

Penerapan Finite State Machine Pada Perilaku Karakter Permainan 3D Mobile Perjuangan Jenderal Sudirman

Nana Ramadijanti¹⁾, Yuliana Setiowati¹⁾, Kholid Fathoni²⁾, Rizky Yuniar Hakkun²⁾, Ahmad Saifuddin Azhar¹⁾

¹⁾Departemen Teknik Informatika dan Teknik Komputer, ²⁾ Departmen Teknologi Multimedia Kreatif

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS)

Kampus PENS, Jalan Raya ITS Sukolilo, Surabaya 60111 Indonesia

Tel: +62-31-594 7280; Fax: +62-31-594 6114

Email : nana@pens.ac.id, yuliana@pens.ac.id, kholid@pens.ac.id, rizky@pens.ac.id, azhar0391@gmail.com

Abstract— The struggle of Sudirman is a milestone for Indonesian independence. But today most people less know the story of his struggles . The mass application package the story of the history of General Sudirman in the form of games becomes an alternative solution to popularize the struggle. This research propose a new approach in the form of 3D game-based mobile applications. This app tells the story of General Sudirman post-independence struggle Indonesia covering two major battle to defend the independence of Indonesia. Game General Sudirman is a game genre with 1st person shooter. This game has two levels and each level has a different mission derived from the story of the struggle General Sudirman. The animation design and behavior of the characters using Finite State Machine, there are four characters: 1. Infantry (Indonesian army and allied soldiers), 2. Army Standby, 3. Tank, 4. Stretcher Sudirman. The application of 3D game-based mobile so it is more practical. Results of the survey to the players, this game have good graphics quality for entertainment and education.

Keywords- *The struggle of Sudirman; Finite State Machine; Behavior of characters*

Abstrak—Perjuangan Sudirman merupakan tonggak kemerdekaan Indonesia. Tapi hari ini kebanyakan orang kurang tahu cerita tentang perjuangannya. Paket aplikasi massal kisah sejarah Jenderal Sudirman dalam bentuk permainan menjadi solusi alternatif untuk mempopulerkan perjuangan. Penelitian ini mengusulkan pendekatan baru dalam bentuk aplikasi mobile berbasis permainan 3D. Aplikasi ini bercerita tentang perjuangan Jenderal Sudirman pasca kemerdekaan Indonesia yang meliputi dua pertempuran besar untuk mempertahankan kemerdekaan Indonesia. Game Jenderal Sudirman adalah genre game dengan 1 orang pemain. Game ini memiliki dua tingkat dan setiap tingkat memiliki misi yang berbeda berasal dari kisah perjuangan Jenderal Sudirman. Desain animasi dan perilaku karakter menggunakan Finite State Machine, ada empat karakter: 1. Infantry (tentara Indonesia dan tentara sekutu), 2. Army siaga, 3. Tank, 4. Tandu Sudirman. Aplikasi mobile berbasis permainan 3D sehingga lebih praktis. Hasil survei kepada para pemain, game ini memiliki kualitas grafis yang baik untuk hiburan dan pendidikan.

Kata kunci- *Perjuangan Sudirman, Finite State Machine, Perilaku Karakter*

I. PENDAHULUAN

Saat ini, banyak orang kurang mengetahui tentang sejarah. Bahkan sebagian orang beranggapan bahwa sejarah merupakan kejadian lampau yang tidak perlu untuk diulas kembali. Padahal dengan belajar sejarah kita dapat mengetahui kesalahan apa saja yang dilakukan di masa lampau sehingga kesalahan tersebut dapat dicegah agar tidak terulang kembali. Seorang filsuf dari Spanyol, George Santayan, berkata, “Barang siapa yang tidak mengetahui masa lalunya, maka dia dikutuk untuk mengulanginya kembali” [1].

Salah satu kisah sejarah yang menarik untuk dipelajari adalah tentang kisah kepahlawanan. Di Indonesia ada seorang pahlawan yang cukup dikenal oleh masyarakat yaitu Jenderal Sudirman. Namun meskipun begitu sebagian besar orang hanya mengetahui nama dan segelintir kisah perjuangan beliau dan kurang mengetahui siapakah beliau sebenarnya, apa saja jasanya untuk Indonesia.

Cara paling umum untuk mempelajari sejarah Jenderal Sudirman adalah dengan membaca buku. Namun, belajar dengan membaca buku relatif membosankan dan kurang menarik bagi sebagian orang. Cara pembelajaran yang lebih menarik adalah dengan menggunakan permainan-permainan edukasi sejarah. Saat ini sudah sangat banyak permainan-permainan sejarah yang beredar. Salah satu permainan sejarah yang cukup terkenal adalah Blitzkrieg. Blitzkrieg adalah permainan yang mengangkat sejarah perang dunia II [2][3]. Sayangnya, kebanyakan permainan sejarah mengangkat sejarah-sejarah dunia. Masih sangat jarang permainan yang mengangkat sejarah Indonesia. Beberapa permainan yang menceritakan sejarah Indonesia yang sudah dibuat antara lain PALAWA, P10NER, dan Perjalanan Kartini. PALAWA merupakan permainan yang menjadi ide mendasar untuk dikembangkan dalam penelitian ini dengan tokoh Jendral Sudirman, PALAWA mempunyai misi yang harus diselesaikan sesuai dengan kronologi sejarah Palagan Ambarawa, yaitu : pertempuran Magelang, insiden desa Jambu, serangan benteng Ambarawa, dan pertempuran Ambarawa [4]. P10NER adalah permainan yang menceritakan sejarah pertempuran 10 Nopember [5], dan Perjalanan Kartini merupakan permainan RPG yang mengangkat cerita R. A. Kartini di masa hidupnya [6].

Aplikasi permainan Jenderal Sudirman diliputi oleh perang-perang perlawanan Indonesia terhadap penjajah. Berbagai perang telah dia ikuti. Tidak jarang karena sakitnya, Jenderal sudirman harus ditandu selama perang. Berikut adalah perang-perang besar yang diikuti jenderal Sudirman : Palagan Ambarawa, Agresi Militer Belanda II, dan Serangan Umum 1 Maret 1949 masing-masing akan dituangkan ke dalam level 1 sampai dengan level 2.

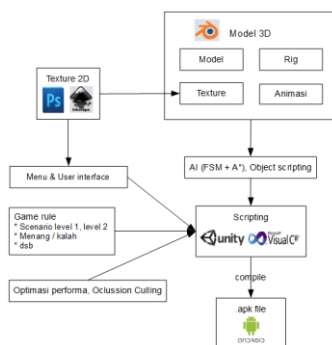
Permainan Jenderal Sudirman adalah *genre action* dan sub *genre first person shooter* (FPS) dengan pandangan user dari atas arena permainan pada *non player character* (NPC) membutuhkan *artificial intelligence* (AI). AI pada permainan FPS umumnya terdiri dari perencanaan path, mengambil item, menggunakan item, dan berperang. Khusus untuk berperang NPC juga diharapkan mempunyai strategi-strategi khusus seperti halnya manusia [7]. Strategi yang dimaksud bisa berupa strategi mengejar lawan, menyerang lawan maupun menghindari lawan. Model strategi menyerang bisa bermacam-macam, misalnya strategi menyerang dengan memancing serangan musuh, kemudian pada kondisi tertentu perilaku berubah menjadi menghindari. Pada penelitian ini model strategi menyerang pada permainan Jendral Sudirman untuk mengatur skenario perilaku NPC adalah *Finite State Machine* (FSM). FSM paling umum digunakan pada game AI karena kelebihanannya sederhana, efisien, mudah dikembangkan, dan handal mengatasi variasi situasi yang luas[8]. Pemakaian FSM digunakan untuk merancang perilaku karakter dari permainan agar perilakunya konsisten dan realistis, bereaksi dengan tepat kepada tindakan karakter lain.

Hasil penelitian ini mengajukan sebuah pendekatan baru berupa sebuah aplikasi permainan sebagai sarana alternatif untuk mempelajari kisah Jenderal Sudirman. Permainan ini berbasis mobile sehingga lebih praktis dan berjalan pada platform Android OS.

II. METODE

A. Blok Diagram Sistem

Tahap pembuatan sistem dituangkan pada gambar 1 meliputi : pemodelan obyek 3D (menggunakan Blender dan Googlesketchup), perancangan alur dan skenario (level), perancangan AI (FSM), pembuatan program implementasi level dan AI dikerjakan dengan unity[9] dan visual C#.



Gambar 1. Tahapan Pembuatan Aplikasi

B. Desain Level dan Skenario

Permainan ini terdiri dari tiga level. Masing masing level memiliki misi yang berbeda dengan level yang lainnya. Tiap tiap misi dari masing masing level dicuplik dari kisah Jenderal Sudirman yang sebenarnya. Berikut adalah level-level dalam permainan :

1. Level 1 (Palagan Ambarawa)

Pada level 1 ini pertempuran mengambil latar ambarawa, dimana pada masa itu terjadi perebutan dua desa di Ambarawa yang sebelumnya dikuasai Belanda, penghancuran pertahanan musuh di kompleks gereja Margo Agoeng, dan pertempuran besar-besaran di jalan Semarang-Ambarawa [10][11][12]. Adapun misi dari level ini adalah :

- Berusaha mengepung desa Jambu kawasan Ambarawa dibawah pimpinan Letkol Isdiman. (Pada akhirnya Letkol Isdiman gugur karena terkepung pasukan musuh)
- Menghancurkan pertahanan sekutu di depan kompleks gereja Jl. Margo Agoeng
- Pasukan RI diserang habis-habisan, mundur ke ke desa Bedono sebelum musuh mengejar.
- Sudirman memimpin perang di jalan raya Semarang-Ambarawa. Misinya adalah menghancurkan pertahanan musuh.
- Membersihkan kota dari tentara musuh

2. Level 2 (Agresi Militer Belanda II)

Misi dari level dua ini diambil ketika jenderal Sudirman bergerilya bersama pasukannya. Pada masa itu tanggal 19 Desember 1948 Sudirman meninggalkan Yogyakarta untuk bergerilya. Sudirman bergerilya selama 7 bulan dengan menempuh jarak lebih dari 1000 km dan menjadi sosok orang yang paling dicari oleh Sekutu [10][11][12].

- Melindungi Jenderal Sudirman yang ada di dalam tandu
- Menghancurkan kelompok-kelompok kecil musuh
- Menghancurkan beberapa kemah-kemah musuh
- Melakukan sabotase terhadap berbagai fasilitas seperti gudang makanan.
- Membersihkan area dari musuh

C. Karakter Pemain

Pada permainan ini terdapat tiga kategori karakter. Karakter tersebut adalah

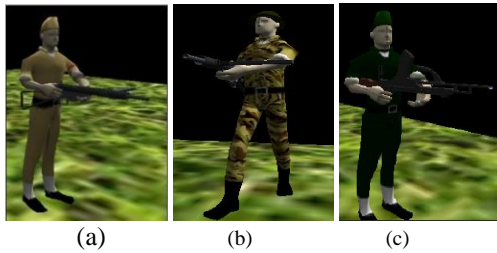
1. Infantry

Infantry merupakan karakter tentara bersenjata tanpa kendaraan. Karakter infantry pada permainan ini terdiri dari :

- Karakter tentara Indonesia
- Karakter tentara Belanda
- Karakter letkol Indonesia

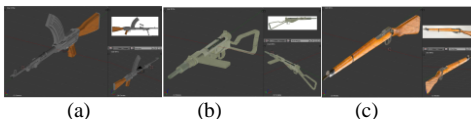
Karakter tentara Indonesia ditunjukkan pada Gambar 2(a), karakter tentara Belanda ditunjukkan pada

Gambar 2(b), dan karakter letkol Indonesia ditunjukkan pada Gambar2(c).



Gambar 2. Berbagai macam karakter infantry dalam permainan meliputi (a) karakter tentara Indonesia, (b) karakter tentara Sekutu, dan (c) karakter letkol Indonesia

Karakter infantri ada pada setiap level dari permainan, bahkan player juga mengontrol karakter infantri. Karakter infantri ini memiliki keistimewaan dibanding karakter lainnya, yaitu dapat berganti senjata. Masing masing senjata memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing. Senjata bisa didapatkan melalui bonus yang muncul ketika player berhasil membunuh karakter musuh. Namun tidak semua musuh yang dibunuh dapat memunculkan bonus. Hanya kurang lebih 30% dari musuh yang dibunuh dapat mengeluarkan bonus. Adapun jenis dan type senjata, pada gambar 3 adalah senjata yang digunakan dalam permainan ini dibuat semirip mungkin dengan senjata yang digunakan pada masa lampau berdasarkan referensi yang ada. Semua senjata memiliki peluru yang dapat habis. Ketika peluru habis maka senjata tidak dapat digunakan dan secara otomatis akan di remove. Namun terdapat *default weapon* atau senjata standar, yaitu senjata yang dipakai oleh karakter. Senjata standar memiliki peluru tak terbatas. Senjata standar memiliki spesifikasi yang relatif paling buruk dibanding senjata lainnya.



Gambar 3. Berbagai macam senjata dalam permainan meliputi (a) Bren, (b) Sten MK II, dan (c) Enfield

2. Tank

Karakter tank muncul pada level 1. Karakter tank hanya dimiliki pasukan musuh yaitu sekutu. Bentuk karakter tank ditunjukkan pada Gambar 4.

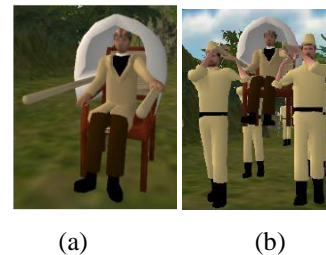


Gambar 4. Karakter tank

Karakter tank muncul hanya pada level 1. Kemunculan karakter tank ini diambil sesuai cerita sejarah yaitu ketika Sudirman beserta rombongannya terkepung dalam pertempuran di depan kompleks gereja di Jln. Margo Agoeng dan menyebabkan rombongan Sudirman lari ke desa Bedono. Karakter tank ini tidak dapat dihancurkan, ketika karakter tank ini muncul misinya hanya lari untuk menghindari tank ini.

3. Tandu Sudirman

Karakter tandu sudirman merupakan karakter tandu yang dipikul oleh empat orang infantri Indonesia. Bentuk daripada karakter tandu dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Karakter Tandu Sudirman (a) Sudirman di dalam tandu, (b) Tandu Sudirma dipikul empat infantri Indonesia

Karakter tandu ini menggambarkan tandu yang dipakai oleh Sudirman ketika beliau sakit. Karakter tandu ini menggambarkan sebuah kursi rotan yang diselubungi kain putih, dimana tandu bentuk ini merupakan tandu yang dipakai oleh Jenderal Sudirman pada berbagai pertempuran ketika beliau sakit. Karakter tandu adalah satu-satunya karakter utama yang tidak dapat menyerang. Karakter tandu digerakkan oleh AI dan hanya bertugas mengikuti karakter yang digerakkan oleh pemain. Selain melindungi diri, misi pemain adalah untuk melindungi karakter tandu ini. Misi gagal jika tandu ini mati. Karakter tandu ini muncul mulai pada level 2 dan sebagian level 1.

D. Desain AI Menggunakan FSM

Sebuah karakter AI memiliki area yang harus dijaga. Karakter AI ini akan menyerang pihak musuh yang memasuki areanya. Ketika musuh lari keluar arena atau musuh mati maka karakter AI akan kembali ke posisi semula. Desain FSM karakter infantri pada gambar 6. Infantri merupakan karakter tentara bersenjata tanpa kendaraan. Karakter infantri pada permainan ini terdiri dari :

- a. Karakter tentara Indonesia
- b. Karakter tentara sekutu

Keterangan state pada gambar 6 :

1. State diam / siaga : State ini adalah kondisi ketika sebuah karakter AI diam siaga pada sebuah titik tertentu. Tujuan dari state ini adalah menunggu dan mengawasi jika sewaktu-waktu ada musuh yang masuk area penjagaan. Ketika ada musuh masuk ke dalam area maka karakter AI akan masuk ke dalam state “Mengejar Musuh”

E. Implementasi FSM

Pada permainan ini masing-masing karakter AI memiliki area kekuasaan dan titik standby. Area kekuasaan berfungsi untuk mendeteksi adanya musuh yang mendekat. Ketika musuh memasuki area maka AI akan bereaksi untuk menyerang musuh. Ketika musuh telah keluar area maka AI akan kembali ke titik standby. Keterangan tentang karakter AI dan titik standby dijelaskan pada gambar 8.



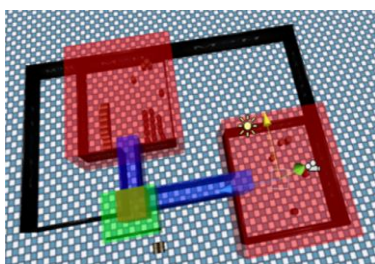
Gambar 8. AI dan Area Kekuasaannya

Ketika musuh masuk area maka secara otomatis AI akan menyerang, dan ketika musuh keluar area maka AI akan kembali ke titik semula atau standby point. Selain scripting untuk AI, juga dibuat script untuk menu dan user interface, semua button menggunakan touch screen. Adapun aturan-aturan permainan dibuat di script skenario permainan.

F. Oclusion Culling

Sebagai permainan 3D pada aplikasi ini ditambahkan teknik *Oclusion Culling*, yaitu salah satu teknik untuk meningkatkan performa permainan, yaitu dengan cara mengurangi jumlah *draw call*. *Draw call* sendiri adalah jumlah dari mesh atau titik-titik pada model 3D yang di render[15]. Dengan kata lain *occlusion culling* adalah suatu teknik untuk meminimalisir obyek yang di render, yaitu dengan melakukan render pada obyek-obyek yang hanya tampak oleh user[15]. Adapun obyek yang tidak tampak oleh user tidak dilakukan render.

Teknik *occlusion culling* paling sederhana adalah membagi-bagi area permainan menjadi beberapa grup kecil. Untuk lebih jelasnya lihat gambar 9.



Gambar 9. Pembagian Area Menjadi Group Kecil

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji Coba Sistem

1. Scene Main Menu

Tampilan scene main menu pada gambar 10.



Gambar 10. Scene Main Menu

2. Scene Intro

Scene intro adalah scene yang mengawali scene utama. Scene Intro berisi cerita singkat tentang apa yang akan dimainkan pengguna, dapat dilihat screen shootnya pada gambar 11.



a) b) c)

Gambar 11. Scene Intro Level 1 (a) Tentara Sekutu Datang, (b) Pembebasan Tawanan Perang, (c) Pertempuran Indonesia vs Sekutu

Kemudian pada level 2 merupakan intro yang mengawali sebelum pengguna memainkan level 2. Intro di level 2 menceritakan bagaimana asal usul terjadinya peristiwa Agresi Militer Belanda II. Intro dimulai dari cerita diserangnya bandara udara Maguwo oleh tentara sekutu, gambar 12(a). Selanjutnya ditampilkan intro yang menceritakan Jendral Sudirman pergi meninggalkan kota Yogyakarta untuk tujuan gerilya, screen shootnya gambar 12(b).



a) b)

Gambar 12. Scene Intro Level 2

(a) Serangan Bandara Maguwo, (b) Jenderal Sudirman Masuk Hutan untuk Bergerilya

3. Scene Level

Ujico scene level dilakukan untuk memastikan setiap scene telah berjalan sebagaimana mestinya, termasuk skenario di dalamnya. Ujicoba scene level dilakukan dengan mencoba satu pe rsatu scene dan melihat apakah scene level dan skenario sudah berjalan, gambar 13.



a) b)

Gambar 13. Scene Level (a) Level 1, (b) Level 2

4. Uji Coba FSM

Uji coba pertama dilakukan dengan memberikan musuh yang masuk ke dalam area. Pada saat ini AI akan berada pada state “mengejar musuh” dan ketika terjangkau AI akan beralih ke state “menyerang musuh”, gambar 14. Dan ketika

musuh keluar dari area, AI akan kembali pada state standby, gambar 15.



Gambar 14. AI Berada pada State Mengejar Musuh



Gambar 15. AI Berada pada State Stand By

B. Uji Optimasi Performa

Pada permainan optimasi performa menggunakan librari M2HCulling. Script ini membagi arena permainan menjadi area-area yang lebih kecil, dan melakukan render hanya pada area yang terlihat/dekat player. Hasil uji coba *Occlusion Culling* pada gambar 16 menunjukkan bagian yang di render hanya pada area sekitar player.

Hasil statistik *unity* terlihat terjadi kenaikan performa yang cukup signifikan ketika sebelum menerapkan *occlusion culling* dan setelah menerapkan *occlusion culling*. Hasil dari statistik dapat dilihat pada gambar 17. Dari gambar tersebut terlihat terjadinya penurunan resource dari *main thread* (jumlah thread), *draw calls* (jumlah vertex yang di render), *used texture* (jumlah texture yang digunakan), *VRAM usage* (ukuran virtual RAM), dan pada akhirnya jumlah frame yang dapat diproses setiap detik (*framerate*) meningkat dari 15,5 fps menjadi 25,6 fps.



Gambar 16. Hasil Uji Coba *Occlusion Culling*



Gambar 17. a) sebelum menggunakan *occlusion culling*, b) setelah menggunakan *occlusion culling*

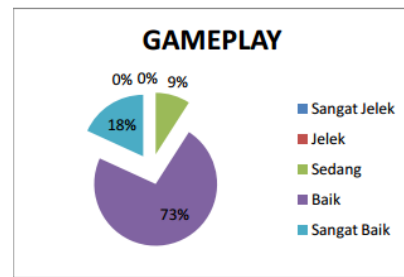
C. Uji Coba Device

Pengujian dilakukan pada dua device yang berbeda ukuran layar, CPU dan RAM didapatkan hasil sebagai pada tabel I.

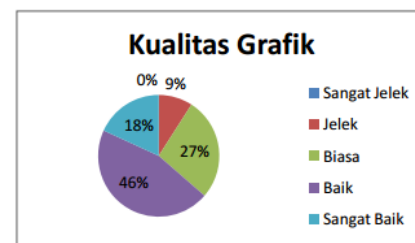
D. Uji Coba Aplikasi pada Responden

Pengujian dilakukan melalui kuisioner yang diisi oleh setiap user yang telah menggunakan aplikasi permainan ini. Pengujian dilakukan pada tiga hal : aplikasi permainan, kualitas grafik, dan kontrol pada aplikasi permainan. Garifik hasil penilaian user disajikan pada gambar 18, gambar 19 dan gambar 20.

Gambar 18. Hasil Kuisioner Pengujian Pemakaian Permainan

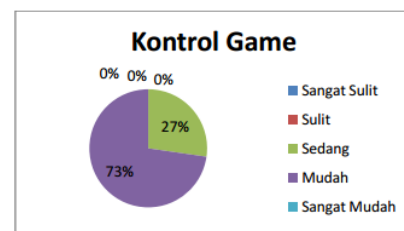


Kualitas aplikasi permainan oleh 73% user dikatakan baik dan sebanyak 18 % user mengatakan sangat baik.



Gambar 19. Hasil Kuisioner Pengujian Kualitas Grafik

Kualitas aplikasi grafik oleh 48% user dikatakan baik, sebanyak 27 % user mengatakan biasa, dan ada sebanyak 18% yang mengatakan sangat baik.



Gambar 20. Hasil Kuisioner Kontrol Permainan

Kualitas pemakaian kontrol pada permainan oleh 73% user dikatakan mudah, dan sebanyak 27 % user mengatakan sedang.

E. Uji Coba Nilai Edukasi pada Permainan

Sebelum dan setelah menjalankan aplikasi permainan sebanyak 11 user akan diberikan soal-soal yang berhubungan dengan perjuangan jenderal Sudirman. Tercatat pengamatan pada lima soal yang diberikan pada tabel 2, terdapat peningkatan jumlah jawaban benar jika sebelum bermain terdapat 14 jawaban benar dan setelah bermain terdapat peningkatan jumlah jawaban benar menjadi 34.

TABLE I. JAWABAN PERTANYAAN EDUKASI

Pertanyaan no	Jawaban sebelum menjalankan aplikasi permainan		Jawaban setelah menjalankan aplikasi permainan	
	Benar	Salah	Benar	Salah
1	0	11	8	3
2	5	6	9	2
3	5	6	6	5
4	4	7	6	5
5	0	11	5	6

TABLE II. HASIL UJI COBA DEVICE

Spesifikasi	Sony Ericssons Live With Walkman (WT 19i)	Smartfren Andromax C
OS	Android ICS 4.0	Android ICS 4.0
CPU	1 Ghz	1,2 GHz Dual Core
RAM	512 MB	1 GB
GPU	Qualcomm Adreno 203	Qualcomm Adreno 202
Layar	320 x 480 pixel	800 x 480 pixel
Hasil Pengujian	-Tampilan user interface yang terlalu rapat antara satu button dengan button lainnya. -Button juga terlihat menjadi lebih besar. Hal ini disebabkan karena resolusi layar yang kecil (320 x 480).	-Tampilan user interface sesuai dengan yang diinginkan -Dikarenakan aplikasi permainan memang dibuat pada peangkat dengan resolusi layar (800 x 480).
Tampilan permainan		

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini berupa permainan dengan genre 1st person shooter. Secara keseluruhan berdasarkan kuesioner yang disebarakan pada 11 user game ini sudah baik dari sisi pemakaian permainan dikatakan oleh 73% user, kualitas grafik dikatakan oleh 43% user, dan kemudahan penggunaan kontrol oleh 73% user.

Permainan jenderal Sudirman ini juga berhasil memberikan nilai edukasi yang tinggi mengingat dari hasil jawaban soal-soal yang diberikan terjadi peningkatan jumlah jawaban benar sebelum dan setelah menjalankan permainan ini dari sebelum main sebanyak 14 jawaban benar dan setelah bermain dapat menjawab benar sebanyak 34.

Pemakaian *Occlusion Culling* dengan menggunakan librari *M2Hculling* dapat terjadinya penurunan resource dari *main thread* (jumlah thread), *draw calls* (jumlah vertex yang di render), *used texture* (jumlah texture yang digunakan), VRAM usage (ukuran virtual RAM), dan pada akhirnya jumlah frame yang dapat diproses setiap detik (*framerate*) meningkat dari 15,5 fps menjadi 25,6 fps.

B. Saran

1. Perbaikan metode FSM AI agar permainan lebih realistis.
2. Penambahan variasi karakter dan senjata agar permainan lebih menarik.
3. Menambahkan kreatifitas kejutan pada setiap level.

REFERENCES

- [1] <http://internasional.kompas.com/read/2010/11/02/03211061/Afganistan.Perang.Terlama.dalam.Sejarah.AS> (Diakses 10 Juli 2012) (Diakses 28 Juni 2012)
- [2] <http://www.derelectstudios.net/blitz2/> (Diakses 28 Juni 2012)
- [3] <http://asia.gamespot.com/blitzkrieg-2/reviews/blitzkrieg-2-review-6141184/> (Diakses 28 Juni 2012)
- [4] <http://www.gameedukasi.com/2010/12/palawa-game-sejarah-palagan-ambarawa/> (Diakses 28 Juni 2012)
- [5] <http://www.gameedukasi.com/2010/10/p10ner-pertempuran-10-nopember/> (Diakses 28 Juni 2012)
- [6] <http://www.gameedukasi.com/2010/12/palawa-game-sejarah-palagan-ambarawa/> (Diakses 28 Juni 2012)
- [7] Yunita Miftachul Arif, Mochamad Haridi, Supeno Mardi, *Integrasi Hierarchy Finite State Machine dan Logika Fuzzy untuk Desain Strategi NPC Game*, MATICS Volume 4 Nomor 3, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- [8] Buckland Mat, *Programming Game AI by Example*, Texas: Worldware Publishing, Inc: 2005
- [9] Kyaw, Aung Sithu, Clifford Peters, Thet Naing Swe. 2013. *Unity 4.x Game AI Programming*. Brimingham : Packt Publishing Limited
- [10] Chidmad, Tataq, dkk, *Serangan Oemoem 1 Maret 1949*, Yogyakarta: Media Presindo, 2005
- [11] Susilo, Taufiq adi, "Soedirman Biografi Singkat 1916-1950", Yogyakarta: AR-Ruzz Media, 2010
- [12] A.H Nasution, *Sekitar Perang Kemerdekaan Indonesia*, Bandung": PTAngkasa Bandung, 1973