Terbit online pada laman web jurnal: **http://journal.isas.or.id/index.php/JACOST**

JOURNAL OF APPLIED COMPUTER SCIENCE AND TECHNOLOGY (JACOST)

Vol. 6 No. 1 (2025) 1 – 8 | ISSN: 2723-1453 (Media Online)

Pengembangan Aplikasi *Augmented Reality* untuk Edukasi Keselamatan Kebakaran: Metode Prototyping dan Usability

Ridwan Setiawan[1], Sri Rahayu[2] , Iis Komalasari[3]
[1,2,3]Jurusan Ilmu Komputer, Institut Teknologi Garut, Garut, Indonesia
[1]ridwan.setiawan@itg.ac.id*, [2]srirahayu@itg.ac.id, [3]1906081@itg.ac.id

Abstract

This study aims to develop an Augmented Reality (AR) application to introduce fire safety equipment as part of Occupational Health and Safety (OHS) education for the general public. The research employed a prototyping method, which involved iterative stages from requirements analysis to user evaluation, as well as functional testing using Black Box Testing and usability testing with 20 respondents. The results showed that all application features functioned according to specifications, and the usability testing yielded a user satisfaction score of 80.1%. These findings indicate that AR is effective as an interactive educational medium to enhance public understanding of fire protection equipment. The implication of this study is the potential for wider use of AR technology in public education to support fire risk mitigation efforts.

Keywords: *Augmented Reality, Fire Safety, Occupational Safety, Usability, Educational Technology*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi *Augmented Reality* (AR) untuk memperkenalkan alat keselamatan kebakaran sebagai bagian dari edukasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) kepada masyarakat umum. Metode yang digunakan adalah *prototyping*, yang mencakup tahapan *iteratif* mulai dari analisis kebutuhan hingga evaluasi pengguna, serta pengujian fungsional dengan Black Box Testing dan pengujian *usability* terhadap 20 responden. Hasil menunjukkan bahwa seluruh fitur aplikasi berjalan sesuai spesifikasi, dengan tingkat kepuasan pengguna mencapai 80,1% berdasarkan *usability testing*. Temuan ini mengindikasikan bahwa AR efektif sebagai media edukasi interaktif dalam meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai alat proteksi kebakaran. Implikasi dari penelitian ini adalah potensi penggunaan AR secara luas dalam edukasi publik untuk mendukung upaya mitigasi risiko kebakaran.

Kata kunci: *Augmented Reality*, Keselamatan Kebakaran, Keselamatan Kerja, *Usability*, Teknologi Edukasi.

1. Pendahuluan

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan bidang yang vital untuk mencegah insiden berbahaya di lingkungan kerja dan publik, khususnya dalam mengurangi risiko kebakaran yang dapat mengakibatkan kerugian jiwa dan materi yang signifikan[1], [2]. Berdasarkan data dari Dinas Pemadam Kebakaran Kabupaten Garut, sekitar 30% kebakaran disebabkan oleh ledakan gas yang tidak disengaja akibat kebocoran[3], yang sebagian besar dapat dicegah melalui pemahaman dan edukasi yang memadai mengenai penggunaan alat keselamatan kebakaran[4]. Namun, rendahnya tingkat kesadaran dan pengetahuan masyarakat terhadap peralatan proteksi kebakaran, serta keterbatasan dalam penyampaian edukasi, mengakibatkan upaya pencegahan yang kurang optimal[5].

Berbagai studi sebelumnya telah mengembangkan media edukasi berbasis *Augmented Reality* (AR), seperti aplikasi pembelajaran K3 untuk mahasiswa teknik mesin oleh [6] dan aplikasi edukasi untuk karyawan gedung perkantoran [7]. Meskipun menunjukkan hasil positif dalam meningkatkan pemahaman, studi-studi tersebut umumnya terbatas pada lingkungan akademik atau institusional dan belum secara eksplisit menyasar masyarakat umum sebagai pengguna utama. Selain itu, meskipun teknologi AR telah terbukti bermanfaat dalam visualisasi alat keselamatan secara interaktif [8], [9], [10]. Selanjutnya Penelitian oleh [11] mengembangkan media pembelajaran berbasis microlearning untuk edukasi K3 di lingkungan perkantoran dengan pendekatan model ADDIE. Media tersebut terbukti sangat layak digunakan untuk meningkatkan pemahaman pekerja terhadap aspek K3. Namun, penelitian tersebut masih menggunakan pendekatan media konvensional berbasis web. Penelitian ini melengkapi kekurangan tersebut dengan menghadirkan teknologi Augmented Reality (AR) sebagai media interaktif yang dapat digunakan secara visual untuk

Lisensi
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

memperkenalkan alat keselamatan kebakaran kepada masyarakat umum, dengan pendekatan partisipatif melalui usability testing lintas kelompok usia.

belum banyak penelitian yang mengevaluasi *usability* aplikasi AR oleh masyarakat dari berbagai usia dalam konteks edukasi keselamatan kebakaran.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengembangkan aplikasi AR yang ditujukan secara khusus untuk masyarakat umum. Aplikasi ini dirancang untuk memperkenalkan alat-alat keselamatan kebakaran secara interaktif dan mudah diakses, guna meningkatkan kesadaran serta pemahaman publik terhadap pentingnya alat proteksi kebakaran.

Pengembangan dilakukan menggunakan metode *Prototyping*, yang terdiri dari tahapan iteratif mulai dari analisis kebutuhan hingga evaluasi pengguna, dengan validasi menggunakan *Black Box Testing* dan *Usability Testing*. Metode ini dipilih karena memungkinkan penyempurnaan desain aplikasi berdasarkan umpan balik langsung dari pengguna, serta mendukung pendekatan partisipatif dalam pengembangan sistem edukatif berbasis teknologi [12], [13].

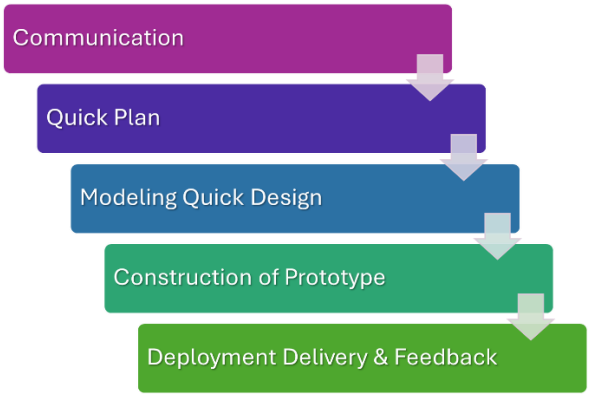
Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menawarkan solusi teknologi, tetapi juga berkontribusi pada penyebaran edukasi keselamatan kebakaran berbasis AR yang inklusif, adaptif, dan efektif untuk masyarakat umum. Aplikasi ini diharapkan dapat menjadi alat sosialisasi inovatif yang membantu dinas pemadam kebakaran dalam meningkatkan pemahaman masyarakat terhadap keselamatan kebakaran, serta berkontribusi dalam pengurangan risiko insiden kebakaran akibat kurangnya pengetahuan. Selain itu aplikasi ini menawarkan solusi inovatif yang diuji melalui pengujian *usability* dengan melibatkan responden dari rentang usia 17 hingga 55 tahun yang mengindikasikan bahwa aplikasi ini mudah digunakan oleh berbagai kelompok usia, sehingga memiliki potensi besar sebagai media edukasi berbasis teknologi untuk masyarakat umum.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini dirancang untuk mengembangkan dan menguji aplikasi AR yang bertujuan meningkatkan pemahaman masyarakat umum terhadap alat keselamatan kebakaran. Untuk mencapai tujuan tersebut, digunakan pendekatan Prototyping, yang dipilih karena memungkinkan pengembangan sistem secara iteratif berdasarkan umpan balik pengguna, serta mempercepat proses validasi fungsional dan kegunaan aplikasi [14], [15].

Proses pengembangan dilakukan melalui lima tahapan utama: *Communication, Quick Plan, Modeling Quick Design, Construction of Prototype,* dan *Deployment, Delivery & Feedback* [16], dengan Pemodelan sistem menggunakan *Unified Modelling Language* untuk menyederhanakan masalah yang kompleks sehingga pengembangan perangkat lunak yang dibangun lebih mudah dipelajari dan dipahami[17] dan mendapatkan gambaran secara spesifik tentang *requierment system* meskipun *user* atau *client* tidak memberikan gambaran secara jelas[18]. Pendekatan ini bertujuan menjawab permasalahan rendahnya literasi masyarakat terhadap alat proteksi kebakaran, dengan menyediakan media edukasi yang interaktif dan mudah diakses.

Gambar 1 menggambarkan model proses Prototyping yang digunakan dalam penelitian ini. Diagram tersebut menunjukkan alur iteratif dari identifikasi kebutuhan, desain awal, implementasi prototipe, hingga evaluasi pengguna. Model ini memungkinkan perbaikan berkelanjutan hingga sistem memenuhi kebutuhan pengguna secara optimal.



Gambar 1. *Prototyping Process Model*

Pada tahap *Communication*, kebutuhan pengguna dikumpulkan melalui wawancara dengan Dinas Pemadam Kebakaran Kabupaten Garut. Hasil dari tahap ini adalah daftar kebutuhan fungsional (fitur AR, materi edukasi, navigasi aplikasi) dan non-fungsional (spesifikasi perangkat minimum: *prosesor Octa-Core, RAM 4GB, Android 8.1/API 27*) [16],[19].

Tahap *Quick Plan*, Jadwal pengembangan disusun dengan memperhatikan alokasi waktu untuk setiap aktivitas, seperti analisis kebutuhan (15 jam), perancangan prototipe (25 jam), dan pengujian (*Black Box Testing* dan *Usability Testing*) (20 jam). *Time Schedule* ini digunakan untuk memastikan proses berjalan sistematis dan efisien[16],[19], [20] (hasil pada tabel 1).

Dalam tahap *Modeling Quick Design,* dilakukan perancangan antarmuka menggunakan Figma dan pembuatan objek 3D alat keselamatan menggunakan Blender. *Marker* untuk AR disiapkan dalam format JPG dan dibagikan melalui Google Drive untuk akses publik. *Use Case Diagram* dan struktur menu disusun untuk memudahkan navigasi dan pemetaan fungsi sistem [16],[19](Gambar 2 dan Gambar 3).

DOI : https://doi.org/10.52158/jacost.v6i1.1028

Tahap *Construction of Prototype* dilakukan dengan Unity 3D dan Vuforia untuk membangun aplikasi AR dalam format .apk. Implementasi mencakup scene utama seperti AR viewer, panduan penggunaan, dan materi edukasi.

Pada tahap *Deployment, Delivery & Feedback*, dilakukan pengujian untuk memastikan kualitas fungsional dan kegunaan aplikasi. Validasi fungsional dilakukan melalui *Black Box Testing*, sementara aspek *usability* diuji melalui penyebaran kuesioner kepada 20 responden dengan rentang usia 17–55 tahun. Skor kepuasan pengguna dianalisis menggunakan skala Likert untuk mengevaluasi lima aspek *usability: learnability, efficiency, memorability, error,* dan *satisfaction* [21], [22].

3. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini membahas tahapan-tahapan dalam proses pengembangan aplikasi AR untuk edukasi K3 kebakaran, sesuai dengan metode Prototyping. Hasil dari tiap tahap disajikan melalui tabel dan gambar untuk mendukung kejelasan proses dan keluaran yang dihasilkan. Tabel 1 menunjukkan estimasi waktu pengembangan tiap tahapan, di mana tahap implementasi AR memiliki alokasi waktu tertinggi, yaitu 25 jam, menunjukkan kompleksitas dalam proses visualisasi. Sementara itu, Gambar 5 memperlihatkan antarmuka pengguna saat mengakses objek AR, dan Gambar 6 menunjukkan fitur panduan penggunaan aplikasi. Visualisasi ini menegaskan fokus aplikasi pada kemudahan penggunaan oleh masyarakat umum.

3.1. *Communication*

Tahap *Communication* adalah langkah pertama dalam metode *Prototyping* yang digunakan untuk pengembangan aplikasi AR ini. Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memahami kebutuhan pengguna serta persyaratan aplikasi yang relevan dengan tujuan edukasi keselamatan dan kesehatan kerja (K3) kebakaran. Aktivitas utama dalam tahap ini mencakup analisis kebutuhan melalui wawancara dengan Dinas Pemadam Kebakaran Kabupaten Garut, yang memiliki program sosialisasi untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang alat-alat proteksi kebakaran dan prosedur penggunaannya.

Tahapan pengembangan aplikasi ini mencakup dua jenis kebutuhan utama, yaitu spesifikasi fungsional dan non-fungsional sistem. Pada spesifikasi fungsional sistem, aplikasi ini dirancang agar dapat diakses oleh pengguna dengan berbagai fitur utama. Ketika pengguna membuka aplikasi, mereka akan disambut dengan tampilan awal berupa *splash screen* yang membawa mereka menuju menu utama. Di dalam menu utama, pengguna dapat memilih beberapa opsi yang mencakup menu AR untuk mengakses fitur AR, menu penggunaan aplikasi sebagai panduan, menu materi yang berisi informasi terkait, menu unduh *Marker* untuk mengakses gambar penanda AR, menu tentang yang berisi informasi aplikasi, pilihan untuk memutar musik selama penggunaan, serta opsi untuk keluar dari aplikasi.

Sementara itu, spesifikasi non-fungsional sistem mencakup kebutuhan minimum agar aplikasi ini dapat berjalan optimal, khususnya untuk pengujian fitur AR dalam konteks K3 Kebakaran pada perangkat Android. Kebutuhan tersebut meliputi spesifikasi perangkat seperti prosesor minimal *Octa-Core*, *RAM* minimal 4 GB, model perangkat dari pabrikan apa pun dengan arsitektur x86 atau x86_64 berbasis AVD, dan versi *Android* minimal 8.1 *Oreo* (API 27) atau lebih baru. Spesifikasi tersebut untuk dapat mendukung performa aplikasi sehingga pengguna dapat merasakan pengalaman terbaik dalam menggunakan fitur-fitur yang disediakan[23].

3.2. *Quick Plan*

Tahap *Quick Plan* dalam metode *Prototyping* ini bertujuan untuk menyusun jadwal awal serta estimasi waktu yang diperlukan untuk setiap aktivitas utama dalam pengembangan aplikasi AR guna mendukung edukasi keselamatan dan kesehatan kerja kebakaran. *Quick Plan* mencakup perencanaan durasi untuk tahapan analisis kebutuhan, desain, pengembangan, dan pengujian sistem. Tahapan ini dilakukan untuk memastikan setiap langkah dalam pembuatan aplikasi diorganisir secara sistematis dan mengikuti alur pengembangan yang efisien.

Pada tabel 1 disajikan hasil dari tahapan *Quick Plan*.

Tabel 1. *Time Schedule*

Tahapan	Durasi Rencana (dalam jam)
Analisis Kebutuhan Sistem	15 jam
Merancang *Time Schedule*	15 jam
Identifikasi Aktor	20 jam
Merancang *Use case Diagram*	20 jam
Merancang *Class Diagram*	20 jam
Merancang Struktur Menu	20 jam
Merancang *Prototype*	25 jam
Implementasi Pengkodingan (Implementasi *AR*)	25 jam
Black Box Testing	20 jam
Usability Testing	20 jam
Evaluasi	20 jam

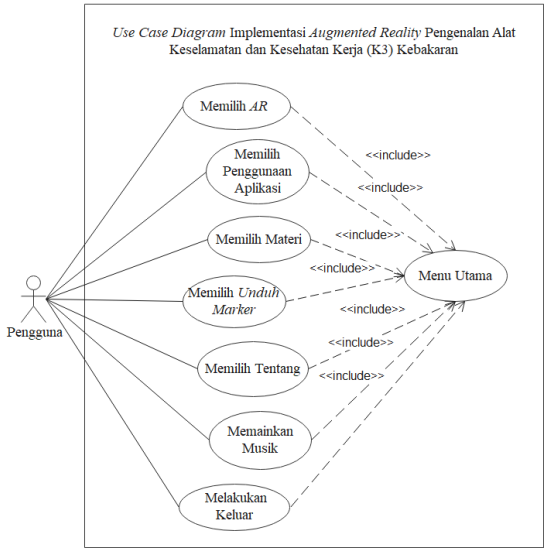
Tabel 1 menunjukkan estimasi waktu untuk setiap tahapan dalam pengembangan aplikasi AR untuk edukasi K3 kebakaran, mulai dari analisis kebutuhan hingga evaluasi akhir. Dengan total durasi 235 jam, jika diasumsikan waktu kerja 8 jam per hari, pengembangan aplikasi ini diperkirakan memerlukan sekitar 30 hari kerja. Alokasi waktu bervariasi di setiap tahapan, dengan perancangan dasar (seperti *Use case Diagram* dan *Class Diagram*) serta pengujian (*Black Box* dan *Usability Testing*) masing-masing membutuhkan 20 jam, sementara tahap implementasi pengkodean dan perancangan prototipe dialokasikan 25 jam, mengingat kompleksitasnya dalam pengembangan fitur AR.

DOI : https://doi.org/10.52158/jacost.v6i1.1028

3.3. *Modeling Quick Design*

Use case diagram menggambarkan sebuah interaksi antara satu atau lebih aktor yang terlibat dengan sistem informasi yang sedang dikembangkan. Pada Gambar 2 disajikan gamabran *use case diagram* dari AR Pengenalan Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Kebakaran. Gambar 2 menunjukkan *Use case Diagram* untuk aplikasi AR yang dirancang sebagai media edukasi alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) kebakaran. Diagram ini menggambarkan interaksi antara pengguna dan berbagai fitur utama aplikasi dalam konteks penggunaan AR untuk mengenal alat keselamatan kebakaran.

Dalam diagram, aktor "Pengguna" berperan sebagai pihak yang berinteraksi dengan aplikasi dan memiliki akses ke delapan *use case* utama. Setiap *use case* ini terhubung ke "Menu Utama", yang berfungsi sebagai pusat navigasi awal dari aplikasi. Menu Utama memungkinkan pengguna untuk memilih berbagai fitur yang disediakan dalam aplikasi, yang semuanya dihubungkan dengan relasi *include*.



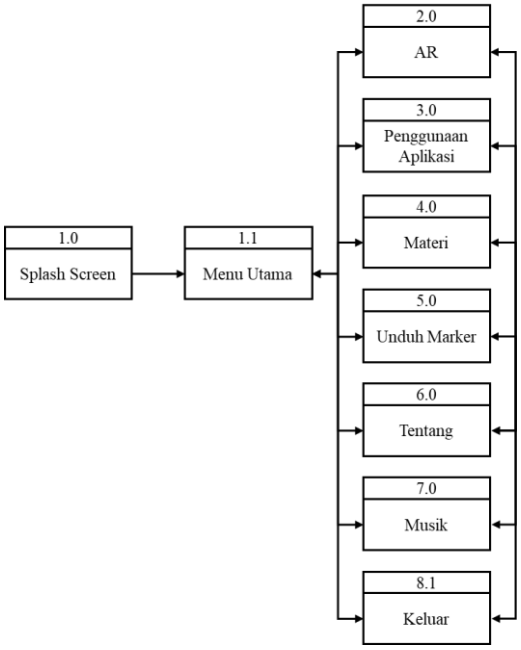
Gambar 2. *Use case Diagram*

Berdasarkan Gambar 2 mengenai *Use Case Diagram* aplikasi, berikut deskripsi masing-masing *use case* yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Deskripsi *Use case*

Nama Use Case	Keterangan
Memilih AR	Fitur utama yang memungkinkan pengguna mengakses tampilan AR, di mana pengguna dapat melihat objek 3D alat-alat K3 kebakaran dengan cara mengarahkan perangkat mereka ke *Marker* tertentu.
Memilih Penggunaan Aplikasi	Menyediakan informasi dan instruksi kepada pengguna mengenai cara menggunakan aplikasi ini secara efektif
Memilih Materi	Menghubungkan pengguna dengan materi edukasi terkait K3 kebakaran, berisi informasi teoretis dan praktis tentang penggunaan alat keselamatan
Memilih Unduh *Marker*	Fitur yang memungkinkan pengguna untuk mengunduh *Marker* yang diperlukan untuk mengaktifkan tampilan AR. *Marker* ini adalah objek fisik yang akan dikenali oleh aplikasi untuk menampilkan visual AR
Memilih Tentang	Menyediakan informasi umum mengenai aplikasi, termasuk latar belakang pengembangan dan tujuan aplikasi sebagai media edukasi keselamatan kebakaran
Memainkan Musik	Fitur opsional yang memungkinkan pengguna memutar musik sebagai latar saat menggunakan aplikasi, yang dapat meningkatkan pengalaman pengguna
Melakukan Keluar	Menyediakan opsi bagi pengguna untuk keluar dari aplikasi dan menutup sesi interaksi.

Relasi *include* yang menghubungkan setiap *use case* dengan Menu Utama menandakan bahwa akses ke setiap fitur dalam aplikasi bergantung pada Menu Utama sebagai titik awal. Artinya, pengguna harus terlebih dahulu masuk ke Menu Utama sebelum mengakses fitur lain seperti AR, penggunaan aplikasi, materi edukasi, dan lainnya. Dengan demikian, Menu Utama berperan sebagai pusat kontrol yang memastikan kemudahan navigasi dalam aplikasi.



Gambar 3. Struktur Navigasi

Selanjutnya disusun struktur navigasi. Sesuai dengan gambar 3 Struktur navigasi aplikasi ini dimulai dengan tampilan awal pada menu *Splash Screen* (1.0) yang muncul saat aplikasi dibuka dan mengarahkan pengguna ke *Menu Utama* (1.1). Di dalam *Menu Utama*, pengguna dapat mengakses beberapa fitur utama, termasuk fitur AR (2.0), panduan penggunaan aplikasi(3.0), materi (4.0), unduh marker(5.0), informasi tentang aplikasi(6.0), musik(7.0), dan opsi untuk keluar dari aplikasi(8.0).

Tujuan dari Struktur navigasi adalah untuk memberikan kemudahan dalam mengakses dan menjelajahi aplikasi AR edukasi K3 kebakaran, hal ini dibuat sebagai panduan untuk membuat aplikasi yang dapt memudahkan pengguna sehingga dihasilkan aplikasi

DOI : https://doi.org/10.52158/jacost.v6i1.1028

yang intuitif dan efisien. Setiap elemen navigasi diorganisir secara logis berdasarkan kategori fungsional, sehingga pengguna dapat dengan mudah memahami tata letak aplikasi dan menemukan informasi atau fitur yang mereka butuhkan tanpa mengalami kebingungan[24], [25].

Fitur AR menampilkan konten AR yang dapat digunakan untuk melihat alat-alat K3 kebakaran, seperti APAR, *hydrant box, hydrant pillar, alarm bell, smoke detector*, dan APD (Alat Pelindung Diri). Pada bagian ini, aplikasi dapat mendeteksi *Marker* untuk memunculkan objek 3D alat K3 kebakaran, dilengkapi dengan deskripsi visual yang detail. Pengguna juga diberikan pilihan untuk kembali ke menu utama dari menu AR.

Menu Penggunaan Aplikasi menyediakan panduan langkah-langkah penggunaan aplikasi. Dalam menu ini, pengguna dapat melihat panduan penggunaan dengan penjelasan yang rinci untuk memudahkan pemahaman terhadap fungsi aplikasi. Setelah membaca panduan, pengguna dapat kembali ke menu utama.

Menu Materi menyajikan berbagai materi edukatif terkait alat K3 Kebakaran. Pengguna dapat memilih kategori alat yang diinginkan, seperti APAR, *hydrant box, hydrant pillar, alarm bell, smoke detector*, dan APD. Setiap materi disusun berdasarkan kategori untuk mempermudah pengguna dalam memahami setiap jenis alat K3 kebakaran yang ada. Selain itu, terdapat tombol kembali yang memungkinkan pengguna untuk kembali ke menu utama.

Menu Unduh *Marker* memungkinkan pengguna untuk mengunduh *Marker* AR yang dibutuhkan untuk fitur *Augmented Reality*. *Marker* ini disediakan dalam format file JPG dan disimpan di Google Drive, sehingga dapat diunduh dengan mudah. Setelah selesai, pengguna dapat kembali ke menu utama dari menu unduh *marker*.

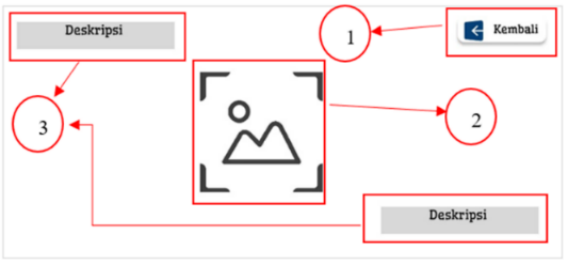
Di menu Tentang, pengguna dapat menemukan informasi lengkap mengenai aplikasi, termasuk profil pengembang dan informasi kontak. Menu ini memberikan gambaran menyeluruh tentang aplikasi dan tujuannya. Setelah selesai melihat informasi ini, pengguna dapat kembali ke menu utama.

Fitur Musik dalam aplikasi memberikan pengguna opsi untuk memutar atau menghentikan musik latar selama penggunaan aplikasi. Pengguna dapat memilih untuk mematikan musik jika diinginkan atau memainkannya sebagai latar belakang untuk meningkatkan pengalaman selama menjelajahi aplikasi.

Terakhir, menu Keluar menyediakan opsi bagi pengguna untuk menutup aplikasi. Ketika pengguna memilih untuk keluar, akan muncul *pop-up* yang menanyakan apakah mereka ingin melanjutkan keluar atau membatalkannya. Jika pengguna memilih "Tidak," aplikasi tetap terbuka dan kembali ke menu utama, sedangkan jika memilih "Iya," aplikasi akan ditutup sepenuhnya.

3.4. *Construction of Prototype*

Pada Gambar 4 Rancangan *prototype scene* AR, di mana pengguna mengarahkan kamera perangkat pada *Marker* AR yang telah di unduh, kemudian kamera pada perangkat akan mendeteksi *Marker* untuk memunculkan objek visual 3D alat K3 kebakaran



Gambar 4. Rancangan Prototype Halaman AR

Berikut penjelasan Gambar 4 pada Tabel 3.

Tabel 3. Penjelasan Rancangan Halaman AR

No	Nama	Deskripsi
1	*Button* kembali	*Button* kembali pada *scene AR* mengarahkan pada *scene* menu utama, untuk warna *button* putih, teks *button* berwarna hitam, jenis *font button Rockwell,* dan *Icon button* kembali berwarna biru
2	Ilustrasi 3D objek alat K3 Kebakaran	3D objek alat K3 kebakaran meliputi 3D APAR, *Hydrant Box, Hydrant Pillar, Alarm Bell, Smoke Detector* dan Alat Pelindung Diri
3.	Deskripsi	Berisikan penjelasan judul dan definisi dari objek virtual yang muncul, jenis *font lato* dan warna teks biru

Selanjutnya, dilakukan tahap implementasi yang menghasilkan aplikasi AR sesuai dengan rancangan prototipe yang telah dikembangkan. Implementasi ini mencakup tampilan beberapa *scene* utama dalam aplikasi, yang ditampilkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Pada Gambar 5 ditunjukkan tampilan *scene* AR, di mana pengguna dapat melihat objek virtual 3D dari alat K3 kebakaran beserta deskripsi yang meliputi judul dan definisi dari alat tersebut, seperti pada gambar 5 yang menampilkan sepatu pemadam kebakaran lengkap dengan gambar AR dan deskripsi mengenai alat tersebut. Tampilan ini memberikan visualisasi yang interaktif sehingga pengguna dapat memahami bentuk dan fungsi alat K3 kebakaran secara lebih mendalam.

Gambar 6. menampilkan *scene* penggunaan aplikasi yang menyediakan informasi panduan penggunaan aplikasi AR. Pada *scene* ini, terdapat tombol untuk kembali ke *scene* menu utama, memudahkan pengguna dalam mengakses fitur lain di dalam aplikasi.

DOI : https://doi.org/10.52158/jacost.v6i1.1028

Gambar 5. Tampilan Scene AR

Gambar 6. Tampilan Scene Penggunaan Aplikasi

3.5. *Deployment Delivery & Feedback*

Pada tahap *Deployment, Delivery & Feedback*, dilakukan pengujian aplikasi untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan serta mudah digunakan oleh pengguna. Pengujian ini terdiri dari *Black Box Testing* dan *Usability Testing* yang masing-masing bertujuan untuk menilai aspek fungsional dan aspek kegunaan aplikasi.

Black Box Testing (Behavioral Testing) yaitu menguji spesifikasi fungsional perangkat lunak tanpa menguji desain dan kode program. Pengujian ini untuk memastikan bahwa fungsionalitas, masukan, dan keluaran dari perangkat lunak memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan [26]. Berdasarkan hasil pengujian *Blackbox* pada aplikasi implementasi pengenalan alat keselamatan dan kesehatan kerja (K3) kebakaran tidak terdapat kesalahan fungsional sehingga aplikasi berjalan dengan baik yang menghasilkan *output* sesuai dengan yang diharapkan.

Usability Testing merupakan pengujian perangkat lunak non-fungsional melibatkan elemen interaksi manusia dalam proses evaluasi penilaian. Pengujian kegunaan adalah bagian dari *user experience* yang memastikan bahwa pengguna dapat menggunakan produk secara efektif, efisien, nyaman dan puas [27]. Pada aplikasi implementasi AR pengenalan K3 kebakaran memiliki aspek ukur menggunakan *usability* [28]. Dengan menyebarkan kuesioner dan pengolahan data dengan skala likert [29], pertanyaan terdiri dari 10 dengan jumlah responden 20 yang diambil secara acak dari pengguna aplikasi dari usia rentang 17-55 tahun keatas. Pertanyaan dalam kuesioner yang disebar berisi 5 aspek pengukuran *usability* dengan masing-masing aspek *usability* terdiri dari 2 pertanyaan. Dalam penelitian ini untuk responden yang digunakan adalah petugas pemadam kebakaran dan mahasiswa. Berikut skor penilaian skala likert pada setiap pernyataan pada Tabel 4 dan hasil penilaian pada Tabel 5.

Tabel 4. Penilaian Jawaban Kuesioner

Skor	Dekskripsi	Interval Penilaian
5	Sangat Setuju	80%-100%
4	Setuju	60%-79.99%
3	Cukup	40%-59.99%
2	Kurang	20%-39,99%
1	Sangat Kurang	0%-19,99%

Tabel 5. *Usability Testing*

No	Pertanyaan	SS	S	N	KS	STS
	Learnability					
1	Mudah dalam mempelajari cara menggunakan aplikasi AR K3 Kebakaran	6	11	2	1	0
2	Navigasi atau fitur-fitur dalam aplikasi mudah dipahami	8	7	5	0	0
	Efficiency					
3	Lama waktu yang dibutuhkan untuk mempelajari aplikasi AR K3 Kebakaran	5	9	6	0	0
4	Rumit(kebingungan) dalam mempelajari aplikasi AR K3 Kebakaran	2	6	12	0	0
	Memorability					
5	Mudah mengingat bagaimana cara menggunakan fitur-fitur setelah mencoba Aplikasi AR K3 Kebakaran	5	10	5	0	0
6	Perlu merujuk kembali pada panduan atau instruksi untuk mengingat cara menggunakan fitur tertentu dalam Aplikasi AR K3 Kebakaran	2	15	3	0	0
	Errors					
7	Mengalami lag atau masalah performa saat menggunakan aplikasi	6	12	2	0	0
8	Kesalahan yang muncul secara berulang atau konsisten saat Anda menggunakan Aplikasi AR K3 Kebakaran	11	8	1	0	0
	Satisfaction					
9	Kepuas dengan tampilan antarmuka AR K3 Kebakaran	4	9	7	0	0
10	Aplikasi ini memenuhi harapan Anda dalam hal fungsionalitas dan penggunaan	4	11	4	0	1
	Jumlah	53	98	47	1	1

Hasil kuisioner diperoleh nilai sebagai berikut:

Total Nilai (TN) $= (Total\ Pemilih \times Skala\ Nilai)$

$$\begin{aligned} TN &= (53 \times 5) + (98 \times 4) + (47 \times 3) + (1 \times 2) + (1 \times 1) \\ &= 265 + 392 + 141 + 2 + 1 \\ &= 801 \end{aligned} \quad (1)$$

Nilai Tertinggi $= (Nilai\ Tertinggi \times Jumlah\ Pertanyaan \times Jumlah\ Penguji)$

$$\begin{aligned} &= 5 \times 10 \times 20 \\ &= 1000 \end{aligned} \quad (2)$$

(3)

DOI : https://doi.org/10.52158/jacost.v6i1.1028

$$\text{Hasil Akhir} = \frac{Total\ Nilai}{Nilai\ Tertinggi} \times 100\%$$
$$= \frac{801}{1000} \times 100\%$$
$$= 80{,}1\%$$

Dari hasil kuesioner yang diperoleh, Total Nilai (1) dihitung sebesar 801, yang merupakan akumulasi dari jumlah pemilih pada setiap skala dengan nilai skala yang bersesuaian. Sementara itu, Nilai Tertinggi (2) yang diperoleh melalui produk antara nilai skala tertinggi, jumlah pertanyaan, dan jumlah responden adalah 1000. Hasil Akhir (3) kemudian diperoleh dengan membagi Total Nilai sebesar 801 dengan Nilai Tertinggi sebesar 1000 dan mengalikannya dengan 100%, menghasilkan persentase sebesar 80,1%.

Tabel 5 menyajikan data hasil usability testing dari 20 responden, yang mencakup lima aspek utama: learnability, efficiency, memorability, errors, dan satisfaction. Total skor keseluruhan mencapai 801 dari maksimum 1000, atau 80,1%, yang dikategorikan sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa pengguna dapat menggunakan aplikasi secara efisien, memahami fungsi fitur dengan cepat, dan merasa puas terhadap tampilan dan fungsionalitas aplikasi. Temuan ini memperkuat argumen bahwa teknologi AR mampu menjembatani kesenjangan edukasi keselamatan kebakaran bagi masyarakat umum, termasuk pengguna dari berbagai rentang usia.

Temuan ini sejalan dengan penelitian [11] yang mengembangkan media pembelajaran K3 berbasis microlearning untuk perkantoran. Mereka menemukan bahwa konten digital yang ringkas dan fleksibel efektif dalam meningkatkan kesadaran pekerja terhadap K3. Namun, penelitian ini menawarkan nilai tambah melalui penggunaan teknologi Augmented Reality, yang memberikan visualisasi langsung terhadap objek nyata (alat keselamatan) dalam format 3D. Pendekatan ini memberikan pengalaman belajar yang lebih imersif dan cocok untuk populasi yang lebih luas, termasuk masyarakat umum yang belum terbiasa dengan materi keselamatan kebakaran.

Meskipun hasil usability menunjukkan skor tinggi, penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah responden yang masih terbatas dan cakupan wilayah yang sempit (hanya di satu kabupaten). Hal ini dapat mempengaruhi generalisasi hasil secara nasional. Ke depan, penelitian dapat melibatkan lebih banyak partisipan lintas daerah serta mengintegrasikan fitur tambahan seperti simulasi skenario kebakaran berbasis AR atau dukungan kecerdasan buatan (AI) untuk meningkatkan realisme pelatihan. Implikasi utama dari penelitian ini adalah terbukanya peluang penerapan AR sebagai media edukasi publik dalam konteks keselamatan kebencanaan dan mitigasi risiko berbasis teknologi.

4. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi berbasis *Augmented Reality* (AR) sebagai media edukasi untuk memperkenalkan alat keselamatan kebakaran kepada masyarakat umum. Melalui pendekatan *Prototyping* dan pengujian fungsional serta *usability*, penelitian ini berhasil menghasilkan aplikasi yang mudah digunakan dan informatif. Hasil pengujian *Black Box* menunjukkan bahwa seluruh fitur aplikasi berjalan sesuai dengan spesifikasi. Sementara itu, pengujian *usability* terhadap 20 responden menghasilkan skor kepuasan sebesar 80,1%, yang masuk dalam kategori sangat baik. Hal ini mengindikasikan bahwa pengguna dapat dengan mudah memahami dan menggunakan aplikasi, serta merasa puas dengan desain dan fungsinya. Aplikasi ini menunjukkan potensi besar sebagai media edukasi interaktif yang mampu menjangkau berbagai kelompok usia dan latar belakang pengguna. Pendekatan berbasis AR terbukti dapat meningkatkan daya tarik dan efektivitas penyampaian informasi terkait keselamatan kebakaran. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan dilakukan perluasan cakupan responden secara geografis dan demografis guna menguji generalisasi aplikasi secara lebih luas. Selain itu, pengintegrasian fitur simulasi skenario kebakaran berbasis AR, serta pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan (AI), dapat menjadi arah pengembangan yang menarik untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan adaptif.

Ucapan Terimakasih

Kami menyampaikan terima kasih kepada Institut Teknologi Garut yang telah mendukung pembiayaan penelitian ini sesuai dengan nomor: 07/ITG/LPPM/SP-PPM/B/IV/2024, serta kepada Dinas Pemadam Kebakaran Kabupaten Garut atas kontribusi mereka dalam menyediakan sumber data yang diperlukan untuk penelitian ini.

Daftar Rujukan

[1] J. Y. Waisapi, "Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Lingkungan," *Formosa Journal of Social Sciences (FJSS)*, vol. 1, no. 3, pp. 285–298, 2022.

[2] Z. S. Handayani, I. Chotimah, and R. Fatimah, "Hubungan Penerapan Keselamatan Kerja dan Kesehatan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan di PT. X Tahun 2022," *PROMOTOR*, vol. 6, no. 3, pp. 222–227, 2023.

[3] S. Kumar, D. Kumar, Deepanshu, and Abhishek, "Gas Leakage Detection and Control System," in *Computer Communication, Networking and IoT: Proceedings of 5th ICICC 2021, Volume 2*, Springer, 2022, pp. 205–211.

[4] K. Pooley, S. Nunez, and M. Whybro, "Evidence-based practices of effective fire safety education programming for children," *Australian Journal of Emergency Management, The*, vol. 36, no. 2, pp. 34–41, 2021.

[5] A. M. Kaseem, Y. M. Yatim, and W. Y. W. Mahmood, "Adequate Fire Safety Training for the Occupants Knowledge and Awareness of Fire Safety," *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, vol. 10, no. 1, 2021.

DOI : https://doi.org/10.52158/jacost.v6i1.1028

[6] I. Irzal, A. Yufrizal, and H. Nurdin, "Perancangan Media Pembelajaran Pada Mata Kuliah Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) berbasis Android untuk Mahasiswa Departemen Teknik Mesin Universitas Negeri Padang," *Jurnal Vokasi Mekanika*, vol. 4, no. 4, pp. 156–160, 2022.

[7] S. Harjoko, "Aplikasi Pengenalan Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Berbasis Augmented Reality," *Repository Universitas Islam Riau*, 2021, Accessed: Mar. 25, 2023. [Online]. Available: https://repository.uir.ac.id/8899/

[8] A. Wahana and H. H. Marfuah, "The Use of Augmented Reality to Build Occupational Health and Safety (OHS) Learning Media," *J Phys Conf Ser*, vol. 1823, no. 1, p. 012060, Mar. 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1823/1/012060.

[9] N. Skoatiya, B. R. Fajri, D. Novaliendry, and L. Mursyida, "Rancang Bangun Simulasi Virtual Keselamatan dan Kesehatan Kerja Untuk Area Kilang Pertamina," *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol. 7, no. 2, pp. 5697–5706, 2023.

[10] A. Sugianto and R. Saputra, "Penerapan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Kesehatan Keselamatan Kerja (K3) Pada SMK Negeri 2 Palembang," *Doctoral dissertation, STMIK Palcomtech*, 2018.

[11] J. Amiruddin, I. Mahir, and N. Maharani, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Microlearning pada Edukasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) untuk Perkantoran," *Jurnal sosial dan sains*, vol. 4, no. 7, pp. 620–631, 2024.

[12] K. Widhiyanti and A. K. P. Atmani, "Penerapan Metode Prototyping Dalam Perancangan Interface Sistem Unggah Portofolio Penerimaan Mahasiswa Baru Diploma ISI Yogyakarta," *Teknika*, vol. 10, no. 2, pp. 88–95, 2021.

[13] A. Arizal, A. N. Puteri, F. Zakiyabarsi, and D. F. Priambodo, "Metode Prototype pada Sistem Informasi Manajemen Tugas Akhir Mahasiswa Berbasis Website," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIKomSiN)*, vol. 10, no. 1, May 2022, doi: 10.30646/tikomsin.v10i1.606.

[14] Y. Aprizal, "Perancangan Prototipe Sistem Informasi Rekapitulasi Transaksi Penjualan dan Tamu di PT. Mytrip," *Jurnal Responsive Teknik Informatika*, vol. 7, no. 02, pp. 133–144, 2023.

[15] F. Rahman and B. M. Basuki, "Implementation Model Prototyping In Application Design of Halal Food Product Detection For Overseas Muslim Students," *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 13, no. 2, pp. 96–102, 2023.

[16] T. Abdulghani and B. P. Sati, "Pengenalan Rumah Adat Indonesia Menggunakan Teknologi Augmented Reality Dengan Metode Marker Based Tracking Sebagai Media Pembelajaran," *Media Jurnal Informatika*, vol. 11, no. 1, pp. 43–50, 2020.

[17] F. E. Susilawati, "Rancang Bangun Aplikasi Pengelolaan Data Tpa Al-Huda Baebunta Berbasis Desktop," *BANDWIDTH: Journal of Informatics and Computer Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 38–54, 2024.

[18] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, Ninth. McGraw Hill, 2020.

[19] F. W. Christanto, M. F. Affandi, and T. Winarti, "Image Tracking Berbasis Augmented Reality Untuk Relasi Antara Sunnah Nabi dan Manfaat Secara Medis," *JUITA: Jurnal Informatika*, vol. 8, no. 1, pp. 75–82, 2020.

[20] S. C. Akula, "Software planning and scheduling in software management.," *Webology*, vol. 17, no. 1, pp. 255–259, 2020.

[21] A. B. Kusuma and N. Hadinata, "The Implementation of the Black Box Method for Testing Smart Hajj Application Ministry of Religion," *Journal of Information Systems and Informatics*, vol. 4, no. 3, pp. 673–686, 2022.

[22] T. Menora, C. H. Primasari, Y. P. Wibisono, T. A. P. Sidhi, D. B. Setyohadi, and M. Cininta, "Implementasi Pengujian Alpha dan Beta Testing Pada Aplikasi Gamelan Virtual Reality," *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 3, no. 1, pp. 48–60, 2023.

[23] Google, "ARCore supported devices | Google for Developers." Accessed: Jul. 29, 2023. [Online]. Available: https://developers.google.com/ar/devices

[24] K. P. Sari, S. R. Zulaikha, and A. Mubarokah, "Evaluasi Desain User Interface Berdasarkan User Experience Pada Aplikasi Perpustakaan Digital Isleman," *Tik Ilmeu: Jurnal Ilmu Perpustakaan dan Informasi*, vol. 7, no. 2, pp. 301–315, 2023.

[25] W. Zhong, X. Wang, H. Chen, and S. Xie, "Evaluating the Effect of Application Navigation of Information Portal System: A Combined System Design Analysis and Real-System Log Analysis," in *2023 13th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)*, IEEE, 2023, pp. 766–770.

[26] H. Nurfauziah and I. Jamaliyah, "Perbandingan Metode Testing Antara Blackbox Dengan Whitebox Pada Sebuah Sistem Informasi," *Jurnal Visualika*, vol. 8, no. 2, pp. 105–113, 2022.

[27] T. Wahyuningrum, *Mengukur Usability Perangkat Lunak*, no. 1596. 2021. Accessed: Apr. 25, 2023. [Online]. Available: https://play.google.com/books?id=Pzk9EAAAQBAJ

[28] S. D. Riskiono, T. Susanto, and K. Kristianto, "Augmented reality sebagai Media Pembelajaran Hewan Purbakala," *Krea-TIF: Jurnal Teknik Informatika*, vol. 8, no. 1, pp. 8–18, 2020.

[29] A. Latifah, R. Setiawan, and A. Muharam, "Augmented Reality dalam Media Pembelajaran Tata Cara Berwudhu dan Tayamum," *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, vol. 10, no. 3, p. 167, Dec. 2021, doi: 10.23887/janapati.v10i3.40869.

DOI : https://doi.org/10.52158/jacost.v6i1.1028