

3D Magic Door: Simulasi Interaktif Aktivitas Manusia Purba Menggunakan Kinect dan Perenderan Tiga Dimensi

Ahmad Nagi¹, Surya Sumpeno¹, Supeno Mardi Susiki Nugroho¹

¹Dept. Computer Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Email: sumpeno@te.its.ac.id, mardi@te.its.ac.id, ahmad.nagi14@te.its.ac.id

Abstract

Media Interaktif Virtual 3D Magic Door dirancang sebagai media interaktif imersif yang pada penelitian ini memuat konten aktivitas manusia purba. Simulasi ini divisualisasikan menggunakan teknik polarisasi stereoskopik dengan perangkat tampilan tiga dimensi sebagai media visual. Melalui simulasi virtual tiga dimensi, pengguna dapat merasakan pengalaman yang menyerupai kondisi nyata, serta melakukan interaksi dengan objek virtual di dalam pintu menggunakan perangkat Kinect.

Fungsi dan manfaat dari aplikasi ini adalah sebagai sarana pendukung penyampaian pengetahuan dan informasi kepada masyarakat mengenai kehidupan manusia purba melalui media yang imersif dan interaktif. Interaksi pada simulasi virtual ini diterapkan pada sistem berbasis PC server yang bertugas memproses data hasil pembacaan sensor gerak tubuh pengguna, kemudian menampilkannya pada perangkat penyaji tiga dimensi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa lebih dari 60% pengguna menilai lingkungan manusia purba dalam simulasi memiliki tingkat kemiripan yang cukup tinggi dengan lingkungan diorama yang terdapat di museum. Selain itu, lebih dari 70% pengguna menyatakan memperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai Homo erectus setelah menggunakan simulasi ini. Tingkat kehadiran (presence) yang dirasakan pengguna selama menggunakan aplikasi ini dinilai berada pada kategori lebih dari cukup.

Keyword: 3D Magic Door, Interactive Simulation, Kinect, Stereoscopic 3D, Three-Dimensional Presenter, Full Body Tracking

Diterima Redaksi: 05-02-2024 Selesai Revisi: 15-02-2024 Diterbitkan Online: 15-03-2024
DOI: DOI: <https://doi.org/10.59378/jcenim.v2i1.47>

I. PENDAHULUAN

Simulasi virtual menjadi salah satu media untuk menampilkan berbagai jenis simulasi [1, 2]. Simulasi virtual dapat digunakan untuk menyajikan atau menggali informasi tertentu yang belum banyak diketahui oleh masyarakat umum, serta mampu memberikan pengalaman yang lebih mendalam terhadap suatu dunia yang sebelumnya sulit dijangkau, salah satunya adalah informasi mengenai sejarah kehidupan manusia purba. Salah satu institusi yang memiliki informasi tersebut adalah museum, namun museum belum sepenuhnya mampu memberikan pengalaman yang membuat pengunjung mendapatkan kesan seolah-olah berada di dalam periode tersebut atau dapat berinteraksi langsung dengan lingkungan pada masa tersebut.

Magic Door merupakan sebuah simulasi interaktif yang menampilkan sebuah pintu menuju dunia virtual, yang seolah-olah memperlihatkan dunia virtual yang dapat berinteraksi dengan pengguna, dalam hal ini menggambarkan masa kehidupan Homo erectus. Konsep ini memungkinkan pengguna untuk berinteraksi secara langsung dengan manusia purba beserta aktivitasnya, seperti berburu bersama manusia purba, membantu manusia purba menyalaakan api, serta berbagai bentuk interaksi lainnya.

Secara visual, konten disajikan dalam bentuk pintu atau jendela virtual menggunakan perangkat penyaji tiga dimensi (*Three-Dimensional Presenter*), dengan memanfaatkan perangkat Kinect untuk melakukan pelacakan tubuh penuh (*Full Body Tracking*) [3, 5], sehingga objek virtual di dalam pintu dapat berinteraksi dengan pengguna dalam melakukan berbagai aktivitas manusia purba. Melalui aplikasi simulasi ini, diharapkan pengguna dapat menambah wawasan mengenai kehidupan manusia purba dengan pengalaman yang lebih imersif dan menyenangkan, serta meningkatkan tingkat kehadiran (*presence*) pengguna di dalam lingkungan virtual [6].

II. KERANGKA TEORITIS

Model interaksi dalam penelitian ini didasarkan pada prinsip *Natural User Interface* (NUI). Dengan mengintegrasikan sensor Kinect, sistem tidak lagi bergantung pada perangkat masukan tradisional seperti papan ketik atau tetikus, melainkan mengadopsi interaksi berbasis gestur [3, 5]. Pendekatan ini memungkinkan pengguna berinteraksi dengan objek virtual menggunakan gerakan tubuh alami, sehingga dapat mengurangi beban kognitif dan meningkatkan tingkat realisme selama simulasi kehidupan manusia purba.

A. VIRTUAL REALITY

Virtual Reality merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan lingkungan tiga dimensi di dunia siber yang dapat dieksplorasi dan diinteraksikan oleh manusia [1]. Dalam lingkungan ini, manusia menjadi bagian dari dunia virtual dan dapat memanipulasi objek atau melakukan berbagai tindakan.

Dalam konsep Virtual Reality terdapat empat elemen penting untuk menggambarkan lingkungan tiga dimensi pada dunia virtual yang ideal dan dapat dieksplorasi serta diinteraksikan oleh manusia [2], yaitu:

1. Virtual World

Konten yang membentuk dunia virtual, baik dalam bentuk skenario maupun naskah.

2. Immersion

Sensasi yang membuat pengguna seolah-olah benar-benar berada di dalam dunia virtual.

3. Sensory Feedback

Elemen ini berfungsi sebagai media penyampaian informasi dari dunia virtual ke indera pengguna. Elemen ini mencakup visual (penglihatan), audio (pendengaran), dan sentuhan.

4. Interactivity

Elemen yang merespons tindakan pengguna, sehingga pengguna dapat berinteraksi secara langsung dengan objek di dunia siber, tidak hanya sekadar melihat atau melakukan interaksi satu arah.

B. NATURAL USER INTERFACE

Natural User Interface (NUI) merupakan istilah umum untuk berbagai teknologi seperti pengenalan suara, *multitouch*, serta antarmuka kinetik seperti Kinect, Leap Motion, dan berbagai perangkat sejenis lainnya [3]. Teknologi ini dianggap lebih unggul dibandingkan antarmuka grafis konvensional yang menggunakan papan ketik dan tetikus. Salah satu karakteristik utama NUI adalah interaksi antara pengguna dan komputer dapat berlangsung tanpa memerlukan perantara yang terlihat secara fisik.

C. GESTURE PROCESSING

Gestur atau bahasa tubuh merupakan gerakan tubuh yang bersifat spontan dan umumnya menyertai komunikasi verbal [4]. Cara paling alami untuk menghubungkan citra visual dengan materi yang disajikan adalah melalui gestur, sehingga gestur menjadi bentuk komunikasi nonverbal yang penting dalam interaksi manusia dan sistem virtual.

Pemrosesan gestur (*gesture processing*) merupakan metode untuk membaca pergerakan tubuh manusia yang dapat diproses oleh komputer sebagai pemicu (*trigger*) untuk menjalankan proses selanjutnya. Teknologi ini memerlukan perangkat khusus yang mampu membaca dan menerjemahkan gerakan manusia menjadi perintah yang dapat dipahami dan diproses oleh komputer, seperti sensor Kinect [5].

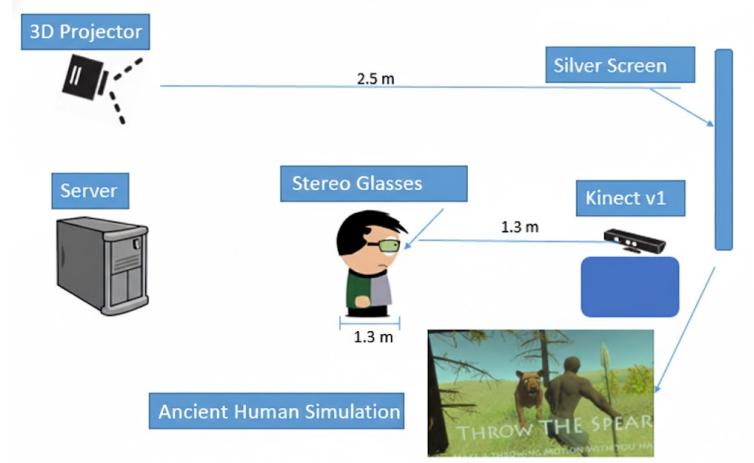
D. SKELETAL TRACKING

Pelacakan tubuh penuh (*Full Body Tracking*) atau yang juga dikenal sebagai *Skeletal Tracking* merupakan metode untuk melacak posisi tubuh manusia secara waktu nyata (*real-time*) menggunakan informasi citra yang diperoleh dari sensor Kinect, yaitu citra warna dan kedalaman [3, 5]. Pada metode Skeletal Tracking, tubuh manusia direpresentasikan oleh sejumlah titik sendi seperti kepala, leher, bahu, dan tangan.

III. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menerapkan interaksi berbasis pengindraan tubuh pada sistem 3D Magic Door menggunakan tampilan stereoskopik tiga dimensi. Sistem 3D Magic Door dijalankan dengan mengombinasikan beberapa perangkat keras, yaitu server, perangkat Kinect v1, proyektor tampilan 3D, serta layar perak (*silver screen*) sebagai media proyeksi visual, seperti ditunjukkan pada Gambar 1 [3, 5].

Pada rancangan ini, pengguna dapat melakukan interaksi dan eksplorasi di depan layar perak hanya dengan menggunakan perangkat Kinect v1. Perangkat penyaji 3D atau proyektor 3D ditempatkan pada jarak 2,5 m dari layar 3D, sedangkan perangkat Kinect v1 diletakkan di atas meja di depan layar tampilan 3D. Kinect v1 diposisikan menghadap ke arah pengguna atau sejajar secara horizontal untuk memperoleh data fitur tubuh pengguna. Data yang diperoleh Kinect diteruskan ke server untuk diproses sehingga diperoleh posisi fitur tubuh dalam koordinat dunia (*world coordinates*). Data hasil pemrosesan server selanjutnya dimuat ke dalam simulasi 3D Magic Door untuk memungkinkan terjadinya interaksi pengguna. Server juga memproses data dalam format stereo dan mengirimkan hasil perenderan ke perangkat proyektor tampilan [1, 2].

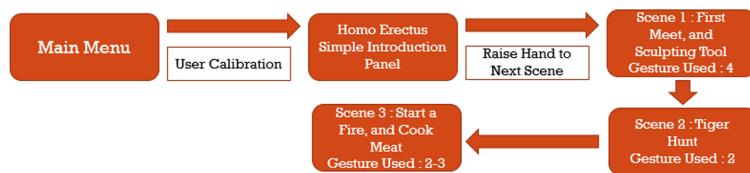


Gambar 1: Konfigurasi Sistem Simulasi

Pengguna berinteraksi menggunakan salah satu teknik *Natural User Interface* (NUI), yaitu dengan memanfaatkan gestur tubuh. Kinect v1 mampu mendeteksi berbagai jenis gestur tubuh berdasarkan pergerakan utama tulang-tulang manusia. Gestur tersebut akan memicu animasi interaksi pada objek yang berinteraksi dengan pengguna. Setiap objek pada masing-masing *scene* memberikan respons yang berbeda sesuai dengan skenario yang telah dirancang serta parameter animator objek yang dipicu oleh gestur yang dilakukan pengguna [4].

A. Perancangan Storyboard

Storyboard merupakan sketsa gambar yang dibuat sesuai dengan skenario yang telah dirancang. Berikut merupakan urutan storyboard pada sistem 3D Magic Door:



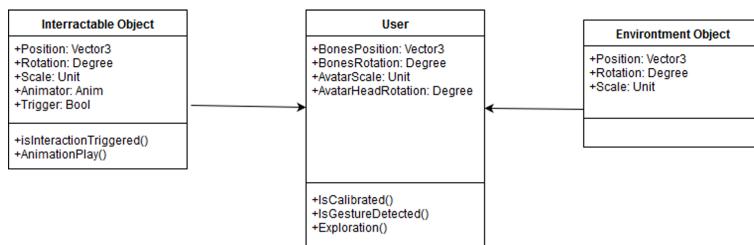
Gambar 2: Skenario Interaksi

1. Tampilan awal aplikasi, pada bagian ini pengguna mulai menjalankan aplikasi 3D Magic Door. Terdapat judul aplikasi dan antarmuka pengguna berupa ikon “angkat tangan untuk bermain” yang memberikan panduan kepada pengguna untuk memasuki museum virtual dengan mengangkat

tangan (kanan atau kiri) di depan perangkat Kinect v1. Tahapan ini juga berfungsi sebagai proses kalibrasi awal antara pengguna dan Kinect v1.

2. Setelah proses kalibrasi awal, pengguna dapat melihat penjelasan singkat mengenai Homo erectus.
3. Selanjutnya, pengguna memasuki dunia virtual pada era Kuarter, di mana pengguna dapat melihat Homo erectus serta melakukan interaksi dan eksplorasi lingkungan. Pada *scene* pertama, terdapat beberapa tahapan interaksi yang berfokus pada aktivitas pembuatan alat bersama Homo erectus.
4. Pada *scene* kedua, terdapat beberapa tahapan interaksi yang berfokus pada aktivitas berburu bersama Homo erectus.
5. Pada *scene* terakhir, terdapat beberapa tahapan interaksi yang berfokus pada aktivitas membuat api dan mengonsumsi hasil buruan bersama Homo erectus.

Simulasi interaktif aktivitas manusia purba ini disajikan menyerupai diorama yang terdapat di Museum Sangiran. Objek-objek yang ditampilkan merupakan hasil pemodelan tiga dimensi yang disesuaikan dengan citra dan referensi objek yang terdapat di Museum Sangiran.



Gambar 3: Diagram Kelas Objek Simulasi

Berbagai aktivitas manusia purba Homo erectus disajikan dengan fitur interaksi berbasis gestur pada setiap *scene* dalam simulasi. Pada Gambar 3, hubungan antara pengguna dan koleksi objek didasarkan pada jenis interaksi yang dapat dilakukan. Koleksi objek diklasifikasikan ke dalam dua kelas, yaitu kelas *Interactable*, di mana pengguna dapat melakukan berbagai interaksi menggunakan gestur tubuh sesuai dengan *scene* yang dijalankan, serta kelas *Environment*, di mana objek lingkungan tidak dapat diinteraksikan menggunakan gestur tubuh, namun berfungsi untuk menggambarkan lingkungan hidup Homo erectus pada *scene* tertentu.

B. Hasil Simulasi

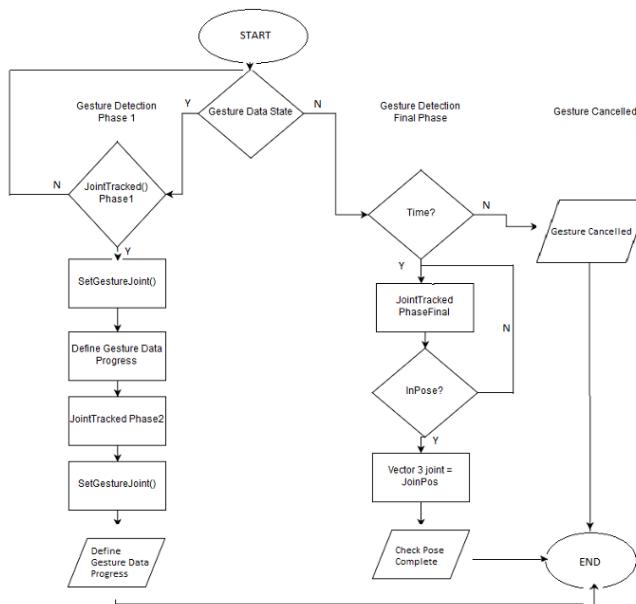
Sistem interaksi pada museum virtual ini menggunakan Kinect v1 sebagai masukan sensor tubuh. Dalam penelitian ini, Kinect digunakan sebagai media interaksi yang memanfaatkan fitur *Skeletal Tracking* yang disediakan oleh Kinect SDK [3, 5]. Fitur ini mampu melacak titik-titik sendi utama tubuh manusia yang kemudian dipetakan oleh sensor kedalaman berdasarkan jarak dibandingkan dengan hasil pelatihan sebelumnya.

Data diperoleh dari layanan Kinect dengan memanggil fungsi tertentu untuk menyaring informasi dari setiap *frame* yang telah diproses. Pada Gambar 5 ditunjukkan alur sistem interaksi pada simulasi ini. Berikut merupakan deskripsi fungsi-fungsi yang digunakan dalam pengambilan data gestur:

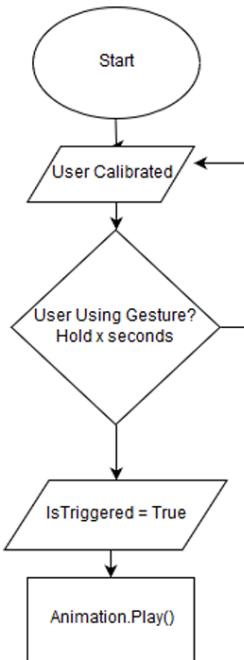
1. **isRaiseRightHand** mengembalikan nilai *true* apabila tangan kanan terdeteksi terangkat, jarak antara tulang tangan kanan dan tulang bahu cukup jauh, serta posisi tersebut dipertahankan selama 0,7 detik.
2. **isRaiseLeftHand** mengembalikan nilai *true* apabila tangan kiri terdeteksi terangkat, jarak antara tulang tangan kiri dan tulang bahu cukup jauh, serta posisi tersebut dipertahankan selama 0,7 detik.
3. **isWave** mengembalikan nilai *true* apabila tulang tangan kiri atau kanan terdeteksi menghadap kamera dan bergerak ke kanan dan kiri dengan interval waktu 0,7 detik.
4. **isGetDown** mengembalikan nilai *true* apabila tulang dada dan lutut saling mendekat (pengguna berjongkok) dan berada pada posisi bertahan selama 0,7 detik.

5. **isUpDown** mengembalikan nilai *true* apabila tangan kanan atau kiri bergerak ke atas kemudian ke bawah dengan cepat dan sudut antara tulang tangan dan tulang bahu mendekati sembilan puluh derajat.
6. **isSwipeLeft** mengembalikan nilai *true* apabila tangan kanan bergerak cepat ke arah kiri, dengan posisi awal tangan sejajar dengan kepala.
7. **isSwipeRight** mengembalikan nilai *true* apabila tangan kiri bergerak cepat ke arah kanan, dengan posisi awal tangan sejajar dengan kepala.
8. **isPush** mengembalikan nilai *true* apabila tangan kiri atau kanan melakukan gestur dorong, yaitu tulang tangan bergerak dari posisi mendekati tulang bahu kemudian menjauh dengan cepat.

Data yang diperoleh dari pemanggilan fungsi gestur pada Kinect v1 digunakan dalam penyusunan algoritma interaksi berbasis gestur, dengan mempertimbangkan jarak antar tulang sebagai parameter acuan serta kecepatan perubahan pergerakan tulang.



Gambar 4: Diagram Keadaan Interaksi



Gambar 5: Alur Sistem Interaksi

C. Rincian Gestur Interaksi

Tabel berikut menyajikan pemetaan interaksi dan gestur yang digunakan pada setiap *scene* simulasi:

Tabel 1: Pemetaan Scene, Gestur, dan Respon

Scene	Gestur	Respon
Menu Utama	Raise Hand	Pengguna Terkalibrasi
Scene Penjelasan	Swipe Left	Membaca deskripsi singkat Homo erectus
Scene 1	GetDown Wave Push UpDown	Pengguna memberi penghormatan, menyapa manusia purba, memberikan batu untuk dipahat, serta memahat alat bersama manusia purba.
Scene 2	Push SwipeLeft/Right	Pengguna memberikan tombak untuk berburu harimau dan melempar tombak bersama manusia purba.
Scene 3	TwistHands Push	Pengguna menyalakan api untuk memasak daging dan mengonsumsi hasil buruan bersama manusia purba.

IV. RESULTS AND TESTING

A. User Testing and Questionnaire

The questionnaire testing was carried out by giving questionnaires to participants who had tried this application. This test was conducted on 30 participants who were students of the Ten November Institute of Technology who were aged 20-25 years. In testing this questionnaire, participants were given several statements to find out how much the level of respondent's approval of the statement. Participants were given seven options which contained the approval level and were asked to choose one of these options. The following are the options provided:

1. Not at all (1)
2. Almost Not At All (2)

3. Not enough (3)
4. Enough (4)
5. More Than Enough (5)
6. Almost very (6)
7. Very (7)

In this testing, participants received eighteen statements. The list of statements is as follows:

1. How much can you control activities in a virtual environment?
2. How responsive is the environment when initiated by your actions?
3. How natural are your interactions with the virtual environment?
4. How much visual aspects of the environment involve you?
5. How natural a mechanism that controls your movement through a virtual environment?
6. How much experience in a virtual environment that seems consistent with your real-world experience?
7. Can you anticipate what will happen to the virtual environment when you take action?
8. How much can you survey the environment using your vision?
9. How interesting is the sensation of moving in a virtual world?
10. How close can you check an object?
11. How involved are you when you are in a virtual environment?
12. How much delay do you feel between your actions and the response to the virtual world?
13. How proficient in moving and interacting with the virtual environment you feel at the end of the experience?
14. How great is the quality of the visual display disturbing or distracting you from performing the assigned task or activity required?
15. How many control devices interfere with the performance of assigned tasks or with other activities?
16. How well can you concentrate on assigned tasks or required activities rather than on the mechanisms used to perform those tasks or activities?
17. How close is Environment to the simulation, with the actual environment on diorama?
18. When compared with before simulation, how much do you know about Homo erectus?

Statement number 1 through 7 is intended to find out how the user experiences about the virtual simulation control system and body sensing tools in this virtual simulation. Statements number 8 through 16 are intended to measure how comfort respondents interact to display information and statements of numbers 17 and 18 clarity of information about early humans obtained by respondents in this virtual simulation. Overall the purpose of the questions compiled in this questionnaire is to measure how immersive the user experience when using this simulation application.

B. Questionnaire Test Results

The following table presents the results of the questionnaire testing conducted on 30 participants:

No	Scale 1	Scale 2	Scale 3	Scale 4	Scale 5	Scale 6	Scale 7
1	0.00%	0.00%	7.41%	40.74%	18.52%	33.33%	0.00%
2	0.00%	3.70%	14.81%	22.22%	48.15%	7.41%	3.70%
3	0.00%	0.00%	14.81%	29.63%	25.93%	29.63%	0.00%
4	0.00%	0.00%	3.70%	14.81%	22.22%	55.56%	3.70%
5	0.00%	3.70%	3.70%	37.04%	25.93%	25.93%	3.70%
6	0.00%	3.70%	3.70%	14.81%	44.44%	33.33%	0.00%
7	0.00%	3.70%	11.11%	25.93%	29.63%	22.22%	7.41%
8	0.00%	11.11%	11.11%	14.81%	29.63%	33.33%	0.00%
9	0.00%	0.00%	3.70%	29.63%	22.22%	29.63%	14.81%
10	0.00%	0.00%	22.22%	33.33%	29.63%	14.81%	0.00%
11	0.00%	0.00%	0.00%	25.93%	51.85%	22.22%	0.00%
12	0.00%	18.52%	14.81%	37.04%	18.52%	3.70%	7.41%
13	0.00%	0.00%	25.93%	25.93%	25.93%	22.22%	0.00%
14	3.70%	14.81%	11.11%	14.81%	44.44%	11.11%	0.00%
15	22.22%	25.93%	22.22%	11.11%	7.41%	11.11%	0.00%
16	0.00%	0.00%	0.00%	29.63%	37.04%	33.33%	0.00%
17	0.00%	0.00%	3.70%	33.33%	33.33%	29.63%	0.00%
18	0.00%	7.41%	7.41%	37.04%	33.33%	14.81%	0.00%

Tabel 2: Results of the Questionnaire Testing (30 Participants)

V. KESIMPULAN

Hasil pengujian simulasi menunjukkan bahwa tingkat kehadiran atau imersi yang dirasakan oleh pengguna ketika menggunakan aplikasi ini berada pada kategori lebih dari cukup. Hal ini ditunjukkan oleh pengalaman pengguna yang secara umum merasakan tingkat realisme yang positif, kemungkinan untuk melakukan aksi, peluang eksplorasi lingkungan, serta kemampuan pengguna dalam mengevaluasi kinerjanya selama proses permainan berlangsung. Selain itu, lebih dari 60% pengguna menyatakan bahwa lingkungan manusia purba yang ditampilkan dalam simulasi memiliki tingkat kemiripan yang cukup tinggi dengan lingkungan diorama yang terdapat di museum.

References

- [1] "What is virtual reality?"
- [2] K. G. D. Herlangga, "Virtual reality dan perkembangannya," March 2016.
- [3] J. Webb and J. Ashley, *Beginning kinect programming with the microsoft kinect sdk*, 2012.
- [4] D. P. Loehr, "Temporal, structural, and pragmatic synchrony between intonation and gesture," *Laboratory Phonology*, vol. 3, no. 1, 2012.
- [5] Z. Zhang, "Microsoft kinect sensor and its effect," *IEEE Multimedia*, vol. 19, no. 2, pp. 4–10, 2012.
- [6] B. G. Witmer and M. F. Singer, "Measuring presence in virtual environments," January 1994.