

VRSurvival Runner: Aplikasi *Exergaming Survival* berbasis *Virtual Reality*

Joe Yuan Mambu^{[1]*}, Audrey H. Siar^[2]

Fakultas Ilmu Komputer^{[1], [2]}

Universitas Klabat

Airmadidi, Indonesia

joeyuan.mambu@unklab.ac.id^[1], siaraudrey01@gmail.com^[2]

Abstract— Exercising is not something that many people enjoy, and often a burden. In Indonesia, the prevalence of overweight and obesity is on a steady rise since 2013. One of the cause of these trend is the sedentary lifestyle. Lack of physical activities in this lifestyle has lead to poor cardiorespiratory fitness which proven to increase mortality rate. The purpose of this research is to create android game based on virtual reality and with the genre of exergaming. This research aims to create a new and variative ways to exercise without going out of your home dan to create a new atmosphere of exercising that is fun because of the survival horror genres. This research is using prototyping models and using Unity 3D as the game-engine that allow the application to run on Android Devices. The result of this research is VRSurvival Runner, an android game that allows the player to run, jump, to avoid zombies that are chasing the player, and also this game has a feature of counting the estimated burned calories while playing the games. A trial test on the app also has been done without any problem.

Keywords—*Virtual Reality, accelerometer, Android, exergaming, video game*

Abstrak—Olahraga bukanlah hal yang menyenangkan dan bahkan menjadi beban bagi banyak orang. Di Indonesia sendiri, prevalensi *overweight* dan obesitas naik stabil sejak 2013. Diperkirakan hal ini disebabkan oleh gaya hidup bermalasan di kalangan muda. Gaya hidup ini mengakibatkan kesehatan jantung yang kurang baik, yang terbukti menaikkan resiko kematian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat game android berbasis virtual reality dengan genre Exergaming. Manfaat dari penelitian ini adalah menciptakan solusi baru dan variatif untuk dapat berolahraga tanpa harus keluar dari rumah dan menciptakan suasana olahraga yang lebih menyenangkan karena penggunaan unsur game survival horror. Penyelesaian penelitian ini menggunakan metode prototyping dan menggunakan aplikasi Unity 3D sebagai game-engine yang memungkinkan aplikasi untuk berjalan di Smartphone Android. Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi VRSurvival Runner, aplikasi yang memungkinkan pengguna berlari, melompat menghindari zombie dan memiliki fitur perhitungan perkiraan pembakaran kalori terhadap penggunanya. Pengetesan terhadap aplikasi juga sudah dilakukan tanpa ada masalah.

Kata Kunci—*virtual reality, akselerometer, Android, exergaming, video game*

I. PENDAHULUAN

Menjaga kesehatan adalah suatu hal yang ideal dilakukan setiap orang. Namun di Indonesia sendiri hal ini kurang di perhatikan. Dengan prevalensi *overweight* yang naik dari 11,5% ke 13.6% dan prevalensi obesitas yang naik dari 14,8% ke 21.8% selama 2013 hingga 2018 bagi usia 18 tahun keatas [1], Diperkirakan trend ini akan bertahan hingga 2020 [2]. Ini menunjukkan Indonesia sedang menuju generasi yang kurang sehat. Selain itu meningkatnya gaya hidup “generasi indoor” seakan lebih memperburuk situasi. Generasi muda sekarang lebih nyaman untuk *mager* dan *rebahan* dimana hal ini didukung dengan internet di gengaman, pesan makanan dan transaksi online, dan kehidupan *via* medsos yang hanya sejauh gengaman tangan [3][4]. Gaya hidup ini disebut juga *sedentary lifestyle*, sebuah gaya hidup yang minim kegiatan fisik, dan sedang berkembang di Generasi Z (generasi yang lahir tengah tahun 90an hingga akhir 2000an) [5]. Gaya hidup demikian menciptakan *cardiorespiratory fitness*, atau kesehatan jantung, yang kurang baik dan telah terbukti meningkatkan resiko kematian [6].

Menurut [5] salah satu cara untuk mendorong peningkatan kegiatan fisik, seperti berolahraga, bagi Generasi Z ini, adalah dengan *exergaming* yang membuat aktivitas berolahraga itu bisa lebih menyenangkan. *Exergaming* itu sendiri adalah permainan *video games* yang melibatkan gerakan fisik dalam bermain[7]. Menurut Tabel I generasi muda termotivasi untuk melakukan kegiatan fisik seperti berolahraga bila faktor *attraction*, atau “menarik”nya tinggi dan *aversion*, atau keenggannya rendah [8].

TABEL I. FAKTOR YANG MENARIK DAN MENGURANGI MINAT GENERASI-Z KEGIATAN FISIK SEPERTI OLAHRAGA

Generation Z	
Attraction	Aversion
Being Active & Healthy	Incompetence
Skill Mastery	Fear of Injury
Accomplishment	Lack of Social Support
Social Interaction & Support	

Exergaming, seperti video game pada umumnya, memberi tantangan dan goal pada setiap sesinya. Ini memenuhi elemen

skill master dan accomplishment [9]. Disaat yang sama pemain tidak perlu takut akan inkompetensinya oleh karena dan resiko cedera oleh karena *exergaming* pada umumnya mudah dipelajari dan beresiko cenderung rendah bahkan pada tipe yang intensitas tinggi [10].

Namun sebuah konsol *video games* seperti X-Box Kinect ataupun Nintendo Wii-Fit U dan Nintendo Switch tergolong mahal belum di tambah dengan perangkat televisinya. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan membuat sebuah *exergaming* yang bisa dimainkan dengan peralatan yang umumnya sudah di miliki banyak orang yaitu sebuah *smartphone* [11]. Dan untuk membuat tangan pengguna bebas untuk bergerak, kita bisa menggunakan teknologi *Virtual Reality* (VR) sehingga *smartphone* bisa terpasang di headset. Teknologi VR mampu menciptakan suatu lingkungan realistis dan bersifat interaktif [12]. VR juga merupakan suatu komponen andalan di industri Video Game saat ini [13].

Melihat potensi teknologi di atas, peneliti ingin memanfaatkan teknologi VR dan elemen gamingnya untuk membuat aplikasi *exergaming*, agar generasi muda bisa bermain dan berolahraga pada saat yang sama. Aplikasi *exergaming* yang dibuat adalah *VRSurvival Runner*. Dengan aplikasi ini pemain juga bisa melihat perkiraan jumlah kalori yang di bakar secara otomatis berdasar pada rumus (1) dan dengan MET tingkat 7 atau setara dengan *jogging*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Perhitungan Kalori

Ketika tubuh kita dibiarkan jarang berolahraga, dengan mudahnya penyakit yang berbahaya dapat menyerang kita [14]. Untuk itu olahraga yang rutin adalah hal yang esensial dan salah satu indikator olahraga yang cukup adalah jumlah kalori yang terbakar saat berolahraga.

Untuk dapat beraktivitas, terlebih ketika akan berolahraga, tubuh kita membutuhkan energi. Energi yang digunakan berasal dari lemak, dan setiap energi terhitung dalam satuan kilo kalori. Kalori yang terbakar dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti faktor berat badan, volume otot, intensitas olahraga, dan kondisi metabolisme dalam tubuh [15].

Kita dapat menghitung berapa banyak jumlah kalori yang terbakar ketika kita melakukan olahraga [15]. Dengan perhitungan kalori mulai terbakar setelah pemain berlari selama 15 menit [13]. Berikut merupakan rumus untuk menghitung jumlah kalori yang terbakar.

$$EC = [(MET \times 2.7 \times Weight) / 200] \times Time \quad [9]. \quad (1)$$

Dengan penjelasan sebagai berikut. "EC" adalah Exercise Calories "Cal", "Weight" adalah berat badan dengan satuan pon (lbs), "MET" adalah Metabolic Equivalent of Task (lihat Tabel II) dan "Time" adalah lama waktu berolahraga dengan satuan menit.

Untuk perhitungan Metabolic Equivalent of Task atau MET yang dihitung adalah jumlah perkiraan oksigen yang digunakan

oleh tubuh selama melakukan aktivitas fisik atau berolahraga. Dengan MET kita dapat mengetahui intensitas dalam aktivitas fisik. Semakin banyak aktivitas yang dilakukan, maka oksigen yang dikonsumsi akan meningkat sehingga tingkat MET juga meningkat [16]. Ada Table II berikut adalah contoh aktivitas fisik dengan tingkat MET yang berbeda beda.

TABLE II. NILAI METABOLIC EQUIVALENT OF TASK (MET) [17]

Jenis Aktivitas Fisik	Nilai Metabolic Equivalent of Task
Berjalan 2.5 mph (4 km/h)	2.9
Intensitas Sedang	3 to 6
Bersepeda Santai	3
Bermain Bowling	3
Senam, Beres-beres Rumah	3.5
Bermain Alat Musik Drum	3.8
Melompat ditempat / di trampolin	4.5
Bermain Ice Skating	5.5
Bermain Bulutangkis	5.5
Menari Ballet	6
Menebang Kayu	6
Jogging	7
Bermain Bola	7
Senam Aerobic	7.3
Bermain Tennis	7.3
Olahraga (Push-up, Sit-up, Pull-up), Berat	8
Jogging ditempat / Lari ditempat	8
Naik Gunung	8
Lompat Tali	10

B. Exergaming

Exergaming atau Exergames adalah gabungan dari dua kata, yaitu exercise dan gaming yang memiliki arti umum sebagai berolahraga dan bermain. Exergaming bergantung pada teknologi yang dimana menerima input gerakan dari penggunanya. Kehadiran dari genre *exergaming* mengubah persepektif dari stigma yang dimana biasanya bermain video game adalah dengan cara duduk diam, mengubah video game menjadi suatu aktivitas yang aktif bergerak. Dengan berkembangnya kemajuan teknologi, bermain *video game* sekarang mendukung fitur berolahraga sambil bermain *game* atau biasa digolongkan sebagai *genre Exergaming*. *Exergaming* adalah aktivitas bermain *video game* dengan mengandalkan gerakan atau reaksi tubuh sebagai *input* [7].

C. Penelitian Terkait

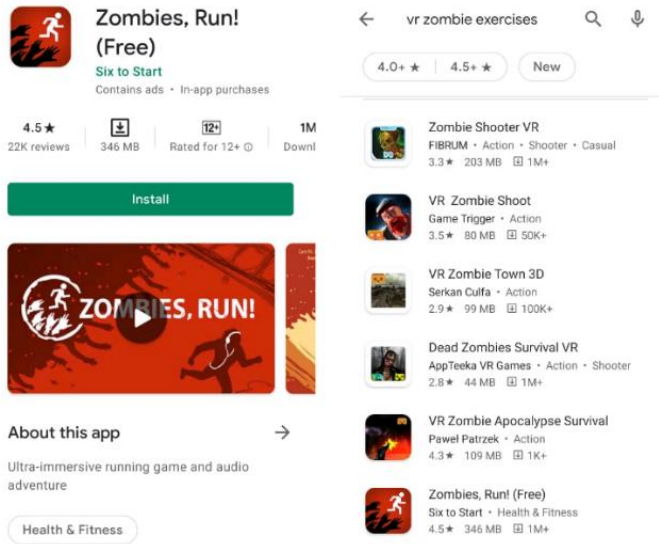
Pada penelitian [19] sebuah aplikasi diciptakan agar pengguna bisa berolahraga dan bermain. Namun pada implementasinya aplikasi ini menggunakan alat HMD (head mounted display) yang cukup mahal. Penelitian lain [20] meniru aplikasi terkenal *Angry Bird* versi VR, dimana pemain memiliki FPV atau *first-person view*, yaitu yang menjadi burung yang diterbangkan. Namun aplikasi ini tidak di disain untuk *exergaming* namun lebih ke permainan *casual* saja. Sementara itu sebuah penelitian oleh [21] menunjukkan bagaimana VR dan *exergaming* bisa dimanfaatkan untuk orang yang mengidap demensia. Selain fungsinya yang cukup spesifik penelitian ini juga menggunakan kamera dan alat sensor yang lebih rumit dan juga sebuah televisi.

Selain itu kami pun memeriksa produk serupa di pasar

aplikasi umum yaitu di Google Play. Dari pantauan di Google Play sudah ada beberapa aplikasi yang menggabungkan fitur VR dan Zombie/Horror, namun itu dalam bentuk permainan dan tidak ada fitur olah raga seperti yang ditampilkan di Gambar 1.

Satu-satunya aplikasi olahraga bergenre horor adalah “Zombies, Run” buatan developer “Six to Start”, namun aplikasi ini berfokus pada audio dan narasi saja dan tidak memiliki fitur VR.

Dengan begitu aplikasi ini bisa menjadi sebuah mix-genre yang baru yang bisa berbeda dengan aplikasi yang sudah ada di Google Play app store.



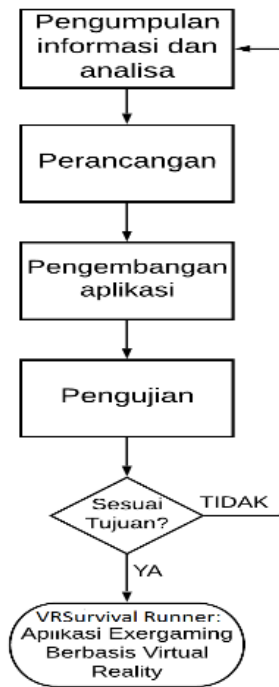
Gambar 1. Google Play belum menyediakan exergaming berbasis VR Horror

III. METODE PENELITIAN

Peneliti memilih untuk menggunakan proses model prototyping karena aplikasi yang dirancang yang belum memiliki spesifikasi kebutuhan yang lengkap. Proses model Prototyping adalah proses model yang memiliki pendekatan yang bagus ketika ingin merancang suatu program dengan spesifikasi yang belum sepenuhnya lengkap [18].

A. Sistem yang Diusulkan

Berikut adalah kerangka konseptual penelitian yang akan membahas langkah langkah dalam menjalankan proses penelitian seperti yang terlihat pada Gambar 2 di bawah.



Gambar 2. Proses Penelitian

Berikut adalah penjelasan dari lima tahapan tersebut yang lebih detail.

1) *Pengumpulan Informasi dan Analisa*: Pada tahap ini peneliti melakukan pencarian informasi mengenai apa saja yang menjadi kebutuhan untuk pengembangan aplikasi ini. Informasi yang dikumpulkan adalah berupa artikel, penelitian, jurnal serta sumber lain yang dapat menjadi bahan acuan pembuatan aplikasi.

2) *Perancangan*: Pada tahap ini peneliti merancang *interface* dan fitur aplikasi berdasarkan informasi kebutuhan aplikasi. Peneliti menentukan alat apa saja yang akan dibutuhkan untuk pembuatan aplikasi.

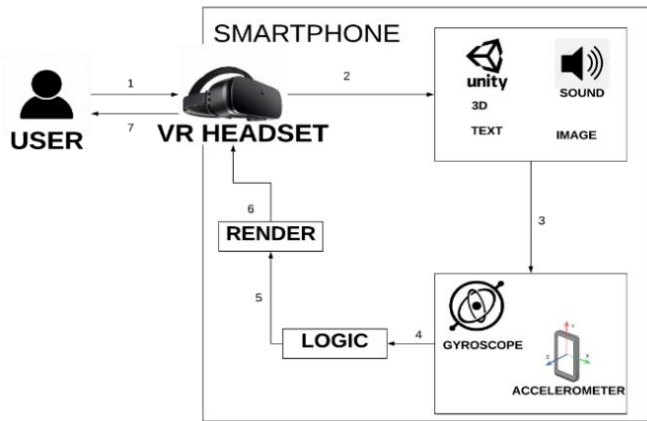
3) *Pengembangan Aplikasi*: Pada tahap ini, peneliti melakukan pengembangan aplikasi berdasarkan hasil perancangan dan menggunakan alat yang telah ditentukan. Pengembangan aplikasi adalah menggunakan aplikasi Unity 3D untuk membuat objek 3D dan melakukan pengintegrasian aplikasi terhadap *headset* VR.

4) *Pengujian*: Pada tahap ini, peneliti melakukan uji coba terhadap aplikasi untuk mengetahui apakah aplikasi sudah sesuai dengan tujuan atau tidak. Apabila aplikasi tidak sesuai dengan tujuan maka kembali ke proses awal.

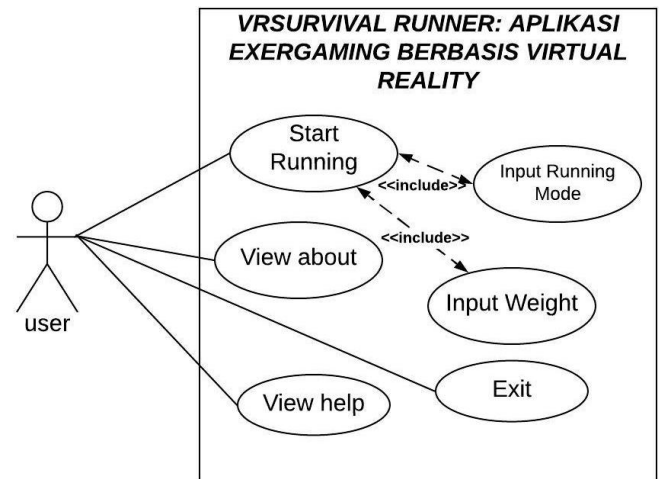
5) *Peluncuran Aplikasi*: Pada tahap ini aplikasi telah berhasil dibuat dan siap untuk diluncurkan kepada konsumen.

B. Kerangka Koseptual

Berikut juga adalah Kerangka Konseptual dari aplikasi yang dibuat.



Gambar 3. Kerangka Konseptual Aplikasi



Gambar 4. Use Case Diagram

Berikut penjelasan tahapan kerangka konseptual aplikasi.

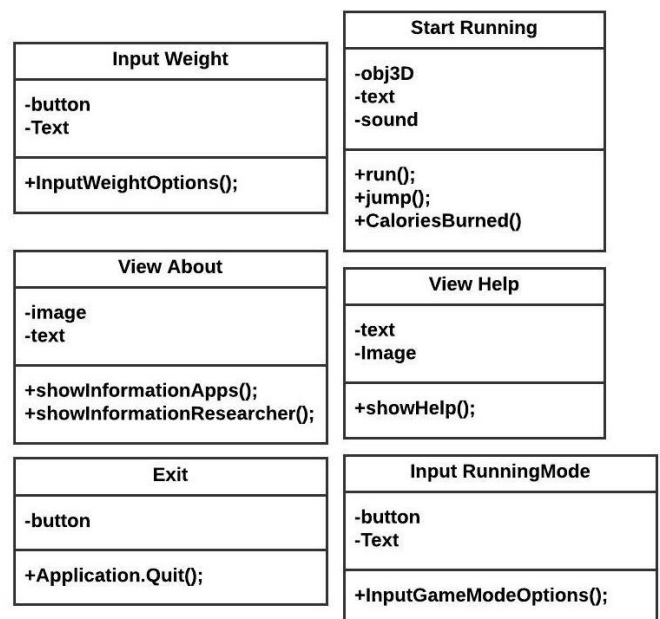
- User membuka Aplikasi dalam *smartphone* dan memakai *headset* VR.
- Setelah aplikasi diakses oleh pengguna, secara otomatis *smartphone* akan terintegrasi dengan *Headset* VR dan akan menampilkan objek 3D.
- Aplikasi akan menerima input gerakan dari pengguna menggunakan sensor seperti *compass*, *gyroscope*, dan *accelerometer*.
- *Input* gerakan yang diterima akan diproses menggunakan *logic script*.
- Aplikasi melakukan proses *compiling* terhadap *script* yang digunakan.
- Aplikasi *rendering frame per frame output* yang didapatkan ke layar *smartphone* yang terintegrasi dengan VR.
- Menampilkan hasil 3D yang telah diproses setelah menerima *input* dari pengguna.

C. Perancangan Aplikasi

Arsitektur dari aplikasi pada penelitian ini dibuat menggunakan *use case diagram* yang akan ditampilkan pada Gambar 4. User bisa mengakses bagian *start*, *about* dan *help* dari awal sedangkan untuk memilih *running mode* dan *input weight* dapat diakses via bagian *start-running*.

D. Class Diagram

Class diagram dari aplikasi pada penelitian ini memberikan gambaran dari setiap *class* yang terdapat pada aplikasi. *Class diagram* akan ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. ClassDiagram

E. Perancangan Objek 3D

Pada tahap ini peneliti menggunakan Unity 3D Engine untuk merancang Lintasan Lari, Object Rintangan dan juga Zombie. Model 3D dapat dilihat pada Gambar 6. Terdapat 10 Objek utama yaitu: skybox, gamelights, track, building, items rintangan, vehicles, jalan, side zombies, tiga batch enemies dan player. Dalam aplikasi juga terdapat 9 scenes menu dan 1 scene game. Sebagian scen bisa dilihat di gambar 8-16.



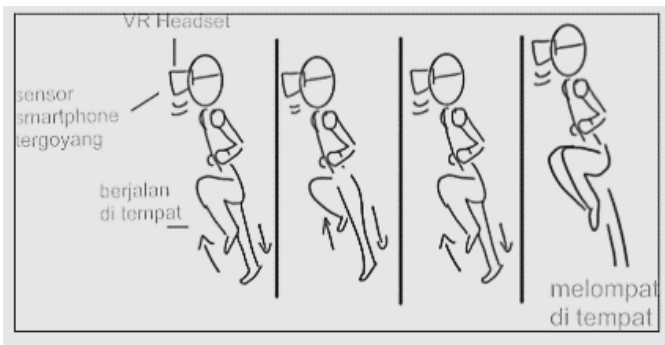
Gambar 6. Perancangan Objek 3D menggunakan Unity



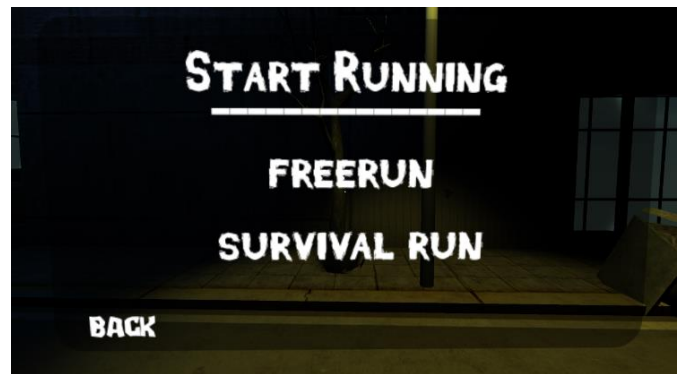
Gambar 9 Antarmuka *Input Weight*

F. Mengontrol Karakter

Dengan penggunaan *gyroscope* kita bisa melihat dan mengarahkan karakter untuk berjalan atau lari ke arah tertentu. Cukup mengarahkan pandangan kita dan “berjalan” maju. Untuk berjalan maju, kita harus berjalan di tempat dan untuk melompat kita harus melompat di tempat seperti yang terlihat di gambar 7.



Gambar 7. Ilustrasi cara bermain



Gambar 10 Antarmuka *Game Mode*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

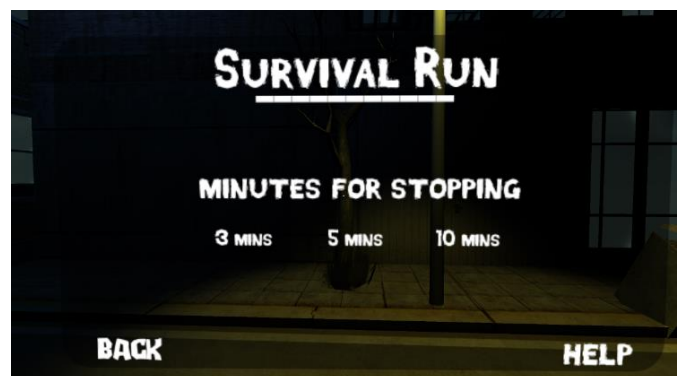
A. Implementasi Antarmuka

Berikut merupakan implementasi antarmuka aplikasi VRSurvival Runner yang telah dibuat oleh peneliti.



Gambar 8 Antarmuka *Main Menu*

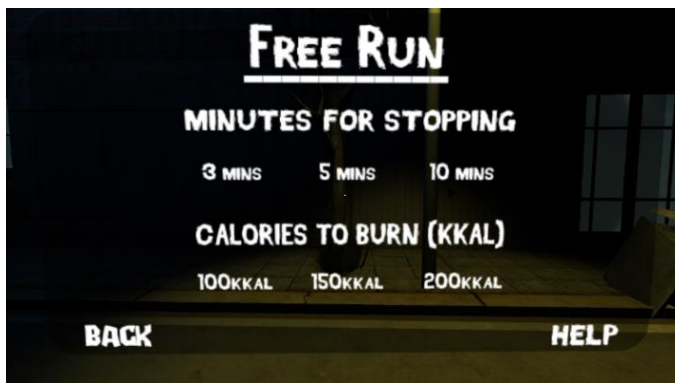
Gambar 8 adalah halaman antarmuka pertama yang akan dilihat oleh pengguna. Di halaman ini terdapat 4 *button* yang dapat diaktifkan oleh pengguna dengan cara melihat lama *button* tersebut, yaitu *button start running*, *help*, *about*, dan *quit*.



Gambar 11. Antarmuka *Survival Run Game Options*

Gambar 11 adalah halaman antarmuka yang akan dilihat pengguna setelah memilih *Survival Run* sebagai pilihan *Running Mode*. Dalam halaman ini pengguna hanya dapat

memilih waktu berapa lama untuk berhenti setelah berlari terus menerus dengan catatan waktu berhenti hanya 20 detik.



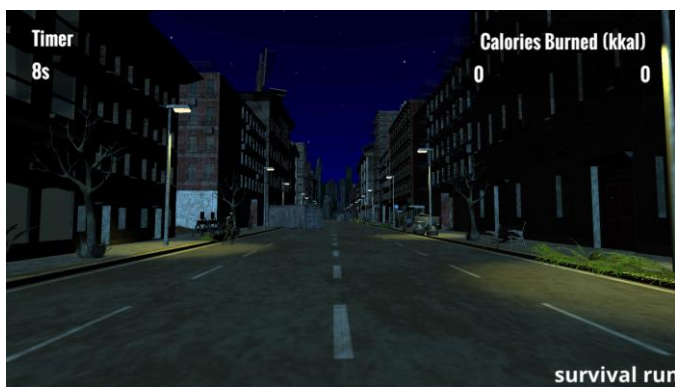
Gambar 12. Antarmuka *Free Run Options*

Gambar 12 adalah halaman antarmuka yang akan dilihat pengguna setelah memilih *Free Run* sebagai pilihan *Running Mode*. Dalam halaman ini pengguna dapat memilih waktu berapa lama untuk berhenti setelah berlari terus menerus dengan catatan waktu berhenti hanya 20 detik dan juga berapa target kalori yang ingin dibakar sebelum permainan terhenti.

Dalam Gambar 13 juga terlihat ada lintasan lari yang dimana di antara lintasan lari terdapat zombie yang berdiri bersiaga untuk menangkap kita, dan juga rintangan dijalan yang harus kita hindari.

B. Tampilan ketika Bermain Game

Gambar 13 menampilkan tampilan utama ketika kita sudah masuk di dalam dunia virtual. Dapat dilihat di kiri atas terdapat *Timer* yang menunjukkan sisa waktu yang kita miliki ketika kita berlari sebelum kita diperbolehkan untuk beristirahat, kemudian di kanan atas terdapat jumlah kalori yang terbakar selama kita berlari dalam mode tersebut, dan juga di kanan bawah terdapat informasi mode apa yang dimainkan oleh pemain.



Gambar 13. Tampilan Utama Aplikasi

Gambar 14 adalah halaman antarmuka yang akan dilihat pengguna saat pengguna telah berlari dengan lama sesuai pilihan batas kemampuan lari dalam menit. Dalam tahapan ini pengguna tidak dapat berjalan, dan juga *zombie* yang mengejar akan hilang, tahap ini adalah waktu yang paling pas bagi

pengguna untuk beristirahat sejenak dari larinya. Setelah *resting time* berakhir, *game* akan kembali berjalan dengan *zombie* yang mengejar.



Gambar 14. Antarmuka *Resting Time*

Gambar 15 adalah halaman antarmuka yang akan dilihat pengguna ketika pengguna berhasil ditangkap *zombie*. Pengguna dapat melihat kalori yang terbakar serta pilihan untuk kembali bermain *game* atau harus kembali ke *menu* utama.



Gambar 15. Antarmuka *Game Over*

Gambar 16 adalah halaman antarmuka yang akan dilihat pengguna setelah memilih opsi *Free Run* dan bermain hingga tujuan kalori yang ingin dibakar tercapai. Pengguna dapat melihat kalori yang terbakar serta pilihan untuk kembali bermain *game* atau harus kembali ke *menu* utama.



Gambar 16. Antarmuka *Game Finished*

C. Pengujian

Pengujian dilakukan oleh peneliti untuk mengetahui apakah VRSurvival Runner sudah berfungsi dengan baik.

Oleh karena menggunakan VR Headset, maka untuk memilih menu diperlukan fitur gaze, bulatan penunjuk di letakkan di bagian tertentu selama 5 detik untuk memilih. Hasil pengujian gaze dan menu-menu tidak ada masalah. Setelah memilih freerun atau survival run game bisa di load dengan tidak ada masalah. Pengujian berlari di tempat dan melompat pun berhasil memberi respon pada karakter di aplikasi untuk ikut berlari maju dan melompat.

Selanjutnya perhitungan kalori (estimasi) menunjukkan penambahan kalor sesuai perhitungan yang dibahas di awal. Kami pun mencoba dua mode yaitu *freemode* dan *survival mode* dan mencoba dibiarkan untuk ditangkap *zombie* dan juga untuk terus berlari hingga *game finish* dan semuanya berfungsi dengan baik. APK Aplikasi (Android) bisa juga di download di link: <https://cutt.ly/survivalVR>. Hasil Pengujian dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

TABEL III. PENGUJIAN TAHAP AKHIR VRSURVIVAL RUNNER

No	Fitur	Output	Hasil
1	Gaze	Navigasi tombol menu melalui tatapan.	OK
2	Buttons Interaction	Menampilkan output yang sesuai dengan fungsi yang ditulis sebagai triggered button	OK
3	Gameplay Load	Lintasan Track 3D, Zombie, Timer, calories ditampilkan	OK
4	Running	Menampilkan respons animasi maju dan kalori yang terbakar bertambah	OK
5	Jumping	Menampilkan respons animasi melompat	OK
6	Calories Burned	Menampilkan kalori yang terbakar sesuai dengan variable berat badan yang dimiliki oleh pengguna	OK
7	Running Mode	Memuat scene yang sesuai dengan Running Mode yang di input oleh pengguna	OK
8	Game Over	Permainan terhenti dan kalori yang terbakar ditampilkan	OK
9	Game Succeed	Permainan terhenti dan kalori yang terbakar ditampilkan	OK

V. KESIMPULAN

Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini dapat mempermudah kita untuk berolahraga lari meski tidak keluar rumah. Selain itu fitur unik yang dimiliki dari game ini adalah fitur free Run yang dimana pemain dapat menargetkan pembakaran kalori yang ingin dicapai. Selain itu untuk mengurani rasa monoton dalam berolahraga pengguna bisa bermain mode survival mode. Saran

Adapun beberapa hal yang bisa ditambahkan untuk penelitian lanjutannya seperti menambahkan fitur input berat badan yang lebih akurat dan beberapa variable seperti tinggi badan, umur, jenis kelamin, dan lainnya yang dapat meningkatkan akurasi dari pembakaran kalori.

Selain itu bisa juga dipertimbangkan untuk menambahkan tema, karakter zombie lainnya yang dapat memperindah

gameplay ataupun membuat narasi cerita seperti pada game "Zombies, Run" agar game lebih menarik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Kesehatan RI., Pengembangan, "Hasil Utama Riset Kesehatan Dasar," Kementerian Kesehatan R I, pp. 1–100, 2018.
- [2] K. Pritasari, "Arah kebijakan dan rencana aksi program kesehatan masyarakat tahun 2020 - 2024," Rapat Kerja Nas Kementerri Kesehat RI, pp. 1–31, 2020.
- [3] S. Walden, "Story from VELUX: The 'Indoor Generation' and the health risks of spending more time inside," USA TODAY, May 15, 2018. [Online]. Available: <https://www.usatoday.com/story/sponsor-story/velux/2018/05/15/indoor-generation-and-health-risks-spending-more-time-inside/610289002/> (accessed Nov. 08, 2020).
- [4] M. Sukardi, "Generasi Mager Malas Gerak Makin Banyak, Risiko Kematian Terus Meningkat : Okezone Lifestyle," OkeZone Lifestyle, 7 September, 2018. [Online]. Available: <https://lifestyle.okezone.com/read/2018/09/06/481/1947077/generasi-mager-malas-gerak-makin-banyak-risiko-kematian-terus-meningkat> (accessed Nov. 08, 2020).
- [5] H. L. Hashim, A. Kamaruddin, and A. H. Jantan, "The mobile exergames design model to encourage physical activity for sedentary generation Z," in Proceedings of the 5th International ACM In-Cooperation HCI and UX Conference on - CHLUXiD'19, 2019.
- [6] C. Bouchard, S. N. Blair, and P. T. Katzmarzyk, "Less sitting, more physical activity, or higher fitness?," Mayo Clin. Proc., vol. 90, no. 11, pp. 1533–1540, 2015.
- [7] Y. Oh and S. Yang, "Defining exergames & exergaming," in Proc. Meaningful Play, 2010, pp. 1–17..
- [8] D. Biber, "Attraction to Physical Activity of Generation Z - A mixed methodological approach," Georgia Southern University, 2013.
- [9] Harvard Health Publishing, "Exergaming: Fitness and fun in front of your TV?," Harvard.edu. [Online]. Available: <https://www.health.harvard.edu/heart-health/exergaming-fitness-and-fun-in-front-of-your-tv>. [Accessed: 18-Nov-2020].
- [10] T. Moholdt, S. Weie, K. Chorianopoulos, A. I. Wang, and K. Hagen, "Exergaming can be an innovative way of enjoyable high-intensity interval training," BMJ Open Sport Exerc. Med., vol. 3, no. 1, p. e000258, 2017.
- [11] Pengguna Smartphone diperkirakan Mencapai 89% Populasi pada 2025," Databoks, 15-Sep-2020. [Online]. Available: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2020/09/15/pengguna-smartphone-diperkirakan-mencapai-89-populasi-pada-2025>. [Accessed: 18-Nov-2020].
- [12] G. C. Burdea and P. Coiffet, Virtual Reality Technology. John Wiley & Sons, 2003.
- [13] M. Zyda, "From visual simulation to virtual reality to games," Computer, vol. 38, no. 9, pp. 25–32, 2005.
- [14] R. Syahrani, "Ketergantungan Online Game dan Penanggannya," J Psikol Pendidik Dan Konseling J Kaji Psikol Pendidik Dan Bimbing Konseling, vol. 1, no. 1, pp. 84–92, Jun. 2015.
- [15] Pane B. S., "Peranan Olahraga dalam meningkatkan Kesehatan," J Pengabdian Kpd Masy, vol. 21, no. 79, pp. 1–4, Mar. 2015.
- [16] I. Muhtadi, "Exercise Calorie Calculator," Dokter Plus." [Online]. Available: <http://www.indramuhtadi.com/exercise-calorie-calculator.html>.
- [17] Y. Firdaus, Berapa Banyak Kalori yang Terbakar Saat Berlari? Hello Sehat, 2017.
- [18] R. Pressman, "Software Engineering: A Practitioner's Approach," in a business unit of the McGraw-Hill Companies, 7th Edition, 7th., Inc: McGraw-Hill, 2010.
- [19] T. Hamada, M. Okada, and M. Kitazaki, "Jogging with a virtual runner using a see-through HMD," in 2017 IEEE Virtual Reality (VR), Mar.

2017, pp. 445–446, doi: 10.1109/VR.2017.7892371.

- [20] Y. Mambu, A. Wahyudi, A. Batong, and D. Mekel, “Falling Bird: Video Game Berbasis Virtual Reality dan Accelerometer Untuk Android,” in *SENSITIF: Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, 2019, pp. 503–511.
- [21] G. Hezky and J. Mambu, “‘JUMP’: Game Simulasi Olahraga Berbasis Virtual Reality Dengan Sensor Accelerometer,” *Nutr. J.*, vol. 3, no. 2, pp. 58–62, 2019.