

PEMBANGUNAN GAME 3D HORROR DENGAN ALGORITMA A* DAN TEKNOLOGI VIRTUAL REALITY

DEVELOPMENT OF 3D HORROR GAMES WITH A * ALGORITHM AND VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY

Thomas Airell, Seng Hansun*, Marcel Bonar Kristanda

Universitas Multimedia Nusantara, Jl. Scientia Boulevard Gading Serpong, Tangerang

Email Korespondensi: seng.hansun@lecturer.umn.ac.id

Abstrak. *Game dengan genre horror merupakan salah satu permainan yang banyak diminati saat ini. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun game horror 3D dengan menggunakan Artificial Intelligence dengan algoritma A* dan teknologi Virtual Reality. Virtual reality memungkinkan player untuk menikmati horror dengan perspektif orang pertama, sehingga membuat sensasi dan ketakutan lebih nyata. A* pathfinding digunakan untuk mencari jalur terpendek dari posisi awal ke posisi tujuan. Pshycosis adalah game tiga dimensi yang mengambil tema horror, dimana player harus menyelesaikan objective untuk mengakhiri permainan, tetapi dengan adanya AI yang menjadi musuh player. Penelitian dilaksanakan mengikuti metodologi pengembangan game yang dimulai dari Game Design Document hingga evaluasi terhadap 30 orang responden. Game diukur dalam berbagai aspek serta mendapatkan hasil yang cukup baik, yakni joy (71,79%), control (69,59%), focused immersion (77,20%), temporal dissociation (70,94%), curiosity (76,43%), perceived ease-of-use (72,09%), perceived usefulness (68,72%), dan behavioral intention to use (68,59%).*

Kata Kunci. Kecerdasan buatan, A*, Virtual Reality, Permainan 3D

DEVELOPMENT OF A 3D HORROR GAME USING A* ALGORITHM AND VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY

Abstract. *A horror genre game is one of the popular game genres nowadays. This research aims to build a 3D horror game using artificial intelligence with the A* algorithm and virtual reality technology. Virtual reality allows the player to enjoy the horror by seeing it in the first person mode, so that the sensation and fear more realistic. A* pathfinding is used to find the shortest path from the initial position to the destination position. Pshycosis is a three-dimensional game that takes the theme of horror, where players must set aside the goal to finish the game, but with AI provisions that become player's enemies. This research was conducted following a game development methodology starting from the Game Design Document up to the evaluation to 30 respondents. The result of this game is measured in different aspects and got a good result, i.e. joy category (71.79%), control (69.59%), immersion focus (77.20%), temporal dissociation (70.94%), curiosity (76.43%), perceived ease of use (72.09%), perceived usefulness (68.72%), and behavioral intention to use (68.59%).*

Keyword: Artificial Intelligence, A*, Virtual Reality, 3D Game

Pendahuluan

Virtual Reality (VR) adalah ilusi dari sebuah partisipasi di dalam lingkungan

sinetis dibanding dengan observasi eksternal dari sebuah lingkungan. VR bergantung pada objek tiga-dimensi (3D), *stereoscopic*, *head-tracked displays*, melacak tangan atau badan dan suara binaural dan merupakan pengalaman *multi-sensory* yang mendalam (Earnshaw, 1993).

Di saat melakukan simulasi lingkungan, fokus VR adalah untuk menghasilkan aspek secara akurat untuk menciptakan ilusi realita alternatif. Hal ini tidak hanya melibatkan gambar 3D tetapi juga suara, bau buatan dan *force-feedback*, yakni teknologi yang menyediakan sensasi sentuhan (Giraldi et al., n.d.).

Teknologi Virtual Reality (VR) mampu membuat *game* yang dirancang lebih imersif karena *player* secara langsung berinteraksi dengan lingkungan di dalam *game* dan mempunyai kebebasan untuk menjelajahi dunia *game*. VR dan Digital Game (DG) adalah dua area yang mempunyai banyak karakteristik yang mirip. Keduanya fokus kepada *player* agar berhasil (*entertainment* untuk *Grafic Design* dan rasa *presence* untuk VR). Dua area tersebut kadang kala berada di dalam dunia virtual realistik seperti simulasi penerbangan. VR dan DG memungkinkan untuk bekerja pada dunia fantasi yang tidak perlu memikirkan hukum Fisika (Bouvier et al., 2008).

Game horror bisa digunakan untuk mengenalkan mekanik permainan yang unik dan didasarkan realita yang diubah. Mekanik tersebut adalah memberikan *player* informasi tentang apa yang ada di sekitar *player*, tetapi menyisakan informasi yang lebih banyak untuk dicari

(Perron, 2009). Salah satu contohnya terdapat pada game *Silent Hill 2* (Perron, 2012). *Player* menemukan radio yang menghasilkan *static* di saat ada musuh dekat dengan *player*. *Static* tersebut tidak memberitahu dimana lokasi dari musuh ataupun tipe dari musuh tersebut, tetapi mekanik ini membantu *player* dalam membuat *tension*.

Player experience mendapatkan keuntungan dari VR dibanding teknologi lainnya, khususnya untuk yang mencari replikasi aktivitas fisik atau menciptakan dunia fantasi yang imersif yang memungkinkan imajinasi *player* untuk menjadi liar. Salah satu contohnya adalah *horror* yang mempunyai potensi untuk mengirimkan *experiences* yang unik dan mendebarkan melalui dunia virtual. *Game horror* cocok dengan VR karena para *player* mencari pengalaman mengerikan dari *game* VR seperti menonton film *horror*. *Player* ingin melakukan eksplorasi tema fantasi dan berbahaya yang menantang, menakutkan, dan memberikan hiburan. VR tidak hanya memenuhi keinginan dasar manusia, tetapi juga berpotensi untuk menciptakan pengalaman yang lebih imersif daripada film *horror*. VR memungkinkan *player* untuk menikmati *horror* dengan perspektif orang pertama, mengundang *player* ke dalam dunia yang realistik dan tiga dimensi dimana *player* adalah seorang *protagonist*. Ini membuat sensasi dan ketakutan lebih nyata, sementara itu mendorong pengalaman yang lebih mulus antara dunia maya dan fisik (Halen, 2017).

Fitur yang bisa ditambahkan pada sebuah

game untuk meningkatkan rasa *horror* adalah adanya Artificial Intelligence (AI) atau kecerdasan buatan, dimana AI berperan dalam memberikan *player* pengalaman yang lebih. *Artificial Intelligence* adalah sistem komputer yang bisa mengdiagnosa penyakit, merencanakan sintesis senyawa kimia organik yang kompleks, menyelesaikan persamaan differential dalam bentuk simbolik, menganalisa sirkuit elektronik, memahami suara manusia dan tulisan alami atau menulis program komputer kecil yang memenuhi spesifikasi normal (Nilsson, 2010). Hampir setiap *game* mempunyai suatu *Artificial Intelligence* (AI) (Treanor et al., 2015). Setiap *genre game* mempunyai kebutuhan yang berbeda untuk karakter dan *game* AI. Contohnya *game* bertemakan ‘dewa’ membutuhkan AI untuk menyelesaikan alokasi sumber daya dan menyelesaikan masalah strategi jangka panjang (Ram et al., 2007).

Pathfinding merujuk pada menemukan rute terpendek di antara dua titik. Semakin berkembangnya industri *game*, *pathfinding* juga menjadi populer dan menjadi masalah yang paling rumit di industri *game*. *Game* seperti *role-playing games* dan *real-time strategy games* sering mempunyai karakter yang diberikan tugas untuk berpindah dari lokasi karakter tersebut berada ke lokasi yang telah ditentukan (Cui & Shi, 2011).

Algoritma *pathfinding* yang paling populer yang dapat digunakan dalam *game* adalah algoritma A* (Cui & Shi, 2011). Algoritma A* berperan dalam *game* untuk membuat *Artificial*

Intelligence selalu menemukan sebuah jalan tersingkat secara cepat dan tepat (Goandy et al., 2020). A* digunakan untuk mengatur sifat dari AI dalam menentukan jalan yang ditempuh (Cui & Shi, 2011). A* dan *Finite State Machines* (FSMs) merupakan dua algoritma yang paling populer dalam pembuatan sebuah *game*. Hampir setiap *game* yang menggunakan AI dengan FSM untuk mengatur sifat dari sebuah karakter dan A* untuk mencari jalur (Orkin, 2006).

Untuk *pathfinding*, algoritma A* berulang kali meneliti lokasi yang belum pernah dikunjungi dan yang paling menjanjikan. Saat lokasi tersebut dieksplorasi, algoritma ini selesai jika lokasi tersebut adalah tujuan yang dituju, jika tidak maka akan membuat catatan terhadap semua lokasi tetangganya untuk ditelusuri lebih lanjut. Dari penelitian yang dikaji di dalam latar belakang, maka penelitian ini dibuat menggunakan AI dengan menerapkan algoritma A* dan teknologi VR (Booth, 2009). Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah merancang bangun sebuah *game horror* 3D bernama *Pshycosis*, yang menerapkan algoritma A* dan teknologi *Virtual Reality*.

Metode

Tahap ini dimulai dengan melakukan pembuatan *Game Design Document* (GDD) yang digunakan untuk mendeskripsikan detail dari *game* dan harus sering diperbaiki seiring dengan perkembangan pembuatan *game*. GDD juga membuat proses perancangan dan pembangunan menjadi terstruktur dan lebih mudah untuk dilakukan (Carvalho

& Gomes, 2016).

1. Pembangunan Game

Pada tahap ini dilakukan pembuatan *game* dengan Game Engine Unity 3D, sesuai dengan rancangan dalam Game Design Document. Adapun spesifikasi yang lebih detail meliputi *software* dan *hardware* sebagai berikut:

Software:

- Windows 10 Pro 64-bit (10.0, Build 17134)
- Unity Game Engine 2017.4.1f1 64 bit
- Visual Studio Editor 2017
- Sublime Text 3

Hardware:

- Asus X450-JF
- Processor Intel (R) Core(TM) i5-4690K CPU @ 3.50GHz (4 CPU) ~ 3.5 GHz
- RAM 8 GB
- GeForce GTX 1080
- Oculus Rift Virtual Headset
- Motion Controller
- Motion Sensor

2. Pengujian Game

Pengujian dilakukan dengan metode *playtesting* oleh sejumlah responden yang dipilih secara acak. Responden yang dipilih adalah 30 orang mahasiswa di Universitas Multimedia Nusantara tempat penelitian ini dilaksanakan, dengan rentang umur antara 17-22 tahun. Responden kemudian mengisi kuesioner mengenai pengalaman selama memainkan *game* untuk menilai *usability game*.

3. Evaluasi

Evaluasi *game* dilakukan melalui analisis hasil kuesioner dari tiap responden. Hasil evaluasi disimpulkan melalui penggunaan model Hedonic-Motivation System Adoption Model (HMSAM) untuk mengukur *usability game* sebagai alternative dari Technology Acceptance Model (TAM) (Halim et al., 2019).

Struktur Game

Game yang dibangun diberi nama *Psychosis*. Penjabaran *formal elements* dalam *game* ini antara lain sebagai berikut.

a. Players

Jumlah pemain dalam *game* adalah satu pemain (*single player*). Dalam *game* ini, pemain berinteraksi dengan *environment game* dan juga *artificial intelligence (player versus the game)*.

b. Objective

Tujuan dari *game* yaitu menyelesaikan *objective* yang diberikan dalam setiap *chapter* tanpa tertangkap oleh *artificial intelligence*. *Objective* yang dimaksud adalah seperti berikut.

- 1) Mencari 10 kunci.
- 2) Mencari jalan keluar setelah menemukan 10 kunci.

c. Procedures

Aksi yang dapat dilakukan pemain dalam setiap *chapter* antara lain sebagai berikut.

- 1) Berjalan dan berlari untuk menelusuri area permainan.
- 2) Menggerakkan kamera.
- 3) Menyalakan dan mematikan senter.
- 4) Menyelesaikan *objective*.

- 5) Melihat *resource* yang berada di tangan sebelah kiri.
- 6) Mengarahkan senter ke hantu jika hantu sedang mengejar untuk membuatnya berhenti sementara.

d. Rules

- 1) Jika daya senter habis, maka senter akan mati selamanya.
- 2) Jika stamina *player* habis, maka *player* tidak bisa lari sampai stamina kembali penuh, stamina akan terisi sendirinya jika *player* tidak berlari.
- 3) Jika *player* tertangkap oleh hantu maka *game* akan selesai.

e. Resources

Sumber daya yang *player* miliki adalah *stamina*, daya senter, dan *objective* yang harus diselesaikan selanjutnya. Sumber daya bisa dilihat pada tangan kiri *player*, seperti melihat jam tangan.

f. Conflict

Konflik yang terjadi dalam *game* yaitu pemain berusaha menyelesaikan *objective* tanpa tertangkap oleh hantu. Hantu yang bergerak menggunakan algoritma A* sehingga akan mencari jalan terpendek. Oleh karena itu *player* harus bisa melakukan improvisasi dan beradaptasi untuk menyelesaikan *objective* dan menghindari hantu.

g. Boundaries

Game memiliki batasan berupa *terrain* yang diciptakan. *Game* hanya berlangsung di atas *terrain* yang diciptakan dan tidak dapat keluar ataupun ke bagian bawah *terrain*.

h. Outcome

Hasil akhir dari *game* adalah antara *player* kalah dan *screen game over* keluar atau *player* berhasil menyelesaikan *objective* untuk ke *chapter* selanjutnya atau ke *main menu* bila yang diselesaikan adalah *chapter* terakhir.

Selain *formal elements*, *dramatic elements* juga memegang peranan penting dalam keberhasilan suatu *game*. Adapun *dramatic elements* dalam *game* ini antara lain sebagai berikut.

a. Challenge

Tantangan dalam *game* ini yaitu bagaimana *player* menyelesaikan *puzzle* dan *objective* tanpa tertangkap oleh hantu dan beradaptasi dengan lingkungan sekitar untuk mempermudah *player*.

b. Play

Play yang terdapat dalam *game* ini yaitu kebebasan yang dimiliki *player* dalam bersembunyi dari hantu, mencari *key item* untuk menyelesaikan *objective*, dan menelusuri area permainan.

c. Premise

Premise dalam *game* ini adalah cerita *game* ini berada di suatu tempat terpencil. *Protagonist game* yaitu Bob sedang berlibur di rumahnya di tengah hutan. Cerita dimulai di saat Bob tertidur dan terbangun di tempat yang gelap.

d. Character

Karakter dalam *game* ini adalah Bob, yang sedang berlibur ke rumahnya di tengah hutan.

e. Story

Kisah pada *game* ini dimulai dengan Bob

yang dikejar oleh kematian yang mengambil bentuk fisik untuk menarik Bob ke dunia orang mati. Bob selalu ingin mati dengan mencabut nyawanya sendiri tapi niatnya selalu gagal karena berbagai alasan. Di saat kematian itu sendiri mendatangi Bob, apakah Bob bisa menerimanya atau malah menolaknya.

f. *World building*

World building dalam *game* ini hanya pada dunia fisik yaitu tempat *game* berada.

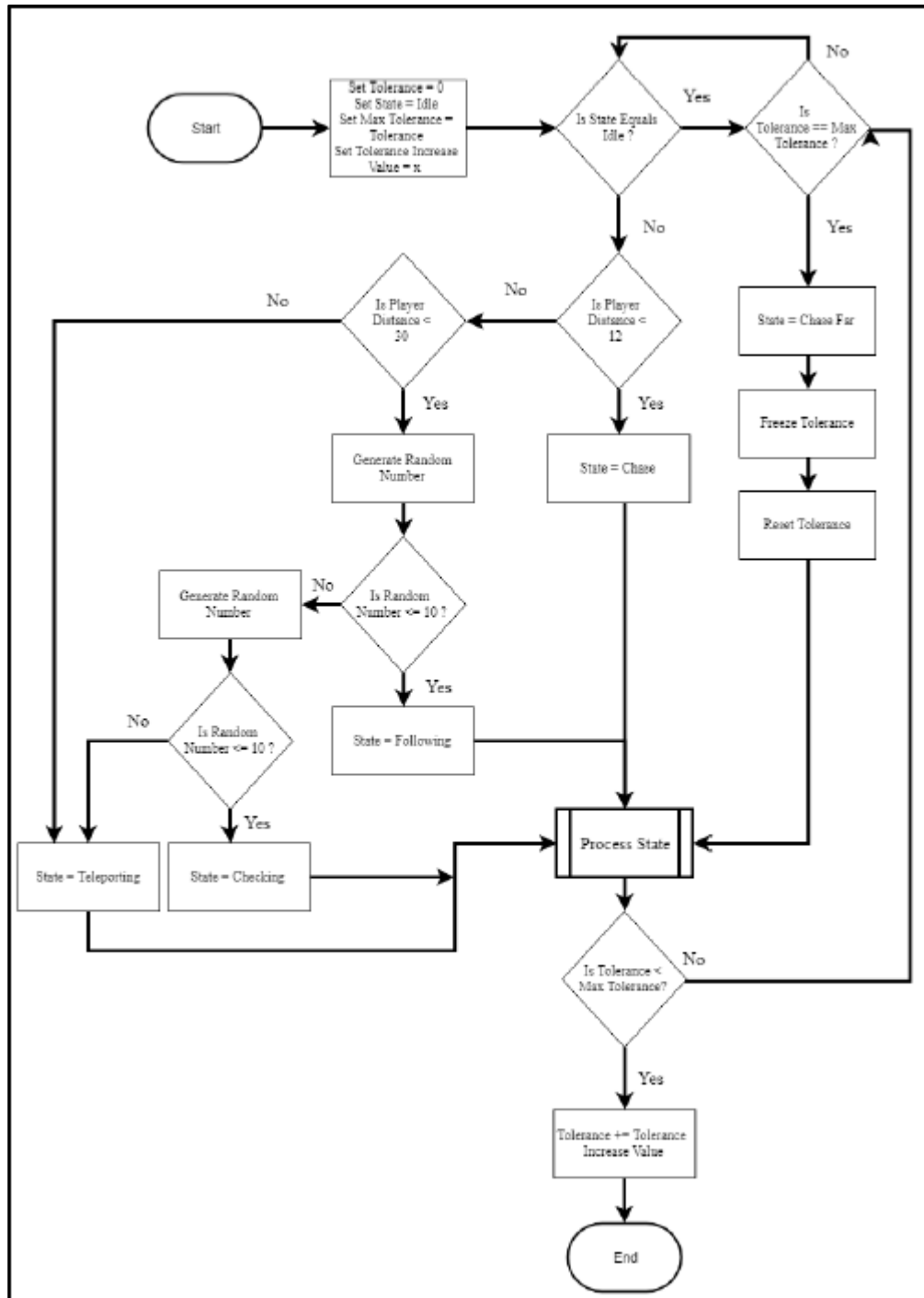
g. *The dramatic arc*

Protagonist permainan (Bob) dikejar oleh kematian yang telah mengambil bentuk fisik. *Objective* dari Bob adalah untuk menghindarinya. Untuk melakukannya Bob harus bersembunyi dan mencari cara untuk keluar. Pada klimaks, Bob tidak hanya harus menghindari tapi juga menggunakan alat untuk menghabisinya. Setiap *chapter* menjadi rumit untuk membuat *player* semakin tegang.

Alur Diagram Game

Flowchart untuk AI Controller ditunjukkan pada Gambar 1. Pertama akan dilakukan inisialisasi nilai terhadap *state*, *tolerance*, *max tolerance*, *tolerance*

increase value. *State* digunakan untuk menentukan *behaviour* AI yang akan diproses pada submodul Process State. *State* akan diperiksa apakah dalam kondisi *idle*, jika iya *tolerance* akan diperiksa apakah nilainya sama dengan *max tolerance*, jika tidak maka akan kembali diperiksa apakah *state* dalam kondisi *idle*. Jika iya maka *state* akan diubah menjadi *chase far* lalu nilai *tolerance* akan di-freeze agar tidak bertambah dan dilakukan reset menjadi nol. Jika pada *state* sama dengan *idle* dan jarak *player* di bawah 12 maka *state* akan diubah menjadi *chase*. Jika tidak, jika jarak *player* di bawah 30 maka *random number* akan menghasilkan angka. Jika angka yang dihasilkan memiliki nilai di bawah sama dengan 10 maka *state* akan diubah menjadi *following*. Jika *random number* yang dihasilkan di atas 10 maka *random number* akan dihasilkan lagi, jika *random number* yang dihasilkan di bawah sama dengan 10 maka *state* akan diubah menjadi *checking*, jika tidak *state* akan diubah menjadi *teleporting*. Setelah *state* ditentukan proses berikutnya adalah menjalankan sub modul *process state*. Setelah itu nilai *tolerance* akan diperiksa, jika nilainya di bawah *max tolerance* maka *tolerance* akan ditambah sesuai *tolerance increase value*.



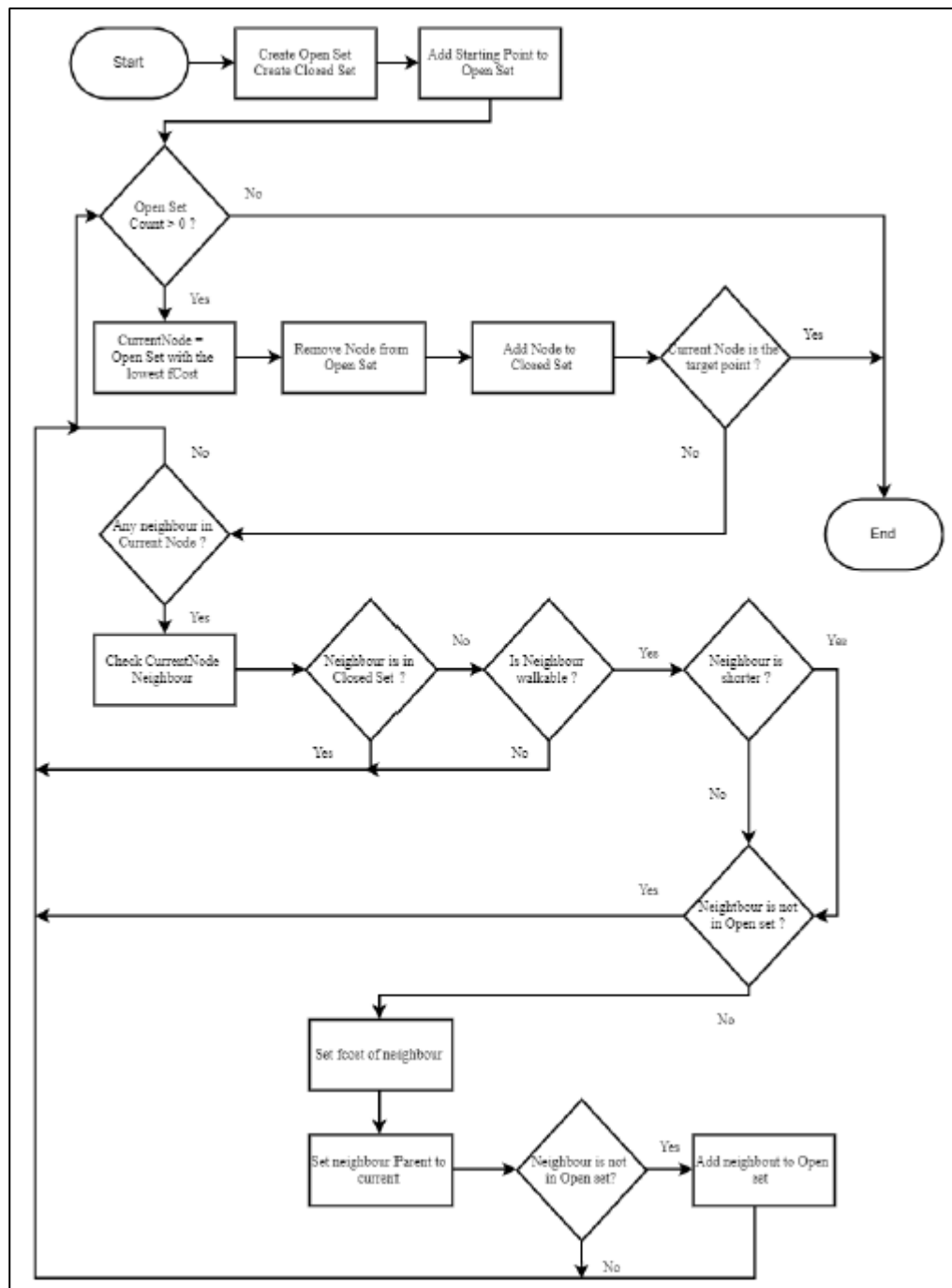
Gambar 1. Flowchart AI Controller

Alur algoritma A* diperlihatkan pada Gambar 2. Pertama akan dibuat *open set* dan *closed set*. *Open set* digunakan untuk menentukan *node* mana yang akan dikunjungi, *closed set* digunakan untuk menandakan *node* mana yang sudah

pernah dikunjungi. *Node* awal tempat AI akan dimasukkan ke *open set* sebagai awal dari pencarian. Akan terjadi *loop* yang dilakukan selama jumlah *node* di *open set* lebih dari nol. *Node* paling depan pada *open set* akan ditampung lalu

dikeluarkan dari *open set* dan dicek *neighbour*-nya. Jika *neighbour*-nya dalam *closed set* (sudah dikunjungi) atau tidak bisa dikunjungi maka akan dilewati. Jika *neighbour*-nya mempunyai *fcost* yang lebih pendek akan dimasukkan ke

open set lalu *parent*-nya akan diset ke *node* pertama dan proses ini akan dilakukan terus. *Parent* dari *node* diset ke *node* pertama dengan tujuan untuk mendapatkan *path* di akhir pencarian algoritma.



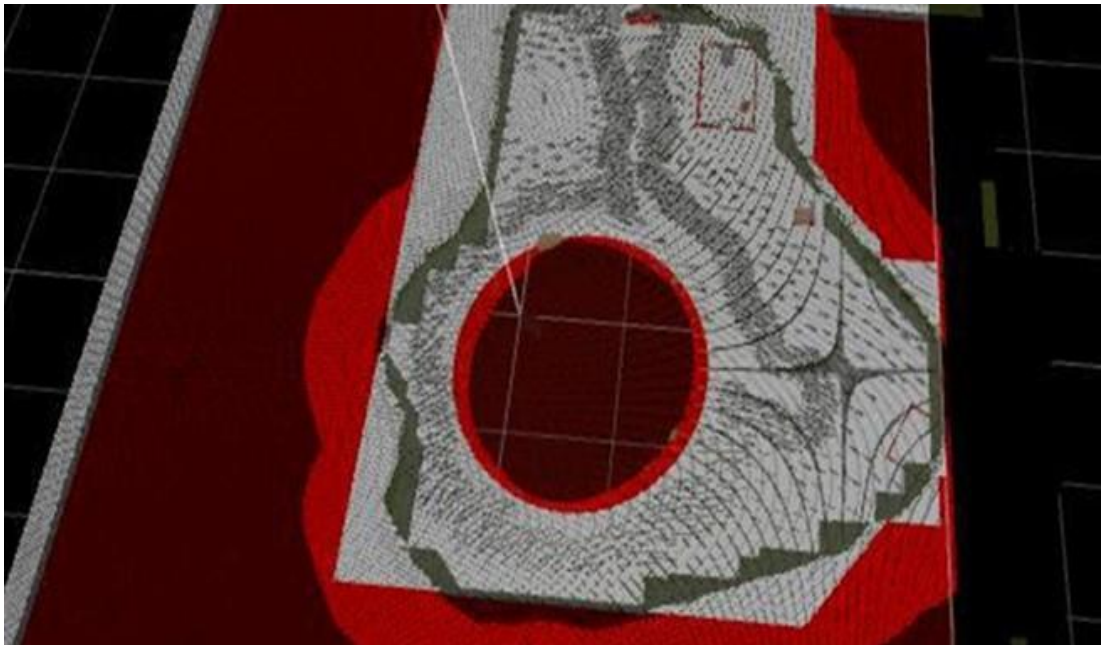
Gambar 2. Flowchart Algoritma A*

Hasil dan Pembahasan

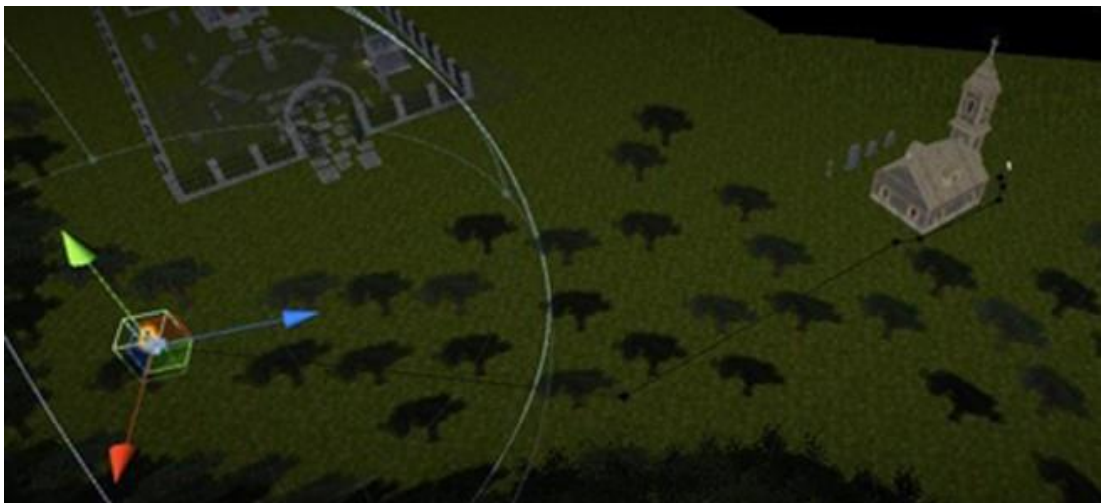
Pada subbab ini, hasil perancangan *game* direalisasikan dalam pembangunan *game* seperti yang diperlihatkan dalam beberapa tangkapan gambar di bagian Hasil Implementasi (Gambar 3 hingga Gambar 6). Selanjutnya, hasil pembangunan *game* diujicoba kepada 30 responden berbeda yang memberikan tanggapannya sebagaimana dijabarkan pada bagian Uji Coba Game.

Hasil Implementasi

Gambar 3 menunjukkan peta dari permainan dan implementasi dari *Grid* pada A*. *Grid* akan berwarna merah jika *node* tidak bisa dikunjungi dan berwarna putih jika bisa dikunjungi. *Grid* akan dipotong sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan sebelumnya menjadi kotak kecil sesuai radius yang telah ditentukan. *Node* yang dibuat akan diproses dalam A* yang bisa dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Grid Implementation View



Gambar 4. A* View

Gambar 5 memperlihatkan contoh *Landmark* yang ada dalam permainan yang dibangun, sementara Gambar 6 memperlihatkan contoh tampilan *In Game* yang menggunakan teknologi Virtual Reality (VR).



Gambar 5. *Landmark* dalam *Game*



Gambar 6. Tampilan *In Game*

Uji Coba Game

Pengujian *game* dilakukan setelah

pemain selesai memainkan *game*. Pada beberapa penelitian terdahulu, pengujian

*Penulis Korespondensi

Diterima : Juni 2020 Disetujui : Juli 2020. Dipublikasikan : September 2020

game dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa instrumen kuesioner, seperti Game User Experience Satisfaction Scale (Goandy et al., 2020; Wijaya et al., 2019). dan Hedonic-Motivation System Adoption Model (Halim et al., 2019). Dalam penelitian ini, pemain akan diminta mengisi kuesioner berdasarkan instrumen HMSAM. Pengumpulan data dilakukan di Ruang Lab Game Development di Universitas Multimedia Nusantara. Jumlah peserta yang diambil berjumlah 30 orang. Gambar 7 memperlihatkan contoh salah seorang responden yang mencoba memainkan *game* yang dibangun dengan teknologi Virtual Reality. Hasil rekapitulasi kuesioner HMSAM yang dibagikan disajikan dalam Tabel 1.



Gambar 7. Player Testing

Tabel 1. Rekap Hasil Kuesioner HMSAM

Kategori	Hasil	Kriteria
Joy	71.79 %	Baik
Control	69.59 %	Agak baik
Focused Immersion	77.20 %	Baik
Temporal Dissociation	70.94 %	Agak Baik
Curiosity	76.43 %	Baik

Perceived Ease-of-Use	72.09 %	Baik
Perceived Usefulness	68.72 %	Agak Baik
Behavioral Intention to Use	69.59 %	Agak Baik

Keterangan: rekapitulasi hasil diperoleh dari rata-rata jawaban 30 orang responden penelitian

Simpulan

Game 3D Horror dengan teknologi virtual reality (VR) dan Artificial Intelligence (AI) dengan algoritma A* berhasil dirancang dan dibangun pada *platform* komputer dengan menggunakan *game engine* Unity 3D. Implementasi A* dilakukan dengan melakukan *generate grid* pada *world space* dan mengubahnya menjadi *node* untuk diolah pada *script* A*. Lalu *script* A* dimasukkan ke dalam *behaviour* AI. Dari setiap *node* yang berada pada *world space*, *script* A* akan mencari jalur terpendek dari tujuan ke sumber (yakni dari agen AI ke *Player*).

Berdasarkan hasil evaluasi kuesioner HMSAM terhadap *game*, dapat disimpulkan bahwa *game* yang dirancang dan dibangun mempunyai tingkat kepuasan dari *player* yang baik (71,79%). Untuk *control* dalam *game* sudah agak baik (69,59%) dan kemudahan penggunaan sudah baik (72,09%). Penggunaan AI dan A* serta teknologi *virtual reality* cocok, terbukti dari nilai imersi yang baik (77,2%), *curiosity* yang baik (76,42%) dan *usefulness* yang agak baik (68,72%). *Game* yang dirancang dan dibangun menarik *player* terbukti dari nilai *behavioral intention to use* yang agak baik (69,59%).

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah

dilakukan, berikut adalah saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

1. Dalam pengembangan *game* di *environment virtual reality* disarankan *player* untuk membiasakan diri, karena akan terjadi *motion sickness* untuk *player* yang baru menggunakan virtual reality. Karena adanya *motion sickness*, disarankan dalam merancang *game* untuk tidak melakukan gerakan badan yang terlalu banyak.
2. Karena pergerakan kamera yang mengikuti kepala *player*, maka kamera dalam virtual reality tidak bisa diubah transformasinya. Disarankan dalam memberikan *experience* untuk menghindari perubahan transformasi kamera secara paksa dan lebih baik menggunakan *enviroment game* dan *sound* (sebagai *Dramatic Element*).

Ucapan Terima Kasih

Penulis ucapkan terima kasih atas dukungan dan fasilitas yang diberikan oleh Universitas Multimedia Nusantara selama penelitian ini dilakukan, terutama pada Pengelola Lab Game Development UMN.

Daftar Pustaka

- Booth, M. (2009). *The AI Systems of Left 4 Dead*. Valve. https://steamcdn-a.akamaihd.net/apps/valve/2009/ai_systems_of_l4d_mike_booth.pdf
- Bouvier, P., Sorbier, F. de, Chaudeyrac, P., & Biri, V. (2008). Cross Benefits Between Virtual Reality and Games. *International Conference on Computer Games, Multimedia and Allied Technology (CGAT'08)*.
- Carvalho, D. M. L. de, & Gomes, F. de J. L. (2016). Simple Game Design Document Focused on Gameplay Features. *Proceedings of SBGames 2016*, 722–725. <http://www.sbgames.org/sbgames2016/downloads/anais/157232.pdf>
- Cui, X., & Shi, H. (2011). A*-based Pathfinding in Modern Computer Games. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 11(1), 125–130. http://paper.ijcsns.org/07_book/201101/20110119.pdf
- Earnshaw, R. A. (1993). *Virtual Reality Systems*. Academic Press.
- Giraldi, G., Silva, R., & Oliveira, J. C. de. (n.d.). *Introduction to Virtual Reality*. <https://www.lncc.br/~jauvane/papers/RelatorioTecnicoLNCC-0603.pdf>
- Goandy, H., Young, J. C., & Hansun, S. (2020). No Escape: A 2D Top-Down Shooting Roguelike Game Embedded with Drunkard Walk Algorithm. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(2), 1045–1049. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/22922020>
- Halen, A. (2017). *Why Horror Games Will Drive the Growth of VR*. Horrornews.Net. <https://horrornews.net/120111/horror-games-will-drive-growth-vr>
- Halim, J. E., Rusli, A., & Hansun, S. (2019). Beat Defender: Integrating Fuzzy Logic into Audio Visualization Video Game. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 12(6), 753–759. http://www.irphouse.com/ijert19/ijertv12n6_05.pdf
- Nilsson, N. J. (2010). *The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements*. <https://ai.stanford.edu/~nilsson/QAI/qai.pdf>
- Orkin, J. (2006). Three States and a Plan: The A.I. of F.E.A.R. *Game Developers Conference 2006*, 1–18. http://alumni.media.mit.edu/~jorkin/gdc2006_orkin_jeff_fear.pdf
- Perron, B. (2009). *Horror Video Games: Essays on the Fusion of Fear and Play*.

- McFarland & Company.
- Perron, B. (2012). *Silent Hill: The Terror Engine*. U OF M DIGT CULT BOOKS.
- Ram, A., Ontanon, S., & Mehta, M. (2007). Artificial Intelligence for Adaptive Computer Games. *Proceedings of the Twentieth International Florida Artificial Intelligence Research*, 22–29.
<https://www.aaai.org/Papers/FLAIRS/2007/Flairs07-007.pdf>
- Treanor, M., Zook, A., Eladhari, M. P., Togelius, J., Smith, G., Cook, M., Thompson, T., Magerko, B., Levine, J., & Smith, A. (2015). AI-Based Game Design Patterns. *Foundation of Digital Games 2015*.
- Wijaya, I.G.N.T., Hansun, S., & Kristanda, M.B. (2019). DISDAIN: An Auto Content Generation VR Game. *Indian Journal of Science and Technology*, 12(7), 1-7.
[10.17485/ijst/2019/v12i7/141370](https://doi.org/10.17485/ijst/2019/v12i7/141370)