

Pengembangan Algoritma *Gesture Recognition* Untuk Aplikasi Penjurian Karate Sebagai Alat Pertimbangan Terhadap Penilaian Gerakan Karate Menggunakan Teknologi *Motion Capture*

Kiswah Anugrah Basis^{1,*}, Syahrir², Muhammad Ilyas Syarif³

^{1,*2,3} Teknik Multimedia dan Jaringan; Politeknik Negeri Ujung Pandang; Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar, Telepon (0411) 585365, 585367, 585368, Faksimile (0411) 586043; e-mail: kiswahanugrah2002@gmail.com¹, syahrir@poliupg.ac.id², ilyasy.ifqi@gmail.com³

Korespondensi: e-mail: kiswahanugrah2002@gmail.com

Diterima: 29 Agustus 2024 ; Review: 13 November 2024; Disetujui: 16 Desember 2024

Cara sitasi: Basis KA, Syahrir S, Syarif MI. 2024. Pengembangan Algoritma *Gesture Recognition* Untuk Aplikasi Penjurian Karate Sebagai Alat Pertimbangan Terhadap Penilaian Gerakan Karate Menggunakan Teknologi *Motion Capture*. Information System for Educators and Professionals. Vol 9(2): 119-130.

Abstrak: Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi penjurian karate yang menggunakan teknologi motion capture berbasis Kinect untuk merekam dan menganalisis gerakan tubuh secara real-time, menerjemahkannya menjadi data digital untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi penilaian gerakan dalam kategori kata. Sistem ini menggunakan metode algoritma gesture recognition untuk merekam gerakan secara real-time, mencocokkannya dengan Gesture Database dan memberikan penilaian otomatis. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan konsistensi dan objektivitas penilaian, dengan skor rata-rata kuisioner validator sebesar 84,67%, yang menilai aplikasi ini sangat layak digunakan. Temuan ini menawarkan solusi inovatif untuk mengurangi bias dalam penilaian manual.

Kata kunci: Karate, *Motion Capture*, Kinect, Penjurian, *Real-time Detection*.

Abstract: This study aims to develop a karate judging application utilizing Kinect-based motion capture technology to record and analyze body movements in real-time, converting them into digital data to enhance the efficiency and accuracy of movement evaluation in the kata category. The system employs a gesture recognition algorithm to capture movements in real-time, match them with a Gesture Database, and provide automated evaluations. The testing results show an improvement in the consistency and objectivity of the assessments, with an average validator questionnaire score of 84.67%, indicating that the application is highly suitable for use. These findings offer an innovative solution to reduce bias in manual evaluations.

Keywords: Karate, *Motion Capture*, Kinect, Judging, *Real-time Detection*

1. Pendahuluan

Bela diri merupakan salah satu metode pertahanan diri yang telah dikenal sejak zaman dahulu. Individu mempelajari bela diri dengan berbagai motivasi, seperti untuk menjaga kesehatan atau sebagai upaya perlindungan diri dari situasi yang tidak diinginkan. Penguasaan keterampilan dalam olahraga bela diri memungkinkan seseorang menjadi lebih siap secara fisik dan mental, terlatih dalam jurus pertahanan diri untuk menghadapi potensi ancaman terhadap keselamatan pribadi [1]. Terdapat beragam jenis bela diri yang ada di dunia, salah satu contohnya adalah seni bela diri Karate. Karate merupakan suatu cabang olahraga bela diri tanpa senjata

dan memiliki tujuan utama untuk melatih kemampuan mempertahankan diri dan menjaga kesehatan. Olahraga ini memerlukan keterampilan, teknik, dan tingkat percaya diri yang tinggi agar dapat tampil baik dan konsisten dalam pertandingan. Pertandingan karate dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu *kata* dan *kumite* [2][3].

WKF atau *World Karate-Do Federation* telah merilis aturan pertandingan karate versi 2024. Terdapat salah satu peraturan kategori *kata*, yaitu penentuan juara didasarkan pada akumulasi nilai yang diperoleh oleh peserta. Adapun, yang dimaksud dengan akumulasi skor adalah ketika peserta yang telah menyelesaikan pertunjukan, kemudian akan dinilai langsung oleh juri yang berjumlah tujuh orang. Rentang skor yang digunakan kisaran 5.0 hingga 10.0 dengan peningkatan sebesar 0.2. Penilaian didasarkan pada dua kriteria utama, yaitu kinerja teknis dan kinerja atletik [4]. Selama pertandingan berlangsung, setiap juri menggunakan papan penilaian manual untuk menampilkan skor. Setelah itu, tim administrasi pertandingan akan memulai untuk mencatat skor menggunakan kertas dan menghitung nilai secara manual menggunakan kalkulator. Akan tetapi, penghitungan nilai gerakan karate dengan menggunakan kertas buram atau kalkulator tersebut memakan waktu yang lama [5]. Dengan demikian, penulis menciptakan sebuah aplikasi dengan memanfaatkan teknologi *motion capture* dalam penelitian ini. Dengan pengembangan simulasi dan penilaian gerak yang memadukan unsur gerakan *Kihon* (Dasar Teknik) pada gerakan *Kata* (Pola Gerakan).

Motion capture merupakan teknik terkini yang digunakan untuk merekam sebagian atau keseluruhan gerakan tubuh manusia, kemudian menginterpretasikannya ke dalam tindakan komputer dan akan menghasilkan karakter 3D di layar [6][7]. Salah satu di antara beberapa perangkat yang mendukung teknologi *motion capture* ini adalah Kinect yang berfungsi sebagai alat penangkap gerakan. Alat *input* bernama Kamera Kinect merupakan produk yang dikembangkan oleh Microsoft dan berfungsi sebagai sensor kedalaman pada konsol permainan Xbox [8]. Cara kerja kamera ini melibatkan emisi *array* inframerah dan pengukuran jarak terhadap objek di depannya. Kemudian, akan menghasilkan representasi tiga dimensi dari objek tersebut, termasuk lebar, tinggi, dan kedalaman atau jarak.

Seiring perkembangan teknologi 4.0, beberapa peneliti memanfaatkan teknologi untuk mengatasi permasalahan dalam bidang olahraga dan penjurian karate seperti penelitian dari instansi Politeknik Negeri Ujung Pandang tentang Implementasi Kamera Kinect 360 Pada Gerakan Dasar Taekwondo. Kontribusi penelitian tersebut yaitu dengan menggunakan wall hole sebagai parameter untuk menilai keberhasilan gerakan taekwondo yang dilakukan pengguna. Implementasi menggunakan teknologi Kamera Kinect 360 dengan Kinect SDK 1.8 dan Unity 4.6 [9]. Selanjutnya penelitian sistem "Pengembangan Media Penilaian Pertandingan Kata Pada Cabang Olahraga Karate Berbasis Aplikasi Desktop" yang dikembangkan dari instansi Universitas Negeri Yogyakarta. Kontribusi penelitian tersebut yaitu memungkinkan pengguna untuk menilai *kata* dengan mengisi beberapa kolom yang tersedia pada tampilan internal. Untuk memindahkan pengisian data, pengguna dapat menggunakan tombol "TAB" atau cursor, sehingga mempercepat proses pengisian nilai juri [5]. Perlu dilakukan pembaruan melalui inovasi-inovasi guna melengkapi dan menyempurnakan penelitian-penelitian terdahulu agar dapat memberikan manfaat kepada karateka sebagai alternatif teknologi yang mudah digunakan, praktis, dan efisien.

Berdasarkan penulunsuran terhadap kajian terdahulu, penelitian ini menawarkan inovasi berupa *motion capture* dengan nilai kesesuaian gerakan dalam bentuk persentase secara realtime yang masih belum banyak dilakukan penelitian sebelumnya

Manfaat utama dari penggunaan Kinect dalam penelitian ini adalah kemampuannya untuk mengidentifikasi dan merekam dengan detail gerakan tubuh tanpa memerlukan perangkat khusus atau kostum tertentu. Keunggulan dari Kinect ini adalah membuat simulasi menjadi lebih mudah diakses oleh berbagai kelompok masyarakat tanpa memerlukan pengeluaran tambahan yang besar. Dengan penerapan teknologi *motion capture* menggunakan Kinect ini menangkap gerakan pengguna secara *real-time* dan memberikan penilaian otomatis pada gerakan yang dilakukan dalam kompetisi Karate, khususnya pada kategori *kata*. Dengan Penelitian ini, proses penilaian dapat dilakukan secara lebih efisien dan akurat, mengurangi ketergantungan pada metode manual, dan mendukung kecepatan serta ketepatan dalam administrasi pertandingan. Selain itu, diharapkan aplikasi pada penelitian ini dapat menjadi alat bantu yang objektif dalam menilai gerakan, sehingga meningkatkan kualitas dan keadilan dalam penjurian kompetisi Karate.

Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi penilaian olahraga, khususnya dalam kompetisi kata pada bidang

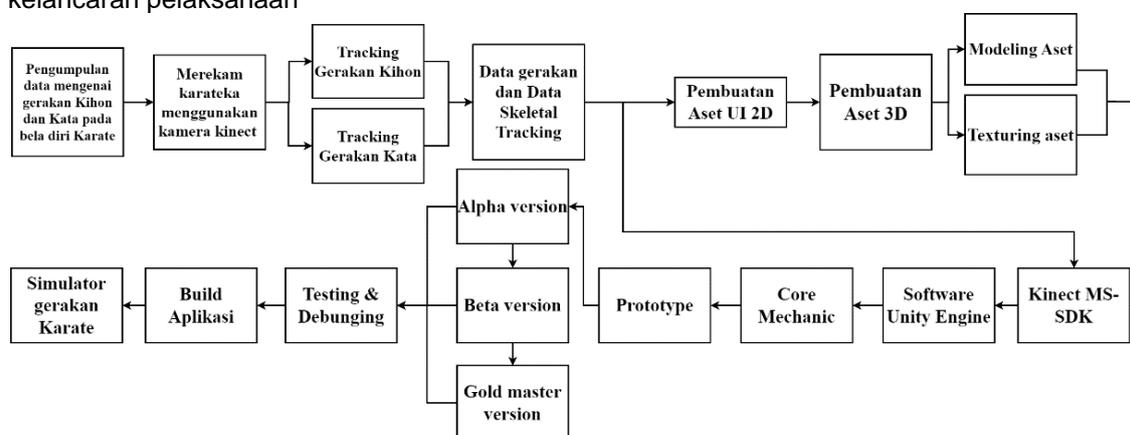
Karate. Dengan memanfaatkan teknologi *motion capture*, penelitian ini berpotensi meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam proses penilaian gerakan, mengurangi kesalahan manusia, dan mempercepat administrasi pertandingan. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pengembangan aplikasi serupa di bidang olahraga lainnya, serta memberikan solusi inovatif yang mendukung kemajuan teknologi di industri olahraga.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian digunakan sebagai kerangka kerja untuk menjelaskan kronologis penelitian, termasuk desain, prosedur, dan proses evaluasi. Prosedur penelitian mencakup desain penelitian yang meliputi pembuatan algoritma untuk menangkap dan menilai gerakan menggunakan Kamera Kinect.

2.1. Prosedur Kerja

Dalam proses pengembangan, diperlukan langkah-langkah kerja berikut untuk menjamin kelancaran pelaksanaan



Gambar 1. Diagram Proses Penelitian

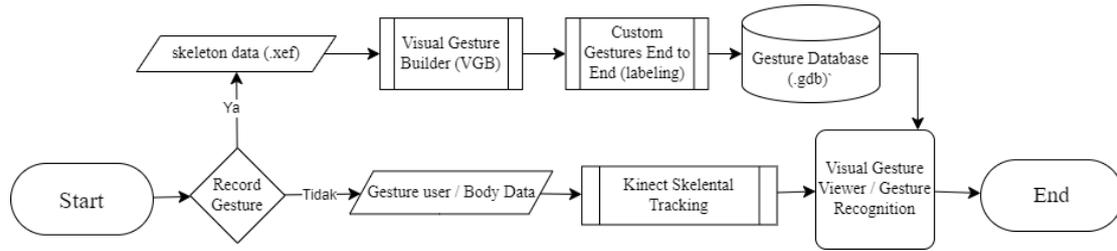
Proses penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data gerakan *kihon* dan *kata* melalui perekaman gerakan karateka menggunakan kamera Kinect Xbox One. Rekaman ini menghasilkan file dengan ekstensi *.xef, yang berisi data *skeleton* dari gerakan *kihon* dan *kata*. Data tersebut kemudian akan melalui proses *training* untuk menghasilkan file dengan ekstensi *.gbd.

Pembuatan antarmuka pengguna (*user interface*) 2D dan 3D dilakukan menggunakan Adobe Illustrator dan Blender, yang akan menghasilkan *environment* dalam aplikasi. Kinect MS-SDK digunakan untuk mengintegrasikan hasil dari Kinect kedalam Unity, yang akan menjadi *core mechanic* dari aplikasi ini untuk menyelesaikan *prototipe*.

Tahapan berikutnya mencakup *build* aplikasi versi *alpha*, versi *beta*, dan versi *gold master*. Setelah setiap versi selesai di-*build*, pengujian akan dilakukan pada masing-masing versi untuk memastikan kualitas dan fungsi aplikasi.

2.2. Algoritma Gesture Recognition

Algoritma yang dikembangkan menggunakan Kinect for Windows SDK 2.0 sebagai *record* dan *training* menggunakan teknologi *Motion Capture* untuk membaca gerakan tubuh pengguna. Kinect menangkap dan menganalisis gerakan tubuh secara *real-time* dan menerjemahkannya ke dalam data digital. Proses ini menghasilkan *Gesture Database*, yang berisi data tentang berbagai gerakan yang terdeteksi. Proses pembuatan dan pengujian *Gesture Database* dapat dilihat pada flowchart gambar 2.



Gambar 2. Flowchart pembuatan dan pengujian .gdb

Flowchart pada gambar 2 menunjukkan proses yang dimulai dengan merekam gerakan menggunakan Kinect Studio (SDK) yang hasil rekaman tersebut berupa *Skeleton data (.ref)*. *Skeleton data* ini merepresentasikan posisi dan gerakan tubuh pengguna selama rekaman. Selanjutnya, *skeleton data* yang telah direkam akan dimasukkan ke dalam *Visual Gesture Builder* untuk melakukan *gesture end-to-end* atau memberi label pada beberapa gerakan yang ingin ditentukan. Setelah gerakan telah diberi label, proses selanjutnya adalah melakukan *build* yang akan menghasilkan *gesture database*. *Database* ini berisi kumpulan gerakan yang telah diberi label sebelumnya.

Pada tahap pengujian jalankan *Visual Gesture Viewer* untuk melakukan pengenalan gerakan secara *real-time* menggunakan Kinect. Pada saat dijalankan, Kinect akan menangkap gerakan tubuh pengguna secara *real-time* dan mencocokkannya dengan gerakan yang ada dalam *gesture database* yang telah dibuat sebelumnya. Proses ini dikenal sebagai *gesture recognition*, proses ketika Kinect secara otomatis mengenali dan memahami gerakan yang dilakukan oleh pengguna.

2.3. Tahap Pengujian dan Penilaian Aplikasi

Tahap pengujian akan menunjukkan seberapa baik sistem berfungsi. Jika ada masalah atau error pada tahap ini, aplikasi akan kembali ke tahap instalasi dan konfigurasi. Beberapa pengujian yang akan dilakukan yaitu seperti pada tabel 1

Tabel 1. Pengujian dan Indikator Keberhasilan

Pengujian	Indikator Keberhasilan
Jarak pengguna dari kamera Kinect serta intensitas cahaya yang diukur dengan lux meter [9].	Deteksi Sensor Kinect yang dapat mendeteksi seluruh <i>Skeleton data</i> pengguna
Metode <i>Black Box</i> dilakukan dengan mengevaluasi fungsi setiap fitur [10].	Semua Fitur yang diuji sesuai dengan hasil yang di harapkan
Validasi Gerakan karate yang terdapat pada aplikasi dengan metode skala likert [11]	Divalidasi oleh pakar dibidang karate dengan hasil Sangat Layak

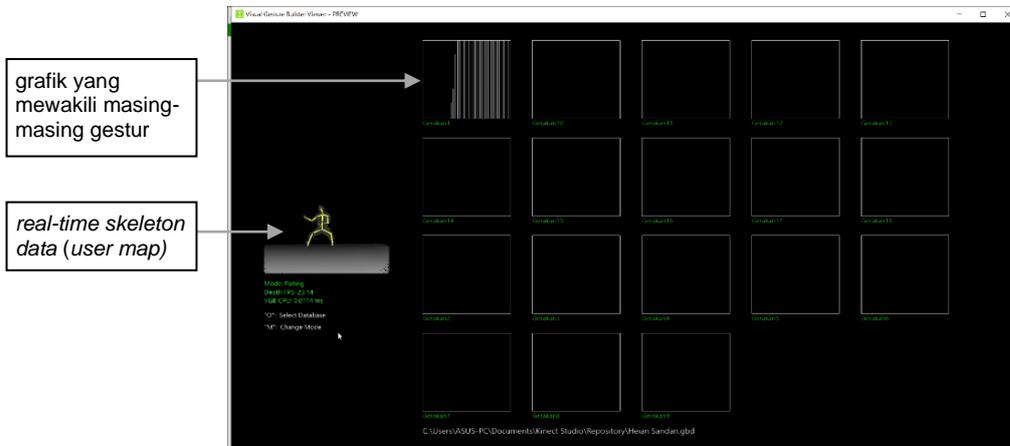
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian dan implementasi aplikasi penjurian karate dengan teknologi *motion capture*. Fokus utama meliputi hasil dari *Visual Gesture Builder*, tampilan antarmuka aplikasi, dan pengujian sensor Kinect dalam berbagai kondisi pencahayaan serta jarak. Hasil-hasil ini dievaluasi untuk menilai kinerja aplikasi dalam mendeteksi dan menilai gerakan karate, khususnya pada kategori kata.

3.1. Hasil Algoritma *Gesture Recognition*

Hasil dari Algoritma *Gesture Recognition* pada *Visual Gesture Builder* dapat di lihat di SDK *Visual Gesture Viewer* yang dimana pengguna akan melihat tangkapan layar yang menampilkan interaksi antara gerakan tubuh yang dilakukan secara *real-time* dan *gesture database* yang telah dibuat sebelumnya. Sebagai contoh, jika kita mengambil contoh *Kata Heian Shodan* yang terdiri dari 21 gerakan, maka setiap gerakan akan memiliki label *gesture* yang unik, seperti "Gerakan 1", "Gerakan 2", dan seterusnya hingga "Gerakan 21". Label-label ini membantu dalam mengidentifikasi dan membedakan setiap gerakan dalam urutan *Kata*. Selain itu, label-

label ini juga memungkinkan sistem untuk memberikan umpan balik yang spesifik terhadap setiap gerakan yang dieksekusi oleh pengguna yang dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. *Visual Gesture heiansandan.gbd*

Gambar 3 menunjukkan antarmuka dari *Visual Gesture Viewer*. Pada sisi kiri antarmuka, terdapat tampilan *real-time skeleton data* pengguna atau *user map*, yang menggambarkan posisi dan gerakan tubuh pengguna secara *real-time*. Sementara itu, pada sisi kanan layar, terdapat grafik yang mewakili masing-masing gestur yang sebelumnya telah di-*custom end-to-end* pada *Visual Gesture Builder*. Grafik ini menunjukkan tingkat kecocokan gerakan *user map* secara *realtime* dengan gestur yang ada dalam *database*.

Grafik-grafik tersebut berfungsi untuk memberikan umpan balik visual mengenai deteksi gestur. Ketika pengguna melakukan gerakan yang sesuai dengan salah satu gestur yang telah dilabeli, grafik akan menunjukkan peningkatan, menandakan bahwa gestur tersebut terdeteksi. Sebaliknya, jika gerakan pengguna tidak sesuai dengan gestur yang telah dilabeli, grafik tidak akan menunjukkan peningkatan. Semua proses ini berlangsung secara *real-time*, memungkinkan untuk melihat dan menilai kesesuaian *skeleton data* dengan gestur yang telah ditentukan secara langsung.

3.2. Tampilan Antarmuka Aplikasi

Bagian tampilan antarmuka aplikasi dibahas dengan mendetail terkait hasil akhir tampilan antarmuka atau *user interface*. Tampilan dari aplikasi ini dirancang dengan mengikuti enam prinsip dasar perancangan antarmuka pengguna [12]. Berikut adalah pembahasan mengenai tampilan antarmuka.

- a. *Main menu* pada aplikasi ini adalah tampilan yang dilihat oleh pengguna setelah *splash screen*. *Main menu* ini berfungsi sebagai pusat navigasi yang memungkinkan pengguna untuk mengakses berbagai fitur. Tampilan *main menu* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Tampilan *Main Menu*

- b. Pada tampilan penilaian, fitur-fitur utama akan ditampilkan dengan jelas. Di bagian kiri bawah layar, teks akan menunjukkan gerakan yang terdeteksi dari *gesture database*, serta persentase kesesuaian gerakan tersebut. Di bagian tengah, terdapat karakter virtual yang mengikuti gerakan pengguna dan memberikan visualisasi *real-time*. Di bagian kanan bawah terdapat tombol untuk Menghentikan Penilaian dan menampilkan “Panel Selesai”. Tampilan penilaian dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Penilaian

- c. Di panel “Selesai” pada simulasi penilaian, akan ditampilkan nilai kesesuaian gerakan dalam bentuk persentase. Ini memberikan informasi langsung tentang seberapa baik pengguna melakukan gerakan Kata, sehingga Karateka atau juri dapat pertimbangan penilaian berdasarkan skor yang diperoleh yang dapat dilihat pada gambar 6.



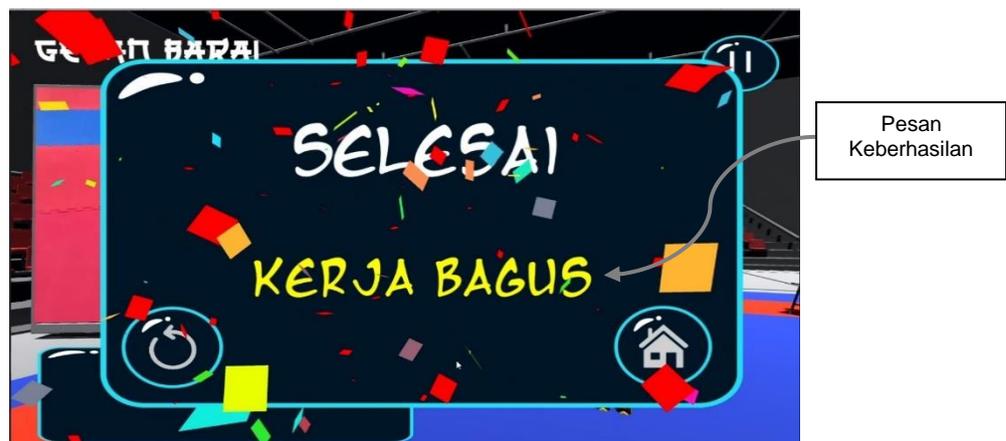
Gambar 6. Tampilan Panel Selesai

- d. Selain dari fitur utama aplikasi ini, terdapat fitur pendukung atau fitur latihan yang di gunakan sebagai media latihan untuk individu yang ingin belajar gerakan karate. fitur-fitur utama akan ditampilkan dengan jelas untuk membantu pengguna dalam berlatih. Di sisi kanan, terdapat video panduan gerakan *Kihon* yang telah dipilih sebelumnya, yang harus diikuti oleh pengguna. Di bagian kiri bawah layar, teks akan menunjukkan gerakan yang terdeteksi dari *gesture database*, serta persentase kesesuaian gerakan tersebut. Di sisi kanan, terdapat karakter virtual yang mengikuti gerakan pengguna dan memberikan visualisasi *real-time*. Di bawah karakter ini, terdapat tampilan *User Map* yang menangkap gerakan pengguna melalui Kinect, serta memastikan akurasi dan memberikan umpan balik secara langsung yang dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Tampila Latihan

- e. Ketika simulasi latihan selesai, akan muncul panel selesai yang menampilkan pesan teks keberhasilan berdasarkan hasil latihan pengguna yang dapat dilihat pada gambar 8. Jika total kesesuaian gerakan kurang dari atau sama dengan 50%, pesan yang muncul adalah “Coba Lagi” berwarna merah. Jika total kesesuaian gerakan antara 51% hingga 69%, pesan yang muncul adalah “Cukup Baik” berwarna magenta. Untuk total kesesuaian gerakan antara 70% hingga 89%, pesan yang muncul adalah “Kerja Bagus” berwarna kuning. Dan jika total kesesuaian gerakan mencapai 90% atau lebih, pesan yang muncul adalah “Sempurna” berwarna hijau yang dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Pesan Keberhasilan

3.3. Pengujian Sensor Kinect

Sensor Kinect diuji untuk mencapai deteksi yang akurat dan maksimal guna memperlancar proses simulasi. Pengujian dimulai dengan melakukan gerakan *T-pose* (merentangkan tangan ke samping) oleh model dengan tinggi badan 165 cm. Gestur ini digunakan agar penguji dapat melihat sejauh mana kinect mampu menangkap *skeleton data user* terutama pada bagian tangan, kaki dan kepala.

Pengujian mencakup beberapa variabel penting untuk menilai akurasi sensor Kinect, yaitu jarak pengguna dari kamera Kinect, tinggi sensor Kinect dari lantai, dan intensitas cahaya di lingkungan sekitar. Intensitas cahaya diukur menggunakan lux meter dalam dua kondisi yaitu gelap, dengan rentang 2 hingga 49 lux, dan terang, dengan rentang 137 hingga 691 lux. Model dan hasil lux meter dapat dilihat pada gambar 9 dan 10.



Gambar 9. Pengujian dalam Keadaan Terang



Gambar 10. Pengujian dalam Keadaan Gelap

Pengujian ini dirancang untuk mengidentifikasi bagaimana perubahan jarak dan kondisi pencahayaan mempengaruhi kemampuan deteksi dan akurasi sensor dalam menangkap gerakan tubuh pengguna. Hasil pengujian sensor Kinect dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Sensor Kinect

Jarak User (cm)	Tinggi Sensor (cm)	Intensitas Cahaya (lux)	Hasil
100—150	50	Gelap	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Kepala tidak terdeteksi ➢ Lengan dan dada terdeteksi ➢ Pinggang dan kaki terdeteksi
		Terang	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Kepala tidak terdeteksi ➢ Lengan dan Bagian dada terdeteksi kurang akurat ➢ Pinggang dan kaki terdeteksi dengan akurat
	100	Gelap	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Kepala, lengan dan dada terdeteksi dengan akurat

Jarak User (cm)	Tinggi Sensor (cm)	Intensitas Cahaya (lux)	Hasil	
200—350	50		➤ Pinggang terdeteksi dengan akurat ➤ Kaki tidak terdeteksi	
		Terang	➤ Kepala, lengan dan dada terdeteksi dengan akurat ➤ Pinggang terdeteksi kurang akurat ➤ Kaki tidak terdeteksi	
	100	Gelap	➤ Terdeteksi dengan sangat akurat	
		Terang	➤ Terdeteksi dengan kurang akurat (seluruh)	
	500	50	Gelap	➤ <i>User skeleton data</i> tidak terdeteksi
			Terang	➤ <i>User skeleton data</i> tidak terdeteksi
100		Gelap	➤ <i>User skeleton data</i> tidak terdeteksi	
		Terang	➤ <i>User skeleton data</i> tidak terdeteksi	

Dari data yang diperoleh, dapat disimpulkan pada jarak 100—150 cm dengan sensor setinggi 50 cm, deteksi kepala kurang akurat baik dalam kondisi gelap maupun terang, sementara lengan, dada, pinggang, dan kaki terdeteksi dengan lebih baik di kondisi gelap. Pada jarak yang sama dengan pencahayaan terang, akurasi deteksi lengan dan dada menurun, namun pinggang dan kaki tetap terdeteksi dengan baik.

Pada jarak 200—350 cm, deteksi seluruh tubuh sangat akurat dalam kondisi gelap, tetapi menurun dalam kondisi terang. Pada jarak 500 cm, baik dalam kondisi gelap maupun terang, *User skeleton data* tidak terdeteksi. Dengan demikian, kondisi pencahayaan gelap cenderung meningkatkan akurasi deteksi dibandingkan dengan kondisi terang, dengan demikian jarak ideal penggunaan sensor adalah 150—250 cm dengan tinggi Kinect ditentukan oleh tinggi pengguna.

3.4. Pengujian *Black Box*

Pengujian metode *Black Box* dilakukan dengan mengevaluasi fungsi setiap fitur [10] yang telah di build Alpha version untuk mengetahui efektivitas dan kinerjanya, serta memastikan aplikasi dapat digunakan pada perangkat. Langkah ini dilakukan sebelum aplikasi diujicobakan oleh responden pakar melalui pengujian kuesioner, yang bertujuan untuk mendapatkan umpan balik pengguna sebelum aplikasi disebar dan digunakan oleh masyarakat luas. Hasil dari pengujian *Black Box* ini dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Black Box*

No	Skenario Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil Yang diHarapkan	Hasil
1	Membuka Aplikasi	Menekan file .exe aplikasi	<i>Running</i> aplikasi dan menampilkan <i>splashscreen</i> aplikasi dan menu utama	Berhasil
2	<i>User Map</i>	Berdiri didepan kamera kinect	Menampilkan user map pengguna yang berupa skeleton data	Berhasil
3	<i>Kinect cursor</i>	Menggerakkan tangan dan mengepal	<i>Cursor</i> dapat mengikuti gerakan tangan dan dapat menekan tombol	Berhasil
4	Menu Pengaturan	Menekan tombol pengaturan	Menampilkan menu pengaturan	Berhasil
5	Fitur <i>Fullscreen</i>	Menekan <i>toggle Fullscreen</i>	<i>Restore down</i> dan <i>Maximize</i> tampilan aplikasi	Berhasil
6	Pengaturan Volume Audio	Menggeser <i>Slider Volume</i>	Meningkatkan dan mengurangi volume audio	Berhasil
7	Menu Tutorial	Menekan tombol Tutorial	Menampilkan menu pilih tutorial	Berhasil

No	Skenario Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil Yang diHarapkan	Hasil
8	Video tutorial	Menekan tombol play	Memulai video Tutorial	Berhasil
9	Sub-menu Latihan	Menekan tombol latihan	Menampilkan pilihan gerakan latihan (<i>Kihon</i>)	Berhasil
10	Sub-menu penilaian	Menekan tombol penilaian	Menampilkan pilihan gerakan penilaian (<i>Kata</i>)	Berhasil
11	Memulai simulasi Latihan	Menekan pilihan gerakan Latihan	Menampilkan antarmuka simulasi Latihan (<i>Kihon</i>)	Berhasil
12	Memulai simulasi Penilaian	Menekan pilihan gerakan Penilaian	Menampilkan antarmuka simulasi Penilaian (<i>Kata</i>)	Berhasil

Hasil dari pengujian *Black Box* menunjukkan bahwa semua fungsi aplikasi *Alpha Version* berjalan dengan baik dan siap untuk build *Beta Version*. Tahap selanjutnya akan divalidasi kepada responden pakar karate dan unity. Para pakar akan mengisi kuesioner untuk memberikan umpan balik.

3.5. Hasil Penilaian Kuisisioner Responden Pakar Karate

Skala Likert adalah suatu skala penilaian atau pengukuran sikap, pendapat, atau persepsi responden terhadap suatu pertanyaan terkait dengan suatu topik tertentu. Skala Likert mengharuskan responden memberikan respons mereka dalam bentuk skala ordinal [11].

Tabel 4. Skala Ordinal

Range Angka	Keterangan
1	Tidak Baik
2	Kurang Baik
3	Cukup
4	Baik
5	Sangat Baik

Standar penilaian yang digunakan untuk menyimpulkan hasil yang diperoleh dari kuesioner yang digunakan untuk menentukan apakah aplikasi sudah diterima oleh pengguna [11].

Tabel 5. Rentang Nilai

Nilai	Keterangan
0 – 19,99 %	Sangat tidak layak
20- 39,99 %	Kurang layak
40 – 59,99 %	Netral
60 – 79,99 %	Layak
80 – 100 %	Sangat layak

Untuk menganalisis data yang diperoleh dari skala Likert, biasanya digunakan rumus rata-rata atau mean untuk setiap item. Langkah-langkah umum untuk menghitung nilai rata-rata dari skala Likert adalah sebagai berikut:

$$Mean = \frac{N \times F}{Y \times X} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

- F = Frekuensi Responden
- N = Bobot Sekala
- X = Jumlah Responden
- Y = Bobot Tertinnggi

Pengujian kuesioner dilakukan dengan mengujicobakan aplikasi *Beta Version* kepada validator yang memiliki pemahaman dan pengalaman dalam bidang Karate. Hasil tanggapan dari para validator yang dipilih dapat dilihat pada tabel

Tabel 6. Kuisisioner

Elemen Validasi	Kategori (N)				
	1	2	3	4	5
Efektivitas teknologi <i>Motion Capture</i> dalam latihan dan penilaian gerakan karate				3	
Kemudahan sebagai alat bantu pengajaran oleh karateka dan Masyarakat umum.				1	2
Simulasi gerakan karate dalam aplikasi ini akurat dan mendekati gerakan sebenarnya			1	2	
Memiliki fitur dan teknologi inovatif dalam simulasi gerakan karate					3
Tutorial yang disediakan membantu pengguna memahami teknik-teknik karate dengan baik					3
Score umpan balik sesuai dengan ketepatan gerakan pengguna			2	1	
Mudah digunakan dan dimengerti dalam memberikan instruksi kepada peserta Karate					3
Sebagai alat bantu untuk menilai teknik gerakan karate secara efektif.			2	1	
Merekomendasikan aplikasi ini kepada rekan-rekan yang berlatih karate					3
Rekomendasi penggunaan dalam pertandingan karate.			2	1	
Frekuensi Responden (F)	0	0	7	9	14
$N \times F$	0	0	21	36	70
Score Rata-rata				127	
Score yang diharapkan ($X \times Y$)				150	
Persentase kelayakan (Mean)				84,67%	
Keterangan				Sangat Layak	

Secara keseluruhan, aplikasi *Beta Version* dinilai Sangat Layak dengan persentase kelayakan sebesar 84,67%. Penilaian menunjukkan bahwa teknologi *Motion Capture* dalam aplikasi *Beta Version* efektif untuk latihan dan penilaian gerakan karate. Meskipun demikian, terdapat beberapa catatan dari para validator terkait dengan penambahan kamera Kinect pada penggunaan aplikasi dan tambahan fitur yang disarankan.

4. Kesimpulan

Aplikasi penjurian karate yang dikembangkan dalam penelitian ini memanfaatkan teknologi motion capture dengan algoritma gesture recognition untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi penilaian gerakan karate. Dengan kemampuan mendeteksi gerakan secara real-time dan memberikan penilaian otomatis, aplikasi ini mengurangi ketergantungan pada metode manual dan meningkatkan objektivitas penjurian. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan konsistensi dan objektivitas penilaian, dengan skor rata-rata kuisisioner validator sebesar 84,67%, yang menilai aplikasi ini sangat layak digunakan. Ke depannya, aplikasi ini berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur pelatihan kumite, integrasi augmented reality, dan penerapan di cabang olahraga lain seperti senam dan taekwondo.

Referensi

- [1] M. Syahrial, *Buku Jago Beladiri*. Ilmu Cemerlang Group, 2020.
- [2] A. Yasir, S. A. Rahmah, and J. Antares, "Pemanfaatan Video Pembelajaran Karate INKANAS Menggunakan Aplikasi Adobe Premier Pro 2019," *J. SAINTIKOM (Jurnal Sains Manaj. Inform. dan Komputer)*, vol. 20, no. 2, pp. 105–110, 2021.
- [3] Herlina, B. Zakir, A. Lalu, Hasan, and N. Agus, "PELATIHAN CABANG OLAHRAGABELADIRIKARATE PRAYA TENGAH," *J. Pengabd. MasyarakatGlobal*, vol. 2, no. 1, pp. 46–53, 2023.
- [4] WKF, "WORLD KARATE FEDERATION KATA COMPETITION RULES," *World Karate Federation*, vol. 1.1. p. 13, 2024.
- [5] Rizqi Arindra Fadhila, "PENGEMBANGAN MEDIA PENILAIAN PERTANDINGAN KATA

- PADA CABANG OLAHRAGA KARATE BERBASIS APLIKASI DESKTOP,” Universitas Negeri Yogyakarta, 2020.
- [6] B. J. R. Rantung, S. R. U. A. Sompie, and R. Sengkey, “Penerapan Motion Capture Dalam Pembuatan Animasi 3D Gerakan Dasar Kempo,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 10, no. 2, pp. 119–126, 2021.
- [7] M. C. Wibowo, S. Nugroho, and ..., “The Use of Motion Capture Technology in 3D Animation,” *Int. J. ...*, 2023, [Online]. Available: <http://journals.uob.edu.bh/handle/123456789/5222>
- [8] F. Y. Rudi, “Tacking Pergerakan Tangan Menggunakan Skeleton Tracking Kinect,” *J. Artif. Intell. Softw. Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 69–70, 2021.
- [9] M. Handoko Al Idrus, “Implementasi Kamera Kinect 360 Pada Gerakan Dasar Taekwondo,” Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2018.
- [10] M. N. Ichsanudin, M. Yusuf, and S. Suraya, “Pengujian Fungsional Perangkat Lunak Sistem Informasi Perpustakaan Dengan Metode Black Box Testing Bagi Pemula,” *STORAGE J. Ilm. Tek. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2022.
- [11] M. Awaludin, H. Mantik, and F. Fadillah, “Penerapan metode servqual pada skala likert untuk mendapatkan kualitas pelayanan kepuasan pelanggan,” *JSI (Jurnal Sist. Informasi) Univ. Suryadarma*, vol. 10, no. 1, pp. 89–106, 2023.
- [12] Malik, “6 Prinsip Dasar Desain User Interface,” *Niagahoster Product*, 2021. <https://medium.com/niagahoster-product/6-prinsip-dasar-desain-user-interface-8f77a9d4fa7> (accessed Feb. 01, 2024).