

Pengembangan Simulasi Mitigasi Bencana Banjir Menggunakan Teknologi *Virtual Reality*

Arda Surya Editya

*Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo
Jl. Rangkah Kidul KM 5.5, Sidoarjo
ardasurya.tif@unusida.ac.id*

Abstrak

Banjir merupakan sebuah bencana alam yang diakibatkan meluapnya sungai ataupun penyebab lainnya. Ketika bencana ini menimpa sebuah daerah maka masyarakat harus mengetahui cara mitigasi bencana banjir terhadap warga. Berdasarkan permasalahan diatas maka pada penelitian ini akan dikembangkan simulasi yang bertujuan untuk mengajarkan mitigasi ketika terjadi bencana banjir. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan teknologi *Virtual Reality* dan teknik gamifikasi untuk mengajarkan keterampilan bertahan hidup selama bencana banjir. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pendidikan manajemen bencana dengan membenamkan user dalam simulasi skenario banjir yang realistis dan interaktif. Penggunaan elemen gamifikasi, seperti penghargaan dan tantangan, mendorong keterlibatan dan memotivasi user untuk mempelajari dan menerapkan teknik bertahan hidup dari bencana. Sistem ini berpotensi meningkatkan kesiapsiagaan dan respons terhadap bencana di masyarakat yang rentan terhadap bencana banjir.

Sistem ini dibuat dengan software unity dan mengimplementasikan teknologi *Virtual Reality*, untuk memainkan game ini peneliti memerlukan VR-Box sebagai perangkat yang membantu peneliti melihat melalui VR. Aplikasi ini berbeda dengan aplikasi lainnya karena dalam game ini peneliti dapat mengontrol pemain menggunakan joystick bluetooth.

Penelitian ini menggunakan 40 responden untuk menjawab survei tentang sistem simulasi mitigasi bencana berbasis *Virtual Reality*. Survei menunjukkan 80% responden menjawab aplikasi VR-EDM sangat membantu dan menghibur, 10% menjawab aplikasi VR-EDM cukup membantu dan menghibur, dan 10% menjawab aplikasi VR-EDM berfungsi normal. Kesimpulan dari tulisan ini adalah VR-EDM dapat menjadi media edukasi untuk memberikan edukasi kepada masyarakat ketika bencana banjir telah terjadi dan dapat memahami apa yang harus dilakukan jika terjadi bencana banjir.

Kata kunci— Simulasi, Banjir, *Virtual Reality*

Abstract

Flooding is a natural disaster that occurs when rivers overflow or other causes. When this disaster strikes an area, the community must know how to mitigate flood disasters for residents. Based on the problems above, this research will develop a simulation that aims to teach mitigation when a flood disaster occurs. The system developed utilizes *Virtual Reality* technology and gamification techniques to teach survival skills during flood disasters. This system aims to increase the effectiveness of disaster management education by immersing users in realistic and interactive flood scenario simulations. The use of gamification elements, such as rewards and challenges, encourages engagement and motivates users to learn and apply disaster survival techniques. This system has the potential to improve disaster preparedness and response in communities that are vulnerable to flood disasters.

This system was created with Unity software and implements *Virtual Reality* technology. To play this game we need a VR-Box as a device that helps us see through VR. This application is different from other applications because in this game we can control the player using a Bluetooth joystick.

We had 40 respondents answer a survey about a Virtual Reality-based disaster mitigation simulation system. The survey showed that 80% of respondents answered that the VR-EDM application was very helpful and entertaining, 10% answered that the VR-EDM application was quite helpful and entertaining, and 10% answered that the VR-EDM application functioned normally. This paper concludes that VR-EDM can be an educational medium to provide education to the public when a flood disaster occurs and can understand what to do if a flood disaster occurs.

Keywords— *Simulation, Flood, Virtual Reality*

1. PENDAHULUAN

Bencana alam seperti banjir dapat menimbulkan dampak buruk terhadap masyarakat, menyebabkan hilangnya nyawa dan kerusakan harta benda. Upaya persiapan individu dan masyarakat dalam menghadapi kejadian seperti ini sangat penting dalam meminimalkan dampak bencana. Metode pendidikan manajemen bencana tradisional, seperti ceramah dan latihan, bisa efektif namun mungkin tidak sepenuhnya melibatkan siswa atau menyampaikan informasi yang diperlukan untuk bertahan hidup secara efektif. Lebih lanjut, pada bidang teknologi mengalami kemajuan pesat dalam beberapa tahun terakhir dan salah satu bidang yang banyak mendapat perhatian adalah *Virtual Reality* (VR) dan metode gamifikasi (T. Weissker, dkk. 2022:2). Teknologi VR memungkinkan terciptanya simulasi skenario bencana yang realistis, memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan menarik. Gamifikasi merupakan penggabungan elemen mirip permainan seperti penghargaan dan tantangan, dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan dalam pembelajaran (Z. Zhang, dkk. 2018:1).

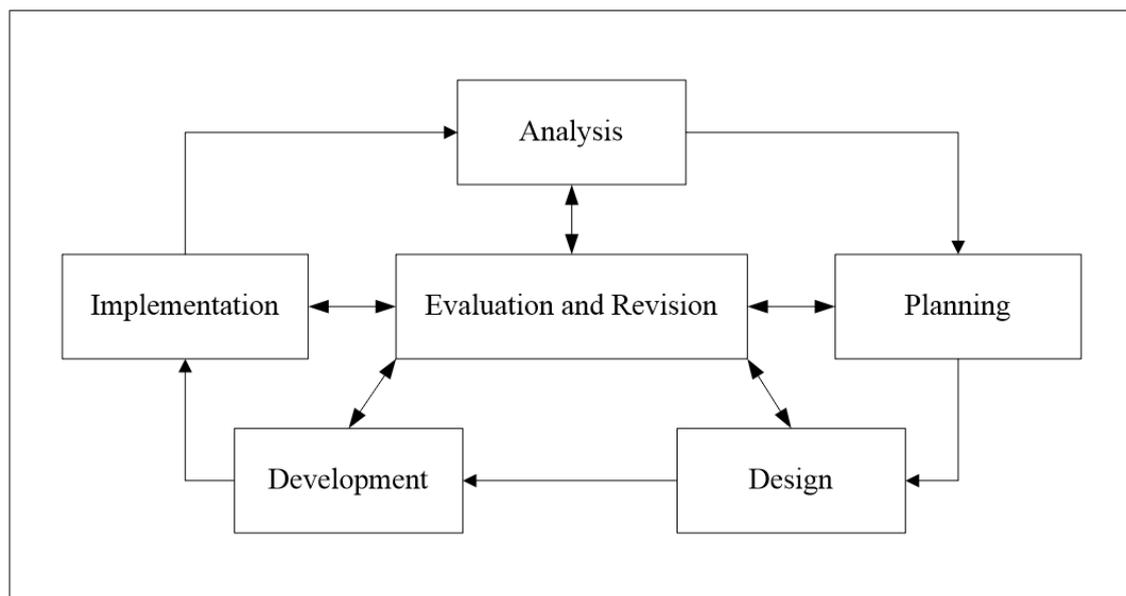
Teknologi VR telah banyak digunakan oleh peneliti-peneliti sebelumnya sama halnya seperti yang dilakukan oleh Liu, dkk. pada penelitiannya mereka menggunakan sistem VR untuk melakukan *training* pada pegawai baru di sebuah perusahaan. Hasil dari penelitian ini dapat mengurangi biaya perbaikan mesin dikarenakan para pegawai berlatih menggunakan simulasi dengan teknologi VR (Y.Liu, dkk. 2020:2). Lebih lanjut penerapan teknologi VR sebagai media edukasi juga dilakukan oleh Schild, dkk. pada penelitiannya Schild menggunakan simulasi VR untuk mengajarkan bagaimana cara menyelamatkan korban tenggelam dengan menggunakan permainan *multiplayer* hal ini mendapatkan sebuah hasil bahwa sistem yang dibentuk memiliki dampak positif yakni dengan bertambahnya pengetahuan *user* setelah mendapatkan simulasi ini. (J. Schild, dkk. 2019:2).

Pada penelitian ini, akan disajikan sebuah pengembangan sistem edukasi inovatif yang menggabungkan teknik VR dan gamifikasi untuk mengajarkan keterampilan bertahan hidup dan mitigasi selama bencana banjir. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pendidikan manajemen bencana dengan membenamkan *user* dalam simulasi skenario banjir yang realistis dan interaktif. Penggunaan elemen gamifikasi, seperti penghargaan dan tantangan, mendorong keterlibatan dan memotivasi siswa untuk mempelajari dan menerapkan teknik bertahan hidup dari bencana. Sistem ini berpotensi meningkatkan kesiapsiagaan dan respons terhadap bencana di masyarakat yang rentan terhadap bencana banjir.

Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti mempunyai ide untuk membuat suatu aplikasi untuk mengedukasi masyarakat ketika terjadi bencana banjir. Aplikasi ini dibuat dengan *software* Unity dan mengimplementasikan teknologi *Virtual Reality*, untuk memainkan game ini peneliti membutuhkan VR-Box sebagai perangkat yang membantu peneliti melihat melalui VR. Aplikasi ini berbeda dengan aplikasi lainnya karena pada game ini peneliti dapat mengontrol pemain yang ada di dalam game menggunakan pengontrol *bluetooth*. Penggunaan pengontrol *bluetooth* adalah untuk membuat game simulasi yang dibuat interaktif, sehingga *user* mampu mengontrol pemain dalam game lebih leluasa (Liu, dkk. 2018:2).

2. METODE PENELITIAN

Pada bagian ini, dijelaskan metode yang digunakan dalam penelitian ini. Metode *instructional development cycle* digunakan dalam pengembangan aplikasi ini. Gambar 1 menampilkan diagram alur pengembangan sistem menggunakan metode *instructional development cycle* (Editya, dkk. 2018:2).



Gambar 1. Metode *Instructional Development Cycle*

Pada metode *instructional development cycle* memiliki enam proses yang dimulai dari tahapan *analysis, planning, design, development, implementation, dan evaluation and revision phases*. Tahap evaluasi dan revisi merupakan kegiatan berkelanjutan yang dilakukan pada setiap tahap sepanjang siklus pengembangan. Setelah setiap tahap dilakukan evaluasi dan revisi terhadap hasil kegiatan, kemudian dilanjutkan ke tahap berikutnya.

2.1 Tahapan Analysis

Pada tahap ini dilakukan wawancara dengan pihak dinas penanggulangan bencana untuk mengetahui kebutuhan saat peneliti membuat aplikasi edukasi penanggulangan bencana khususnya bencana banjir. Pada tahapan ini didapatkan hasil sebagai berikut:

- a. Dinas penanggulangan bencana Sidoarjo belum memiliki sebuah media edukasi untuk mengajarkan mengenai mitigasi bencana khususnya bencana banjir. Hal ini didasarkan pada kabupaten Sidoarjo sering terjadi bencana banjir.
- b. Simulasi bencana banjir sangat sulit dilakukan karena untuk menciptakan sebuah imitasi kejadian banjir dibutuhkan banyak sumber daya salah satunya yakni air.
- c. Pembelajaran penyelamatan barang berharga dan juga bekal selama di pengungsian relatif lebih sulit untuk diajarkan jika tidak menggunakan sebuah simulasi.

Berdasarkan kesimpulan wawancara diatas maka peneliti mendapatkan sebuah kesimpulan bahwa belum adanya sebuah media edukasi yang interaktif dan mumpuni membuat dinas penanganan bencana daerah kabupaten Sidoarjo mengalami kesulitan untuk melakukan edukasi dan sosialisasi pada masyarakat khususnya pada bencana banjir.

2.2 Tahapan Planning

Pada tahap ini direncanakan sebuah pembuatan sistem, dimulai dari bahasa program yang digunakan, *platform* yang digunakan, serta *gameplay* yang diterapkan pada sistem edukasi berbasis VR. Pada fase ini direncanakan juga kebutuhan minimum dalam pembuatan dan juga menjalankan sistem. Lebih lanjut, bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa pemrograman C#. Bahasa C# merupakan bahasa default yang digunakan pada *software* Unity. Unity adalah mesin game lintas *platform* dan alat pengembangan yang digunakan untuk membuat game dan aplikasi 2D, 3D, AR, dan VR. Unity pertama kali dirilis pada tahun 2005 dan sekarang menjadi salah satu mesin pembuat game paling populer di industri game (Yin, dkk. 2011:2).

Unity menyediakan ekosistem yang kuat dan fleksibel untuk pengembangan game dan aplikasi, memungkinkan pengembang membuat konten berkualitas tinggi menggunakan berbagai alat dan fitur. Beberapa fitur utama Unity mencakup sistem skrip visual, *physical machine*, dan dukungan untuk berbagai *platform* dan perangkat, termasuk perangkat dengan basis sistem operasi Windows, Mac, iOS, Android, dan VR/AR. Unity juga memiliki dukungan untuk berbagai bahasa pemrograman, termasuk C#, UnityScript, dan Boo. Selain itu, Unity memiliki komunitas pengembang yang besar dan aktif, yang menyediakan banyak sumber daya dan dukungan bagi pengguna (Editya, dkk. 2017:2).

Pada penelitian ini, peneliti memilih android, hal ini didasarkan karena *platform* android merupakan OS yang paling banyak digunakan pada perangkat *mobile* di dunia, untuk *gameplay* peneliti mengadaptasi *genre First Person Shooter (FPS)*. *First-person shooter (FPS)* adalah jenis video game di mana pemain memandangi aksi melalui sudut pandang pemain. Pemain mengontrol pergerakan dan tindakan karakter dan biasanya menggunakan senjata untuk terlibat dalam pertempuran dengan musuh (Editya, dkk. 2014:2). Game FPS terkenal dengan alur permainannya yang cepat, penuh aksi, dan

sering kali berlatar lingkungan realistis atau fiksi ilmiah. Beberapa contoh game FPS yang populer antara lain seri *Halo*, seri *Call of Duty*, dan seri *Doom*.

Game FPS biasanya memiliki mode cerita pemain tunggal dimana pemain mengikuti alur cerita, dan mode multiplayer dimana pemain dapat bermain melawan satu sama lain. *Gameplay* game FPS berkisar pada penggunaan senjata dan refleks pemain serta keterampilan membidik untuk menjatuhkan musuh. Pemain harus mengatur kesehatan dan amunisinya saat menembak jatuh musuh, dan juga harus mengawasi sekelilingnya dan bersembunyi di balik perlindungan agar tidak terkena serangan. Game FPS telah populer sejak awal munculnya video game, namun menjadi semakin populer seiring dengan munculnya multipemain daring dan tumbuhnya budaya game. Kini, game FPS secara luas dianggap sebagai salah satu genre paling populer di industri game.

2.3 Tahapan Design

Pada tahap ini dirancang permainan dimulai dari peta yang digunakan. Peta yang digunakan adalah kota yang memiliki banyak gedung, rumah sakit, sekolah dan rumah. Pada kota tersebut ditambahkan bencana banjir dan juga cuaca hujan yang membuat permainan lebih *immersive*. Pemain disini akan berperan sebagai relawan bencana regional di kota tersebut dan dia harus melakukan beberapa tugas sebelum pergi ke tempat evakuasi.

Setiap tugas yang dikerjakan akan ada petunjuk yang bisa dibaca dan diselesaikan pemain. Jika pemain berhasil untuk membaca dan menjalankannya maka pemain akan memperoleh poin. Poin ini akan dihitung dan diserahkan ke tempat pengungsian. Ada dua kondisi permainan ini. Pertama, jika poinnya lebih tinggi dari 60, pemain akan memenangkan permainan ini. Kedua, jika poinnya lebih rendah dari 60, pemain akan kalah dalam permainan ini.

Pada game ini peneliti juga menambahkan *Non Playable Character* (NPC) dengan berbagai gender dan usia untuk melatih pemain apa yang diprioritaskan jika berada dalam kondisi nyata. Peneliti juga telah menambahkan beberapa logika ketika dia tidak melakukan jalur yang benar, skornya akan berkurang.

2.4 Tahapan Development

Pada fase ini akan dijelaskan proses pengembangan dari sistem edukasi berbasis VR. Proses pengembangan sistem dimulai dengan menggambar asset 3D yang akan digunakan pada sistem edukasi berbasis VR. Proses penggambaran menggunakan *software Blender*. *Software Blender* merupakan sebuah *software* yang digunakan untuk menggambar dan mendesain objek 3D. Setelah semua objek telah selesai digambar maka langkah selanjutnya yakni menciptakan sebuah environment pada *software unity*. Pada tahapan ini juga diimplementasikan modifikasi cuaca dan lingkungan.

Efek hujan pada *software Unity* diciptakan dengan menggunakan bahasa pemrograman untuk menciptakan efek rintikan air hujan, awan dan juga petir yang menyambar. Setelah proses pembuatan *environment* dan penampakan cuaca selesai maka langkah selanjutnya yakni mengembangkan *player* yang nantinya akan dijalankan oleh

player. Pada tahapan ini digunakan library FPS untuk lebih memudahkan dan mempercepat proses pembuatan sistem.

Tahapan terakhir pada pengembangan sistem edukasi ini adalah membuat sebuah NPC (*Non Playable Character*) (J. Schild, dkk. 2018:2). NPC berfungsi sebagai komponen game yang membawa petunjuk dan juga misi yang ada pada sistem edukasi bencana banjir berbasis VR. Adapun NPC yang digunakan dapat dijabarkan pada tabel berikut.

2.5 Tahapan Implementasi

Pada tahap ini diuji sistem edukasi kepada user sebagai wujud implementasi sistem. Peneliti mengambil responden dari civitas akademika di lingkungan Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo sejumlah 40 responden yang terdiri dari mahasiswa, dosen, dan karyawan. Langkah awal proses implementasi adalah responden akan bermain sistem edukasi VR dalam waktu 10 menit. Responden dapat mengajukan pertanyaan ketika mereka mengalami kesulitan saat bermain. Setelah menyelesaikan permainan, sebuah survei yang berisi 10 pertanyaan diberikan. Peneliti menggunakan skala Likert untuk menjawab pertanyaan tersebut. Skala Likert adalah jenis skala penilaian yang digunakan dalam penelitian survei untuk mengukur sikap, opini, atau perilaku. Namanya diambil dari nama pengembangnya, Rensis Likert, yang pertama kali memperkenalkannya pada publikasi tahun 1932.

Skala Likert adalah skala psikometri yang biasanya menggunakan serangkaian pernyataan atau pertanyaan yang responden menunjukkan tingkat setuju atau tidak setuju. Tanggapan biasanya disajikan dalam bentuk skala lima atau tujuh poin, dengan pilihan mulai dari sangat setuju hingga sangat tidak setuju, atau variasi serupa. Skala ini juga dapat disajikan dalam format numerik atau verbal. Responden diminta untuk menunjukkan tingkat persetujuan mereka terhadap setiap pernyataan, dan tanggapan mereka kemudian digunakan untuk menghitung skor atau ukuran sikap, pendapat, atau perilaku yang dinilai.

Skala *likert* banyak digunakan dalam penelitian ilmu sosial, dan dianggap sebagai metode yang andal dan valid untuk mengukur sikap, opini, dan perilaku. Skala ini juga biasa digunakan di berbagai bidang seperti riset pasar, survei kepuasan karyawan, dan jajak pendapat politik. Skala *likert* digunakan karena skala *likert* merupakan cara yang sederhana dan efektif untuk mengukur sikap dan opini, serta banyak digunakan dalam berbagai bidang penelitian.

2.6 Tahapan Evaluation and Revision

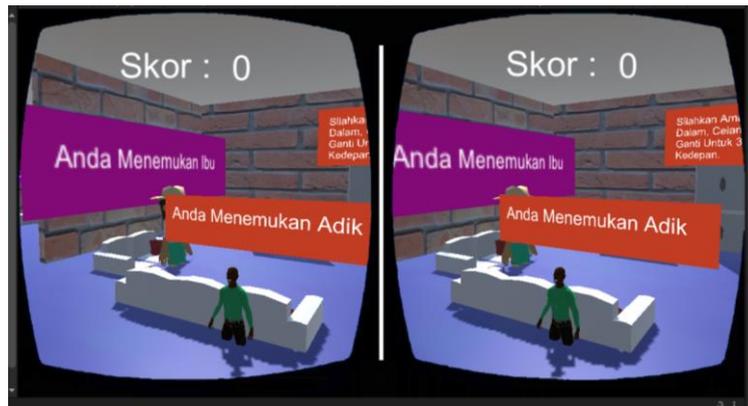
Pada fase ini merupakan fase yang ada pada setiap fase yang peneliti lakukan. Setiap tahapan dalam Metode *Instructional Development Cycle* perlu dievaluasi dan direvisi karena diperlukan sistem yang mempunyai kinerja yang baik dan nyaman digunakan oleh pemain.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini ditampilkan hasil serta analisis penelitian yang diperoleh. Bagian ini akan dibagi menjadi dua bagian. Pertama adalah aplikasi yang peneliti bangun dan kedua adalah survei yang peneliti ambil dari responden.

3.1 Sistem Edukasi Berbasis VR

Bagian ini menyajikan sistem yang telah peneliti kembangkan melalui tangkapan layar yang diambil dari aplikasi. Secara umum sistem memiliki tiga bagian, yakni Layar Utama, Layar Permainan, dan Layar Menang/Kalah.



Gambar 2. Tampilan Layar Sistem didalam Rumah



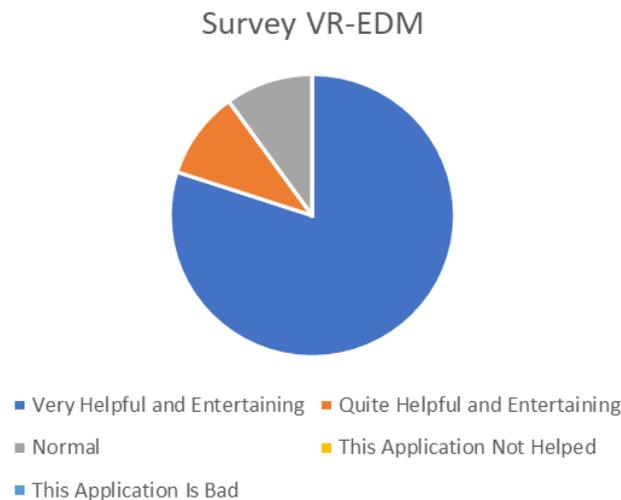
Gambar 3. Tampilan Layar Jalur Evakuasi



Gambar 4. Tampilan Layar Akhir Permainan

3.2 Survey Responden

Pada bagian ini disajikan hasil survei yang diambil dari 40 responden yang diambil dari kampus peneliti yang terdiri dari mahasiswa, dosen dan karyawan. Survey berjumlah 10 pertanyaan. Kesimpulan survei ini ada pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik Responden

Survei menunjukkan 80% responden menjawab sistem sangat membantu dan menghibur, 10% menjawab sistem cukup membantu dan menghibur, dan 10% menjawab aplikasi sistem berfungsi normal.

4. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, dikembangkan sebuah aplikasi yang digunakan untuk mengedukasi masyarakat ketika menghadapi bencana banjir. Aplikasi ini merupakan sistem edukasi bencana banjir berbasis VR dengan menggabungkan teknologi *Virtual Reality* dan teknik *gamification* untuk membangun aplikasi yang dapat dimainkan juga mendidik.

Aplikasi ini sangat membantu dan menghibur karena dari survey yang peneliti berikan kepada responden peneliti mendapatkan nilai 80% responden menjawab aplikasi yang dibangun sangat membantu dan menghibur, 10% menjawab sistem edukasi bencana banjir berbasis VR cukup membantu dan menghibur, dan 10% menjawab aplikasi sistem edukasi bencana banjir berbasis VR cukup membantu dan menghibur, dan 10% menjawab aplikasi sistem edukasi bencana banjir berbasis VR cukup membantu dan menghibur, 10% menjawab sistem edukasi bencana banjir berbasis VR berfungsi normal.

Peneliti berharap kedepannya aplikasi ini dapat dikembangkan lebih mendalam menggunakan perangkat terbaru untuk bermain *Virtual Reality* seperti Oculus dan Meta Quest.

5. SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah sistem dapat dikembangkan lagi untuk dapat diimplementasikan lebih luas dengan adanya perangkat yang terus berkembang membuat teknologi VR lebih banyak dapat digunakan oleh masyarakat. Penambahan level pada sistem ini diharapkan juga ditambah sehingga dapat menarik minat pemain untuk bermain lebih lama dan juga lebih menantang saat dimainkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh civitas akademik Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo.

DAFTAR PUSTAKA

- Editya Arda Surya, "Pengembangan Media Pembelajaran Dengan Menggunakan Teknologi Augmented Reality Untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Pada Mata Pelajaran Teknik Dasar Elektronika Pada Smk Negeri 1 Sidoarjo," *Unesa Journal*, October 2014.
- Editya, A., & Pratomo, I. (2018). Desain Sistem Untuk Mengukur Performa Streaming Object Virtual Pada Augmented Reality Cloud Berdasarkan Tipe Processor X86 dan ARM. *E-Link: Jurnal Teknik Elektro Dan Informatika*, 14(1), 45-48. doi:10.30587/e-link.v14i1.665.
- Editya, A., Sumpeno, S., & Pratomo, I. (2017). Performance IEEE 802.14.5 and zigbee protocol on realtime monitoring augmented reality based wireless sensor network system. *International Journal of Advances in Intelligent Informatics*, 3(2), 90-97. doi:https://doi.org/10.26555/ijain.v3i2.99
- J. Schild et al., "Applying Multi-User *Virtual Reality* to Collaborative Medical Training," 2018 *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, Tuebingen/Reutlingen, Germany, 2018, pp. 775-776, doi: 10.1109/VR.2018.8446160.
- J. Schild et al., "EPICSAVE Lifesaving Decisions – a Collaborative VR Training Game Sketch for Paramedics," 2019 *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, Osaka, Japan, 2019, pp. 1389-1389, doi: 10.1109/VR.2019.8798365.
- L. Lu, P. Duan, X. Shen, S. Zhang, H. Feng and Y. Flu, "Gaze-Pinch Menu: Performing Multiple Interactions Concurrently in Mixed Reality," 2021 *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, Lisbon, Portugal, 2021, pp. 536-537, doi: 10.1109/VRW52623.2021.00150
- P. Rajeswaran, T. Kesavadas, P. Jani and P. Kumar, "AirwayVR: *Virtual Reality* Trainer for Endotracheal Intubation-Design Considerations and Challenges," 2019 *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, Osaka, Japan, 2019, pp. 1130-1131, doi: 10.1109/VR.2019.8798249
- T. Luo et al., "MagicChem: A Multi-modal Mixed Reality System Based on Needs Theory for Chemical Education," 2021 *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, Lisbon, Portugal, 2021, pp. 544-545, doi: 10.1109/VRW52623.2021.00154
- T. Weissker, P. Bimberg, A. Kodanda and B. Froehlich, "Holding Hands for Short-Term Group Navigation in Social *Virtual Reality*," 2022 *IEEE Conference on Virtual*

- Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, Christchurch, New Zealand, 2022, pp. 728-729, doi: 10.1109/VRW55335.2022.00215
- Y. Liu, Q. Sun, Y. Tang, Y. Li, W. Jiang and J. Wu, "Virtual Reality system for industrial training," 2020 International Conference on Virtual Reality and Visualization (ICVRV), Recife, Brazil, 2020, pp. 338-339, doi: 10.1109/ICVRV51359.2020.00091
- Y. Liu, Y. Tang and Q. Sun, "SYVR Virtual Equipment Manufacturing Simulation," 2018 International Conference on Virtual Reality and Visualization (ICVRV), Qingdao, China, 2018, pp. 139-139, doi: 10.1109/ICVRV.2018.00046.
- Yuen Yin, Yaouyuneong Gallayanee and Johnson Erik, "Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education," *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, October 2011.
- Z. Zhang, B. Cao, J. Guo, D. Weng, Y. Liu and Y. Wang, "Inverse Virtual Reality: Intelligence-Driven Mutually Mirrored World," 2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), Tuebingen/Reutlingen, Germany, 2018, pp. 735-736, doi: 10.1109/VR.2018.8446260