesalahan data yang diperoleh berdasarkan pada jumlah kesalahan yang dilakukan oleh responden pada setiap langkah atau kesempatan yang telah diberikan.

Tabel 9. Hasil Analisa Error Matrix

Rep	Scenario					
	T1	T2	T3	T4	T5	T8
R1	0	2	0	0	1	1
R2	0	2	1	1	1	1
R3	1	0	0	1	0	0
R4	0	1	1	0	1	1
R5	0	0	2	1	1	0

$$\text{Error Rate} = \frac{\text{Total Defecis}}{(\text{Oppurtunities} \times \text{TotalParticipant})}$$

$$\text{Error Rate} = \frac{20}{26 \times 5} = 0.15$$

Berdasarkan perhitungan error matrix ang telah dilakukan, hasil evaluasi error dari 5 peserta tes dan 6 skenario tugas adalah 0,15. Berdasarkan nilai rata-rata untuk error rate adalah 0,7, sehingga menunjukkan aspek kesalahan dalam Aplikasi Augmented Reality Kosntruksi Bangunan masih di atas rata-rata.

3.4.4 System Usability Scale (SUS)

Berdasarkan data tabel 10. berikut merupakan data kuisisioner system usability scale yang dilakukan oleh 20 partisipant. Pernyataan diurutkan dengan urutan angka ganjil dihitung menggunakan rumus (xi-1), dan pernyataan dengan urutan angka genap dapat dihitung menggunakan rumus (5-xi) dimana angka xi adalah angka pada sekala Likert yang dipilih oleh responden dalam kuisisioner yang telah diberikan.

Tabel 10. Hasil dari Penjumlahan Nilai SUS

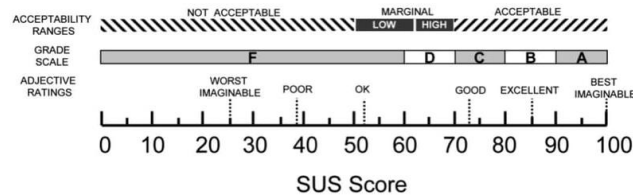
Rep	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Total
1	5	1	5	2	5	1	5	1	5	4	36
2	5	1	5	2	5	1	5	1	5	4	36
3	5	1	5	2	4	2	4	2	3	2	32
4	4	2	4	3	4	2	3	2	3	4	25
5	5	1	5	2	5	1	5	1	5	4	36
6	5	1	5	2	5	1	5	1	5	4	36

Rep	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Total
7	5	1	5	2	4	2	3	2	4	4	30
8	4	2	4	3	4	2	3	2	3	4	25
9	5	2	5	2	5	2	4	2	4	4	31
10	5	1	5	1	4	1	3	1	5	2	36
...
20	5	2	5	2	5	2	5	2	5	4	33

Langkah selanjutnya adalah menjumlahkan hasil dari setiap pernyataan, kemudian hasilnya dikalikan dengan 2.5. kemudian lakukan pada setiap responden.

$$\text{Average Score of SUS} = \frac{\sum x}{n} = \frac{1401.5}{20} = 70.075$$

Berdasarkan hasil tersebut, dilakukanlah interpretasi data pada nilai rata – rata menggunakan skala interpretasi skor SUS yang dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini



Gambar 7. Skala Interpretasi Skor SUS

4. KESIMPULAN

Pengujian pada penelitian ini menggunakan blackbox dengan tingkat keberhasilan sistem 100% dapat dijalankan sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah ditentukan. Metode usability dilakukan dan diketahui bahwa hasil evaluasi dari learnability, efficiency, dan error matrices dari pengujian 20 partisipan yang menghasilkan nilai learnability metric sebesar 96%, efficiency matrix menghasilkan nilai 0,001 gol/detik, dan nilai error matrix diperoleh dari pengujian yaitu 0,11. Hasil evaluasi satisfaction metrics menggunakan kuesioner system usability scale (SUS) yang diperoleh dari 20 responden didapatkan nilai rata-rata skor system usability scale sebesar 70,075 %. Sehingga masuk dalam kategori acceptable dengan rating skala kelas C dengan deskripsi “Good” dan aplikasi ini diharapkan dapat meningkatkan inovasi dalam meningkatkan media pembelajaran khususnya pembelajaran konstruksi bangunan sehingga dapat memicu keingintahuan siswa dalam proses belajar mengajar.

REFERENCES

- [1] W. Huang, H. Xiang, and S. Li, “The application of augmented reality and unity 3D in interaction with intangible cultural heritage,” *Evol Intell*, 2019, doi: 10.1007/s12065-019-00314-6.
- [2] C. N. Peterson, S. Z. Tavana, O. P. Akinleye, W. H. Johnson, and M. B. Berkmen, “An idea to explore: Use of augmented reality for teaching three-dimensional biomolecular structures,” *Biochemistry and Molecular Biology Education*, vol. 48, no. 3, pp. 276–282, May 2020, doi: 10.1002/bmb.21341.
- [3] J. Leach, C. Lewin, and M. Pearson, “Joining forces: Introducing Learning, Media and Technology incorporating Education, Communication & Information,” *Learning, Media and Technology*, vol. 31, no. 1, pp. 1–3, Mar. 2006. doi: 10.1080/17439880500515408.
- [4] M. Sarosa, A. Chalim, S. Suhari, Z. Sari, and H. B. Hakim, “Developing augmented reality based application for character education using unity with Vuforia SDK,” in *Journal of Physics: Conference Series*, Nov. 2019, vol. 1375, no. 1. doi: 10.1088/1742-6596/1375/1/012035.
- [5] Y. Dianrizkita, H. Seruni, and H. Agung, “ANALISA PERBANDINGAN METODE MARKER BASED DAN MARKLESS AUGMENTED REALITY PADA BANGUN RUANG,” *Simantec*, vol. 6, no. 3, 2018, doi: <https://doi.org/10.21107/simantec.v6i3.4405>.
- [6] K. H. Cheng and C. C. Tsai, “Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research,” *Journal of Science Education and Technology*, vol. 22, no. 4, pp. 449–462, Aug. 2013. doi: 10.1007/s10956-012-9405-9.
- [7] M. Dunleavy, C. Dede, and R. Mitchell, “Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning,” *J Sci Educ Technol*, vol. 18, no. 1, pp. 7–22, Feb. 2009, doi: 10.1007/s10956-008-9119-1.
- [8] H. Schaffernak, B. Moesl, W. Vorraber, and I. V. Koglbauer, “Potential augmented reality application areas for pilot education: An exploratory study,” *Educ Sci (Basel)*, vol. 10, no. 4, Apr. 2020, doi: 10.3390/educsci10040086.
- [9] D. Rohendi, S. Septian, and H. Sutarno, “The Use of Geometry Learning Media Based on Augmented Reality for Junior High School Students,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Feb. 2018, vol. 306, no. 1. doi: 10.1088/1757-899X/306/1/012029.



- [10] A. Ismail, I. Festiana, T. I. Hartini, Y. Yusal, and A. Malik, “Enhancing students’ conceptual understanding of electricity using learning media-based augmented reality,” in *Journal of Physics: Conference Series*, Mar. 2019, vol. 1157, no. 3. doi: 10.1088/1742-6596/1157/3/032049.
- [11] S. Cuendet, Q. Bonnard, S. Do-Lenh, and P. Dillenbourg, “Designing augmented reality for the classroom,” *Comput Educ*, vol. 68, pp. 557–569, 2013, doi: 10.1016/j.compedu.2013.02.015.
- [12] H. Jia, B. Yang, C. Song, and Y. Shen, “Real time environment monitor with Augmented Reality device based on android system †.” [Online]. Available: <http://www.heathcom.no/~robert/blue.htm>.
- [13] T. Widiarso and H. Hanan, “Architect’s vision, creative process and architecture for empowerment: Learning from creative process of Indonesian architects,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Dec. 2018, vol. 213, no. 1. doi: 10.1088/1755-1315/213/1/012032.
- [14] J. Iqbal and M. S. Sidhu, “A review on making things see: Augmented reality for futuristic virtual educator,” *Cogent Education*, vol. 4, no. 1. Taylor and Francis Ltd., Jan. 01, 2017. doi: 10.1080/2331186X.2017.1287392.
- [15] F. Reyes-Aviles and C. Aviles-Cruz, “Handheld augmented reality system for resistive electric circuits understanding for undergraduate students,” *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 26, no. 3, pp. 602–616, May 2018, doi: 10.1002/cae.21912.
- [16] J. Xiao, M. Cao, X. Li, and P. Hansen, “Assessing the effectiveness of the augmented reality courseware for starry sky exploration,” *International Journal of Distance Education Technologies*, vol. 18, no. 1, pp. 19–35, Jan. 2020, doi: 10.4018/IJDET.2020010102.
- [17] A. Pramono and M. D. Setiawan, “Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Buah-Buahan,” *INTENSIF*, vol. 3, no. 1, pp. 54–68, 2019.
- [18] N. Lutfiani, P. Harahap, Q. Aini, A. Dimas, A. R. Ahmad, and U. Rahardja, “Inovasi Manajemen Proyek I-Learning Menggunakan Metode Agile Scrumban,” *InfoTekJar*, vol. 5, no. 1, pp. 36–101, 2020, doi: 10.30743/infotekjar.v5i1.2848.
- [19] Y. Shastri, R. Hoda, and R. Amor, “The role of the project manager in agile software development projects,” *Journal of Systems and Software*, vol. 173, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.jss.2020.110871.
- [20] R. Alifah, D. A. Megawaty, M. Najib, and D. Satria, “PEMANFAATAN AUGMENTED REALITY UNTUK KOLEKSI KAIN TAPIS (STUDY KASUS: UPTD MUSEUM NEGERI PROVINSI LAMPUNG),” *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTISI)*, vol. 2, no. 2, pp. 1–7, 2021, [Online]. Available: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTISI>
- [21] F. S. Irwansyah, Y. M. Yusuf, I. Farida, and M. A. Ramdhani, “Augmented Reality (AR) Technology on the Android Operating System in Chemistry Learning,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Jan. 2018, vol. 288, no. 1. doi: 10.1088/1757-899X/288/1/012068.
- [22] M. Jumarlis, “APLIKASI PEMBELAJARAN SMART HIJAIYYAH BERBASIS AUGMENTED REALITY”.
- [23] S. Nazilah and F. Saepul Ramdhan, “Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Untuk Pengenalan Landmark Negara-Negara ASEAN Berbasis Android Dengan Menggunakan Metode Marker Based Tracking.”
- [24] A. K. Ali, “A case study in developing an interdisciplinary learning experiment between architecture, building construction, and construction engineering and management education,” *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 26, no. 9, pp. 2040–2059, Sep. 2019, doi: 10.1108/ECAM-07-2018-0306.