

# Pengembangan Gerakan Beladiri KARATE SHOTOKAN Berbasis Animasi Menggunakan Kombinasi Unity dengan Teknologi AR

*Development of Animation-Based Karate Shoto-kan Martial Arts Movements Using a Combination of Unity with AR Technology*

Muhammad Alkhawarizmi Rangkuti<sup>\*1</sup>, Ari Usman<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup>Teknik Informatika, Universitas Harapan Medan  
E-mail: <sup>1</sup>azmirangkuti05@gmail.com, <sup>2</sup>ariusman09@gmail.com

## Abstrak

Karate Shoto-Kan merupakan salah satu aliran seni bela diri yang mengedepankan teknik dan ketepatan gerakan. Namun, dalam proses pembelajaran tradisional, keterbatasan interaksi visual dan demonstrasi gerakan sering menjadi kendala, terutama bagi pemula yang belum memiliki pelatih tetap. Untuk menjawab permasalahan tersebut. Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis animasi gerakan Karate Shoto-Kan dengan memanfaatkan teknologi Augmented Reality (AR) yang dibangun menggunakan Unity. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi berjalan dengan baik di berbagai perangkat Android dan mendapat respons positif dari pengguna, terutama dalam hal kemudahan memahami gerakan, ketepatan animasi, dan interaktivitas yang ditawarkan. Kesimpulannya, penggunaan teknologi AR berbasis Unity efektif dalam meningkatkan pemahaman serta pengalaman belajar Karate Shoto-Kan secara mandiri. Media ini dapat menjadi solusi inovatif dalam dunia pendidikan bela diri, khususnya di era digital saat ini.

**Kata kunci:** Karate Shoto-Kan, Augmented Reality, Unity, Animasi 3D, Media Pembelajaran Interaktif

## Abstract

*Shoto-Kan Karate is a martial art style that emphasizes technique and precision of movement. However, in the traditional learning process, limited visual interaction and demonstration of movements often become obstacles, especially for beginners who do not have a permanent trainer. To address this problem, this study aims to develop interactive learning media based on Shoto-Kan Karate movement animations by utilizing Augmented Reality (AR) technology built using Unity. Test results show that the application runs well on various Android devices and receives positive responses from users, especially in terms of ease of understanding the movements, animation precision, and interactivity offered. In conclusion, the use of Unity-based AR technology is effective in improving the understanding and experience of independent learning of Shoto-Kan Karate. This media can be an innovative solution in the world of martial arts education, especially in today's digital era.*

**Keywords:** Karate Shoto-Kan, Augmented Reality, Unity, 3D Animation, Interactive Learning Media

## **1. PENDAHULUAN**

Karate Shotokan adalah salah satu aliran karate yang paling populer di dunia, dikenal karena teknik dasarnya yang kuat dan filosofi yang mendalam. Namun, dalam proses pembelajaran karate, terutama bagi anak-anak, sering kali ditemukan kesulitan dalam memahami dan mengingat gerakan-gerakan dasar yang kompleks. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode pembelajaran yang lebih interaktif dan menarik untuk meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap karate.

Karate adalah seni beladiri tanpa menggunakan senjata serta memaksimalkan gerakan tubuh untuk melakukan hindaran, tangkisan, tendangan dan melakukan serangan yang mematikan. Sedangkan Afriliana yang dikutip dari Syahrowandi, olahraga karate adalah cabang olahraga yang berkembang pada masyarakat sejak 1964 yang dipopulerkan oleh mahasiswa Indonesia yang telah menamatkan pendidikan di Jepang. Dapat ditarik kesimpulan bahwa pengertian dari beladiri karate adalah cabang olahraga beladiri yang mengutamakan serangan diantaranya terdapat pukulan, tendangan, dan tangkisan serta merupakan olahraga keras dibidang beladiri [1].

Media pembelajaran adalah suatu benda, alat, ataupun komponen yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima. Jadi secara umum media pembelajaran adalah media atau alat bantu untuk penyampaian materi pembelajaran dalam proses belajar mengajar. Minat untuk belajar karate pada anak-anak kurang, maka bisa menggunakan media pembelajaran yang berteknologi Augmented Reality agar lebih menarik minat anak-anak untuk mempelajari gerakan karate. Karena itu diperlukan adanya inovasi alternatif baru yang memanfaatkan teknologi. Teknologi dapat membantu para pelatih agar murid dapat berlatih dimana saja dan kapan saja. Murid dapat menggunakan teknologi sebagai sarana untuk memaksimalkan Teknik dasar karate yang sudah diajarkan sebelumnya oleh pelatih di dojo/tempat latihan.

Menurut Pratiwi [2] dalam bukunya yang berjudul Karate "Karate berasal dari bahasa jepang. Karate terdiri dari dua kata, yaitu kara dan te, kara berarti kosong, sedangkan te berarti tangan. Jadi, karate diartikan sebagai tangan kosong. Biasanya pengguna kata karate diikuti pula dengan kata do. Dalam hal ini, do berarti seni. Kemudian, karate menjadi karate-do. Artinya, seni beladiri dengan menggunakan tangan kosong".

Dalam kompetisi karate, terdapat 2 kategori yaitu kelas kata (rangkaian gerakan) dan kumite (pertarungan). Kelas kata, menurut Yulfadinata, "adalah jurus atau bentuk resmi perpaduan dari rangkaian gerak dasar pukulan, tangkisan, tendangan menjadi satu kesatuan yang pasti". Kata penting bagi atlet dan berbeda dari kelas kumite. Dalam kata, pergerakan dari lambat ke cepat harus diperhatikan karena setiap gerakan memiliki karakter dan bentuk yang berubah sesuai dengan teknik yang digunakan. Selain itu, keseimbangan dan koordinasi selama bergerak juga merupakan unsur penting. Sedangkan kumite, menurut Manullang,, "adalah pertarungan yang bebas". Dalam kelas kumite, setiap pukulan dan tendangan

diarahkan ke area target seperti perut, dada, dan kepala dengan kontrol. Dengan latihan kumite yang sering atlet akan lebih peka terhadap serangan, meningkatkan kelincahan, dan mengasah teknik tangan serta kaki. Selain itu, latihan pertarungan nyata juga membantu membangun mental dan meningkatkan rasa percaya diri [3].

Pengembangan media pembelajaran berbasis animasi menggunakan kombinasi Unity dengan teknologi Augmented Reality (AR) dapat menjadi solusi yang efektif. Unity telah lama digunakan dalam pembuatan animasi interaktif, sementara AR memungkinkan penggabungan objek virtual dengan lingkungan nyata, sehingga memperkaya pengalaman belajar. Dengan demikian, gerakan beladiri karate Shotokan dapat dipresentasikan dalam bentuk yang lebih dinamis dan interaktif, memudahkan siswa untuk memahami dan menguasai teknik-teknik dasar karate.

## **2. METODOLOGI PENELITIAN**

Terdapat beberapa metode yang dijadikan sebagai sumber tinjauan untuk membuat aplikasi ini berjalan dengan efektif.

### **2.1 Pengertian Karate**

Karate adalah seni beladiri tanpa menggunakan senjata serta memaksimalkan gerakan tubuh untuk melakukan hindaran, tangkisan, tendangan dan melakukan serangan yang mematikan. Sedangkan Afriliana yang dikutip dari Syahrowandi, olahraga karate adalah cabang olahraga yang berkembang pada masyarakat sejak 1964 yang dipopulerkan oleh mahasiswa Indonesia yang telah menamatkan pendidikan di Jepang. Dapat ditarik kesimpulan bahwa pengertian dari beladiri karate adalah cabang olahraga beladiri yang mengutamakan serangan diantaranya terdapat pukulan, tendangan, dan tangkisan serta merupakan olahraga keras dibidang beladiri.

### **2.2 Multimedia**

Multimedia menurut etimologi atau asal usul bahasanya adalah berasal dari kata multi (latin) "multus" yang berarti banyak atau lebih dari satu. Media (latin) berasal dari kata "medium", yang artinya pengantar atau perantara. Multimedia merupakan media yang melibatkan beberapa jenis peralatan dalam suatu proses kegiatan belajar mengajar [4]. Menurut [5], Multimedia dapat diasumsikan sebagai wadah ataupenyatuan beberapa media yang kemudian didefinisikan sebagai elemen-elemen pembentukan multimedia.

### **2.3 Augmented Reality (AR)**

Menurut [6], Augmented reality sebagai penggabungan benda-benda nyata dan maya di lingkungan nyata, berjalan secara interaktif dalam waktu nyata dan terdapat integrasi dan maya dimungkinkan dengan teknologi tampilan yang sesuai, interaktivitas dimungkinkan melalui perangkat-perangkat input tertentu, dan integrasi yang baik memerlukan penjelasan yang efektif. Menurut Stephen Cawood dalam bukunya yang berjudul Augmented reality: a practical guide, mendefinisikan bahwa Augmented Reality merupakan cara untuk mengeksplorasi objek tiga

dimensi dan data, AR merupakan suatu konsep perpaduan antara virtual reality dengan world reality sehingga objek-objek virtual dua dimensi atau tiga dimensi seolah-olah terlihat nyata dan menyatu dengan dunia nyata.

#### **2.4 Marker Based Tracking**

Marker Based Tracking adalah AR yang menggunakan marker atau penanda objek dua dimensi yang memiliki suatu pola yang akan dibaca komputer melalui media webcam atau kamera yang tersambung dengan komputer, biasanya merupakan ilustrasi hitam dan putih persegi dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih [7]. Sementara menurut Widyanto Augmented Reality (AR) merupakan konsep yang menghasilkan representasi tiga dimensi yang menyerupai kenyataan. Proses ini melibatkan langkah-langkah dan komponen-komponen tertentu. Pertama, sistem AR melakukan proses visi terhadap lingkungan sekitarnya di mana objek virtual akan diproyeksikan. Selanjutnya, dilakukan pelacakan terhadap objek spesifik untuk menentukan lokasi dari representasi objek virtual tersebut. Objek tersebut kemudian diidentifikasi dan dianalisis. Setelah posisi dan orientasi objek terdeteksi, komputer melakukan proses visualisasi objek tersebut, yang kemudian ditampilkan pada perangkat tampilan seperti layar display.

#### **2.5 UML**

UML adalah bahasa pemodelan yang digunakan untuk merancang sistem berbasis perangkat lunak secara visual, sehingga dapat membantu dalam memahami interaksi sistem, alur kerja, serta struktur data yang digunakan dalam sistem. Dengan UML, perancangan sistem dapat lebih sistematis, terdokumentasi dengan baik, dan dapat dikembangkan lebih lanjut sesuai kebutuhan Perusahaan [8].

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, dilakukan perancangan sistem menggunakan UML untuk menggambarkan struktur dan alur kerja sistem. Diagram UML yang dibuat meliputi:

1. Use Case Diagram: Mengidentifikasi aktor dan fungsionalitas utama yang dibutuhkan dalam sistem.
2. Activity Diagram : Memvisualisasikan alur proses manajemen stok, termasuk pencatatan, pembaruan, dan monitoring stok.
3. Sequence Diagram: Menggambarkan interaksi antara pengguna dan sistem dalam berbagai skenario penggunaan.
4. Class Diagram: Mendeskripsikan struktur data yang digunakan dalam sistem, termasuk entitas utama dan hubungan antar entitas.

#### **2.6 Blender 3D**

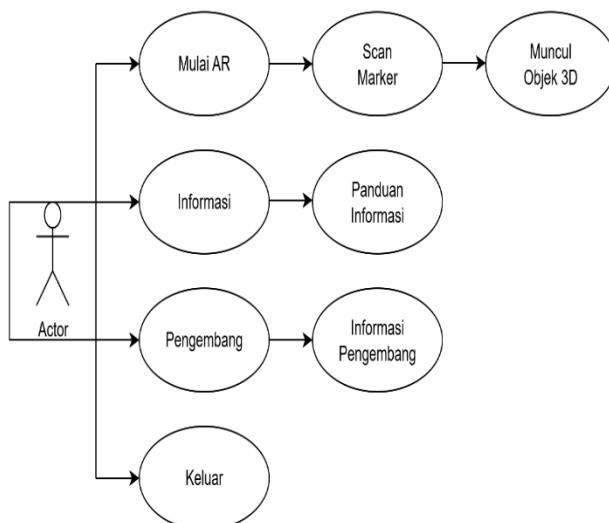
Blender merupakan sebuah perangkat lunak grafika 3D yang digunakan untuk membuat film animasi, efek visual, model cetak 3D, aplikasi 3D interaktif, dan permainan video. Umumnya Blender dikenal luas oleh masyarakat sebagai paket pembuatan 3D gratis dengan sumber terbuka. Blender sangat cocok untuk individu atau studio kecil yang ingin mendapatkan keuntungan dari pipeline terpadu dan proses pengembangan yang responsive [9].

## 2.7 Unity 3D

Unity adalah salah satu game engine yang populer dikalangan pengembang gim saat ini, yang mana Unity merupakan sebuah produk dari Unity Technologies yang berdiri pada tahun 2004 oleh David Helgason di Copenhagen, Denmark. Unity juga memiliki Integrated Development Environment (IDE) yaitu Mono Develop yang bertujuan untuk mengintegrasikan semua script yang dibuat kedalam unity, sehingga dapat langsung diproses [10].

## 2.8 Perancangan Use Case Diagram

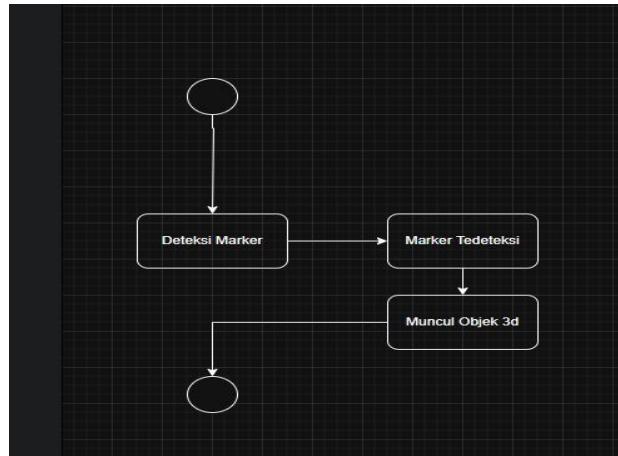
*Use case* diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna (aktor) dengan sistem yang akan dibangun. Diagram ini menunjukkan fungsi-fungsi utama yang dapat dijalankan oleh pengguna dalam aplikasi *Augmented Reality* sebagai media Gerakan dasar karate untuk anak-anak usia dibawah 10 Tahun berbasis Animasi yang dikombinasikan dengan *Unity 3D*. Pada perancangan ini dibuat agar pengguna dapat memahami alur dari pada sistem melalui *Use Case Diagram* berikut.



Gambar 1. Use Case Diagram

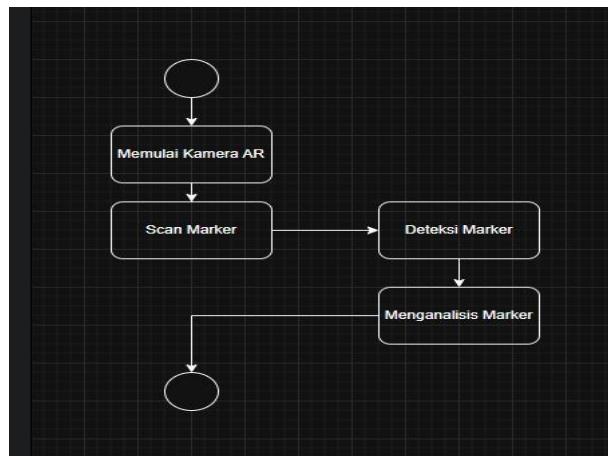
## 2.9 Activity Diagram

*Activity diagram* dapat digunakan untuk menggambarkan interaksi antara beberapa *use case* dalam sistem. Fungsinya mirip dengan diagram alir yang memungkinkan pengguna untuk melihat urutan langkah-langkah dalam proses sesuai dengan keinginan mereka. *Activity diagram* dalam konteks penelitian ini dapat ditemukan pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Objek 3D

Gambar 2 mengilustrasikan proses penggunaan aplikasi *augmented reality* Gerakan dasar karate oleh pengguna. Proses dimulai dengan membuka aplikasi, melakukan pemindaian pada *marker*, memproses data dari *marker*, dan akhirnya menampilkan hasil berupa objek 3D tentang Gerakan dasar karate.



Gambar 3. Scan Marker

Gambar 3 mengilustrasikan proses penggunaan aplikasi *augmented reality* Gerakan dasar karate oleh pengguna. Proses dimulai dengan membuka aplikasi, melakukan pemindaian pada *marker*, memproses data dari *marker*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan ini menunjukkan hasil dan pembahasan yang telah diteliti sebelumnya sehingga mendapatkan nilai ukur sistem dari penelitian ini.

### **3.1 Hasil**

Pengujian sistem dalam penelitian ini menggunakan kuesioner sebagai langkah penting untuk memastikan pengumpulan data yang benar dan memberikan data yang akurat. Kuesioner disebarluaskan ke 30 responden umum untuk mengetahui sejauh mana aplikasi dapat digunakan dengan baik dan mudah.

Berdasarkan hasil kuesioner yang disebarluaskan kepada 30 responden, dapat diketahui bahwa sebagian besar responden menilai aplikasi pengenalan gerakan dasar karate berbasis augmented reality (AR) ini berjalan dengan baik. Sebanyak 80% responden menyatakan bahwa tampilan aplikasi menarik dan mudah dipahami untuk anak usia di bawah 10 tahun, sementara 16,7% menyatakan tidak dan 3,3% menyatakan mungkin. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi dapat diterima dengan baik oleh mayoritas pengguna anak-anak, meskipun masih perlu ada peningkatan agar lebih ramah digunakan oleh semua kalangan.

Pada pertanyaan mengenai kemampuan marker untuk terbaca kamera, seluruh responden (100%) menyatakan bahwa marker dapat dideteksi dengan baik. Hasil ini mengindikasikan bahwa sistem AR yang dikembangkan sudah stabil dalam menampilkan objek 3D sesuai dengan marker yang digunakan. Selain itu, hasil pengujian juga menunjukkan bahwa 100% responden menyatakan objek 3D yang muncul sesuai dengan gambar marker, sehingga kualitas pemodelan 3D sudah dapat dikatakan valid.

Fitur tombol navigasi dalam aplikasi juga diuji. Dari hasil kuesioner, 96,7% responden menyatakan semua tombol berfungsi dengan baik, sedangkan 3,3% menyatakan ada tombol yang tidak berfungsi. Temuan ini menegaskan bahwa fungsi tombol pada aplikasi hampir seluruhnya bekerja sesuai rancangan, hanya sebagian kecil pengguna yang mungkin mengalami kendala teknis karena faktor perangkat.

Selanjutnya, 66,7% responden menyatakan aplikasi ini cocok digunakan untuk latihan karate secara mandiri, 30% menyatakan tidak, dan 3,3% menjawab mungkin. Artinya, aplikasi ini cukup membantu pengguna dalam memahami gerakan dasar karate, namun masih ada sebagian pengguna yang menilai latihan secara langsung dengan pelatih tetap lebih efektif.

Dari segi performa fitur AR, sebanyak 86,7% responden menyatakan bahwa aplikasi ini bekerja dengan baik, 13,3% menyatakan cukup, dan tidak ada yang menyatakan kurang baik. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi AR dalam aplikasi sudah mendekati harapan pengguna, meskipun optimalisasi pada beberapa perangkat android tertentu mungkin masih perlu dilakukan.

### **3.2 Pembahasan**

Dari hasil kuesioner yang di uji melalui responden membuat hasil akhir dari aplikasi ini, diantaranya sebagai berikut.

#### **3.3 Kelebihan Aplikasi**

Beberapa kelebihan yang ditemukan dari hasil analisis kuesioner yang disebarluaskan kepada responden antara lain:

1. Interaktif dan menarik – Tampilan 3D membuat aplikasi ini lebih hidup dibanding media pembelajaran tradisional.

400

2. Mudah digunakan – Responden menyatakan navigasi menu jelas dan marker mudah dikenali.
3. Mendukung pembelajaran mandiri – Aplikasi dapat digunakan oleh anak-anak maupun pemula untuk mengenal gerakan dasar karate.
4. Multimedia terpadu – Informasi disajikan dalam bentuk teks, audio, dan objek 3D sehingga lebih mudah dipahami.

### **3.4 Kekurangan Aplikasi**

Meski demikian, aplikasi ini juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan:

1. Ketergantungan pada kualitas kamera – AR membutuhkan kamera yang baik agar marker dapat dikenali dengan jelas. Pada perangkat dengan kamera rendah, deteksi marker bisa terlambat.
2. Kondisi pencahayaan – Marker sulit terbaca dalam kondisi cahaya redup, sehingga penggunaan aplikasi lebih optimal di tempat terang.
3. Terbatas pada gerakan dasar – Aplikasi saat ini hanya menyajikan beberapa gerakan dasar karate, sehingga cakupan materi masih terbatas.
4. Ukuran aplikasi – Penambahan objek 3D dapat membuat ukuran aplikasi cukup besar, sehingga perlu diperhatikan untuk perangkat dengan kapasitas penyimpanan rendah.

### **3.5 Data Responden**

Responden dalam pengujian aplikasi ini berjumlah 30 orang, yang terdiri dari pelajar, mahasiswa, dan masyarakat umum. Pengujian di lakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan, tampilan aplikasi, fungsi AR, serta kepuasan pengguna terhadap fitur-fitur yang di sediakan. Berikut adalah data-data responden yang mengisi kuesioner.

**Tabel 1. Data Responden**

Nama Lengkap	Umur	Jenis Kelamin
Reyhan Abdillah	22 Tahun	Laki-laki
Wahyudi Maulan	19 Tahun	Laki-laki
Safira Azka Nst	14 Tahun	Perempuan
Fathin Suhaila	17 Tahun	Perempuan
Azlin Syahnaz	17 Tahun	Perempuan
Figo Banja	22 Tahun	Laki-laki
Wika Febia	20 Tahun	Perempuan
Diki Pohan Baru	22 Tahun	Laki-laki
Amirul Fitrah	22 Tahun	Laki-laki
Aisyah Putri Nst	16 Tahun	Perempuan
Alfarid Fauzy	18 Tahun	Laki-laki
Dwi Putri Rahayu	24 Tahun	Perempuan
Nadya Aldra	19 Tahun	Perempuan
Annisa Putri	22 Tahun	Perempuan

Annisa Syahrani	22 Tahun	Perempuan
M. Wahyu Hidayat	21 Tahun	Laki-laki
Surya Pranata	22 Tahun	Laki-laki
Ika Selvia	20 Tahun	Perempuan
Richi Fransisco	23 Tahun	Laki-laki
M. Ridho Ramadhan	26 Tahun	Laki-laki
Dwi Thama	22 Tahun	Laki-laki
Suci Harahap	16 Tahun	Perempuan
Alya Lubis	19 Tahun	Perempuan
Wahyu Cavin	21 Tahun	Laki-laki
Azzahra Naurah	20 Tahun	Perempuan
Afifah Muhamayyah	21 Tahun	Perempuan
Anisa Putri	21 Tahun	Perempuan
Adelia Rangkuti	23 Tahun	Perempuan
Imam Nasution	20 Tahun	Laki-laki
Naysila Aliqa	23 Tahun	Perempuan

### **3.6 Hasil Perbandingan**

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu mengenai pembelajaran berbasis AR, aplikasi ini memiliki keunggulan pada integrasi materi karate yang belum banyak dikembangkan pada penelitian lain. Sebagian besar penelitian AR sebelumnya masih fokus pada bidang sains, anatomi tubuh, atau pengenalan hewan. Dengan adanya pengembangan pada bidang olahraga bela diri, aplikasi ini dapat menjadi pelengkap media pembelajaran non-akademik.

Selain itu, aplikasi ini juga menghadirkan pendekatan baru dengan menggabungkan elemen multimedia berupa teks, audio, serta model 3D dalam satu platform. Hal ini memberikan pengalaman belajar yang lebih kaya dibandingkan media pembelajaran konvensional maupun penelitian AR sebelumnya yang cenderung hanya menampilkan objek visual tanpa dukungan informasi tambahan. Keterpaduan ini diharapkan mampu meningkatkan minat belajar serta mempercepat pemahaman pengguna, khususnya anak-anak atau pemula yang baru mengenal karate.

Namun, sama seperti penelitian lain, kendala utama yang dihadapi tetap pada kestabilan deteksi marker dan kebutuhan perangkat dengan spesifikasi menengah ke atas agar aplikasi dapat berjalan dengan lancar. Beberapa penelitian terdahulu juga menyoroti hal serupa, di mana kondisi pencahayaan dan kualitas kamera mempengaruhi performa AR. Dengan demikian, aplikasi ini sebenarnya masih memiliki keterbatasan umum yang juga dialami penelitian lain, meskipun konten yang dihadirkan berbeda. Dari sisi kebermanfaatan, penelitian ini memberikan kontribusi yang lebih spesifik pada ranah olahraga, khususnya seni bela diri. Penelitian AR sebelumnya lebih banyak diarahkan untuk mendukung pembelajaran formal di sekolah atau perguruan tinggi, sedangkan aplikasi ini

membuka peluang pemanfaatan AR untuk bidang non-formal seperti latihan mandiri atau kegiatan ekstrakurikuler. Dengan demikian, aplikasi ini memiliki potensi sebagai salah satu alternatif inovasi pembelajaran olahraga di era digital.

Penelitian lanjutan diharapkan dapat memperluas fitur, seperti menambahkan mode latihan interaktif, sistem skor, hingga integrasi dengan teknologi motion capture untuk mengevaluasi gerakan pengguna. Selain itu, aplikasi juga dapat dikembangkan agar mendukung pembelajaran kolaboratif, misalnya dengan fitur multiplayer atau online class yang memungkinkan pelatih memberikan arahan langsung kepada murid melalui platform yang sama. Lebih jauh lagi, penelitian mendatang juga dapat memperluas cakupan materi dengan menambahkan teknik-teknik karate tingkat lanjut atau bahkan cabang olahraga bela diri lainnya seperti taekwondo, silat, atau judo. Hal ini akan membuat aplikasi semakin kaya konten dan memiliki daya tarik yang lebih luas, baik untuk kalangan pelajar, praktisi, maupun masyarakat umum yang tertarik dengan seni bela diri.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan aplikasi “*Augmented Reality* sebagai Pengembangan Gerakan Dasar Karate *Shoto-kan* Berbasis Animasi Menggunakan Kombinasi *Unity* Dengan Teknologi *Augmented Reality*”, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perancangan aplikasi *Augmented Reality* berbasis Animasi 3D *Unity* untuk mengenalkan Gerakan dasar karate kepada anak usia dibawah 10 tahun dilakukan melalui tahapan analisis kebutuhan, desain antarmuka, pembuatan konten 3D, dan pengembangan menggunakan SDK Vuforia dan *Unity*. Aplikasi ini dirancang menarik, mudah digunakan, dan menyajikan informasi gerakan secara sederhana agar mudah dipahami anak-anak.
2. *Unity* memungkinkan pembuatan animasi interaktif dan visualisasi 3D yang realistik, sementara AR menyajikan objek virtual dalam lingkungan nyata secara real-time.
3. Untuk mengoptimalkan performa aplikasi di perangkat mobile dengan sumber daya terbatas, pengembang perlu memperhatikan efisiensi dalam penggunaan aset dan pengolahan data. Dengan menggunakan model 3D beresolusi rendah agar proses render lebih ringan tanpa mengorbankan kualitas visual secara signifikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Utami, H. N., Rahayu, E. T., & Ma'mun, S. (2021). Pengaruh Model Personalized System For Instruction Terhadap Peningkatan Kebugaran Jasmani Siswa Esktrakurikuler Beladiri Karate Sekolah Menengah Atas Pada Masa Pandemic Covid-19. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 7(5), 66–72.
- [2]. Pratiwi U, Wijaya K, & Fajriyah. (2021). 563-Article Text-2339-1-10-20211123. *Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Administrasi*, 2(3), 157–173.

- 
- [3]. Shalahudin, F., & Sifaq, A. (2023). JPO: Jurnal Prestasi Olahraga SURABAYA. *JPO: Jurnal Prestasi Olahraga*, 6(1), 20–24.
  - [4]. Veronica Purba, Marniati Marniati, Mein Kharnolis, & Lutfi Hidayati. (2024). Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Melalui Penerapan Multimedia Pembelajaran Praktik Belahan Tutup Tarik di Kelas X SMK Negeri 8 Surabaya. *Lencana: Jurnal Inovasi Ilmu Pendidikan*, 2(4), 263–274.
  - [5]. Setyaningsih, E. (2023). Perkembangan Multimedia Digital dan Pembelajaran. *Indonesian Journal of Learning and Instructional Innovation*, 1(01), 34–48. <https://doi.org/10.20961/ijolii.v1i01.920>
  - [6]. Sari, L. (2022). Penerapan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Ilmu Tajwid Berbasis Android. *Journal of Engineering, Technology, and Applied Science*, 4(2), 97-104.
  - [7]. Albi Aldriyan, A., & Amini, S. (2020). Penerapan Metode Marker Based Tracking Untuk Pembelajaran Anak Berkebutuhan Khusus. *SKANIKA: Sistem Komputer Dan Teknik Informatika*, 3(4), 1–6. <https://jom.fti.budiluhur.ac.id/index.php/SKANIKA/article/view/2206>
  - [8]. Dan, A., Sistem, P., Stok, M., Wi-fi, P., Sabungan, P. T., Metode, M., Unified, U. M. L., & Languange, M. (2025). *Analysis and Design of Wi-Fi Device Stock Management System at PT Sabungan Using UML ( Unified Modeling Languange ) Method*. 3(1), 1–9.
  - [9]. Putri, D. I. (2024). *Perbandingan Efektivitas Air Perasan Daun Brotowali (Tinospora crispa) Dengan Daun Serai Wangi (Cymbopogon nardus (L.) Rendle) Terhadap Mortalitas Larva Aedes aegypti* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
  - [10]. Pradana Ariando, A., Wirya Atmaja, P., & Prima Aditiawan, F. (2025). Pengembangan Gim Edukasi Sebagai Media Pelatihan Pencegahan Dan Penanggulangan Kebakaran Berbasis Augmented Reality Dan Escape Room. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(3), 4202–4210.