

Pengembangan Peta Tiga Dimensi Interaktif untuk Dharma Wanita, Tk dan Wisma Yasmine Institut Teknologi Sepuluh Nopember menggunakan Unreal Engine

Mochamad Rahman Irwandi dan Febriliyan Samopa
Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: iyan@its-sby.edu

Abstrak—Peningkatan teknologi yang berkembang pesat saat ini berdampak pada penyajian informasi mengenai bangunan, yang dahulu menggunakan dua dimensi (2D), tetapi sekarang menggunakan tiga dimensi (3D). Tampilan gambar 3D ini membuat bangunan terlihat lebih detail dan menarik, tak terkecuali pada perguruan tinggi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) yang menjadi objek visualisasi 3D sebagai sarana promosi pada konsumen.

Pada tugas akhir ini penulis mengembangkan aplikasi peta tiga dimensi dengan menggunakan Unreal Development Kit (UDK) Engine. Aplikasi peta 3D ini menyajikan tampilan Gedung Dharma Wanita, TK dan Wisma Yasmine ITS secara interaktif dan akurat, sehingga pengguna mendapatkan pengalaman yang berbeda dengan mengetahui gedung Dharma Wanita, TK dan Wisma Yasmine ITS secara virtual tanpa harus pergi ke tempat tersebut.

Kata Kunci—Peta tiga dimensi, 3D Game Engine, Unreal Engine, Dharma Wanita, TK dan Wisma Yasmine ITS.

I. PENDAHULUAN

PERKEMBANGAN teknologi sekarang sudah lebih maju dari sebelumnya, hal ini berdampak sangat signifikan dalam penyajian informasi mengenai bangunan yang berkembang saat ini. Dahulunya perusahaan menggunakan tampilan gambar dua dimensi (2D) dalam memberikan informasi tentang bangunan, tetapi seiring berkembangnya teknologi menyebabkan perusahaan-perusahaan saat ini beralih menggunakan tampilan gambar tiga dimensi (3D). Tampilan gambar 3D ini membuat bangunan terlihat lebih detail dan menarik.

Awalnya tampilan gambar 3D ini membutuhkan biaya yang sangat besar, tetapi karena permintaan masyarakat sangat besar mengenai teknologi grafik komputer, menjadikan perusahaan-perusahaan saat itu untuk memikirkan hal yang bisa menurunkan biaya yang sangat besar tersebut. Dan pada saat itu juga muncullah ide untuk menggunakan game engine menjadi salah satu solusi permasalahan biaya tadi. Game engine ini adalah sistem perangkat lunak yang dirancang untuk menciptakan dan mengembangkan video game dengan tampilan gambar 3D secara real time [1]. Game engine bisa didapatkan dengan biaya yang kecil atau juga tanpa biaya sama sekali, dikarenakan perangkat lunak ini ada yang open source.

Salah satu pengguna game engine saat ini adalah para pengembang peta interaktif tiga dimensi Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Awal mulanya pengembangan ini terjadi

pada tahun 2010, yaitu oleh seorang mahasiswa jurusan Sistem Informasi yang mempunyai ide untuk membuat peta jurusannya sendiri. Ide ini pun berkembang, dan dilanjutkan oleh pengembang-pengembang selanjutnya dengan tujuan membuat peta yang tidak hanya satu jurusan saja melainkan semua jurusan atau satu institut.

Adapun standarisasi yang ada dalam pengembangan peta interaktif tiga dimensi Institut Teknologi Sepuluh Nopember ini, contohnya seperti tinggi alas tanah, tinggi alas tembok, ketebalan tembok yang memang sudah ditentukan. Sehingga dengan adanya standarisasi ini, diharapkan peta yang akan dibuat dalam tugas akhir ini bisa terintegrasi dengan peta-peta sebelumnya yang sudah ada dan peta 3D ITS pun semakin lengkap.

Pada tugas akhir ini berisi tentang pengembangan peta 3D dari Dharma Wanita, TK dan Wisma Yasmine ITS yang menggunakan game engine yaitu Unreal Engine [2]. Unreal Engine adalah perangkat lunak open source yang memiliki kemampuan untuk membuat virtual 3D menjadi seperti dunia nyata.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Peta Interaktif 3D ITS

Peta interaktif 3D ITS atau biasa disebut dengan INI3D merupakan kepanjangannya dari ITS Now In 3D. INI3D pertama kali dikembangkan pada tahun 2010 oleh Bagit Airlangga (Sistem Informasi angkatan 2006 dengan membuat gedung jurusan Sistem Informasi, dan berlanjut ke pembuatan gedung jurusan-jurusan lainnya oleh pengembang penerusnya. Adapun standarisasi [4] yang menjadi rujukan untuk pengembang selanjutnya yaitu :

- Skala 1 meter pada ukuran sebenarnya sama dengan 64 di dalam UDK
- Pembulatan ukuran dibulatkan ke bawah tanpa koma
- UDK yang digunakan adalah UDK versi Februari 2012
- Tampilan langit dengan menggunakan pergantian siang dan malam yang sama dengan waktu 1 jam = 1 menit
- Aktor yang digunakan
- Interaksi standar yang harus ada, antara lain :
 - ✓ Membuka dan menutup pintu
 - ✓ Menyalakan dan mematikan lampu

B. Game Engine

Game engine adalah sistem software yang didesain untuk pembuatan dan pengembangan video games Fungsi utama dari game engine adalah melakukan graphic processing dalam hal ini biasa disebut dengan rendering (cara grafik komputer membuat gambaran dari informasi seperti tekstur, pencahayaan bayangan), collision detection (metode perhitungan fisika ketika terjadi benturan antara 2 obyek), dan pengaturan suara. Game engine menyediakan deretan *tools* pengembangan visual dalam rangka untuk menggunakan ulang komponen-komponen perangkat lunak.

C. Unreal Engine

Unreal Engine merupakan salah satu *Game Engine* yang dibangun oleh perusahaan bernama Epic Games yang dikhususkan untuk pembuatan game 3D. *Unreal Engine* memiliki kerangka kerja (*framework*) lengkap untuk pengembangan profesional. Sistem inti *engine* ini menggunakan bahasa pemrograman C++, tetapi untuk pengembangannya digunakan bahasa pemrograman Java. Seperti kebanyakan *game engine* lainnya, *Unreal Engine* dapat mengolah beberapa data seperti objek 3D, suara, texture, dan lain sebagainya.

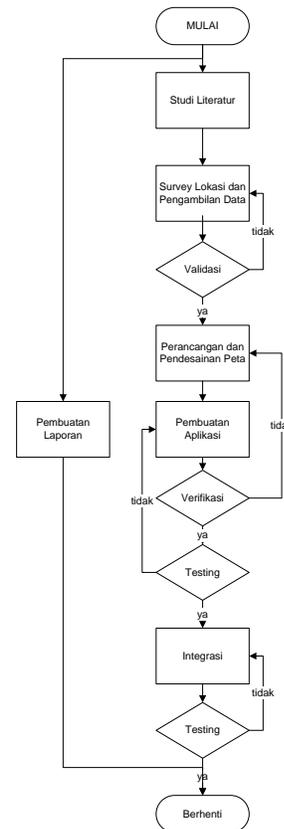
Untuk membuat suatu peta 3D dibutuhkan sumber daya awal yang nantinya diolah dengan menggunakan aplikasi Unreal Engine. Editor yang terdapat dalam Unreal Engine meliputi, 1) Unreal Front End Editor, melakukan packaging, eksekusi program, pengaturan jaringan, 2) Unreal Kismet, membentuk logika penyajian interaksi dan informasi dalam peta 3D, 3) Unreal Matinee, membuat efek pergerakan, 4) Unreal StaticMesh Editor, mengatur pemberian material dan collision dari suatu mesh/objek, 5) Unreal AnimSet dan Unreal AnimTree, mengatur aktor dari aplikasi, 6) Unreal SoundCue, membuat efek suara untuk peta 3D.

D. Aplikasi Pendukung Unreal Engine

Dalam penggunaan aplikasi ini, penyediaan sumber daya dalam pembuatan aplikasi dilakukan dengan menggunakan aplikasi pendukung di luar Unreal Engine, yaitu 1) Adobe Photoshop CS5, untuk mengolah texture, 2) Adobe Flash CS5, untuk mengolah informasi dan menu aplikasi, 3) Microsoft Visio, untuk desain peta 2D, 4) Adobe Audition, untuk mengolah suara, 5) Autodesk 3D Studio Max, untuk membuat objek-objek dalam bentuk 3D, 6) RAD Video Tools, untuk melakukan kompresi video.

III. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pembangunan aplikasi 3D dilakukan dengan menggunakan tools Unreal Engine, khususnya Unreal Engine versi 3, Unreal Development Kit, yang selanjutnya disebut dengan UDK. Dalam pembangunan aplikasi 3D ini dilakukan beberapa tahapan seperti yang diilustrasikan dalam diagram alir pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir Metodologi

A. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan adalah pembelajaran dan pemahaman literatur yang berkaitan dengan permasalahan yang ada. Beberapa yang akan dipelajari seperti cara mengoperasikan Unreal Engine dan memanfaatkannya untuk membuat peta. Serta cara penggunaan perangkat lunak lainnya yang mendukung pengembangan aplikasi ini.

B. Survey Lokasi dan Pengambilan Data

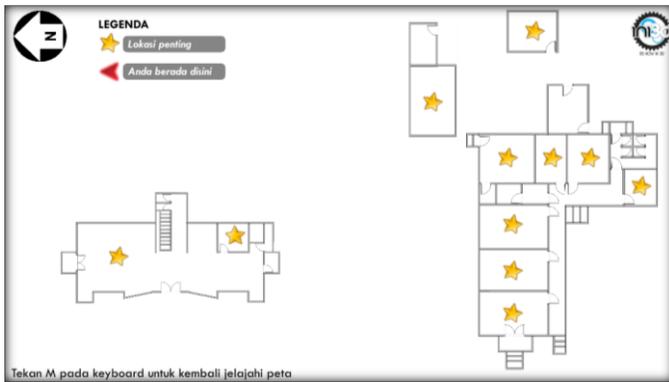
Tahap ini dilakukan berupa pengambilan data berupa foto-foto keseluruhan area, gedung dan objek yang ada di Dharma Wanita, TK dan Wisma Yasmine ITS, agar peta akurat dan sesuai dengan lingkungan nyata. Lalu mencari informasi lain yang berhubungan dengan aktivitas sederhana yang terjadi di gedung tersebut untuk dimasukkan sebagai interaksi dalam peta.

C. Validasi Data Survey

Kegiatan ini berupa pengecekan hasil survey yang telah didapat yang berguna untuk meyakinkan bahwa data yang telah kita peroleh sudah sesuai dengan kondisi nyata dari area, gedung-gedung dan juga objek yang ada di Dharma Wanita, TK dan Wisma Yasmine ITS.

D. Desain Peta 2D

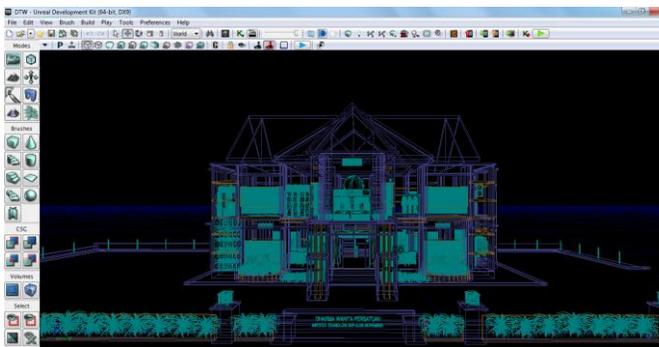
Tahap ini berupa pembuatan desain dari peta untuk nantinya digunakan sebagai dasar dalam pembuatan aplikasi peta digital 3D ini. Pembuatan desain berupa rancangan-rancangan peta secara 2D seperti pada gambar 2.



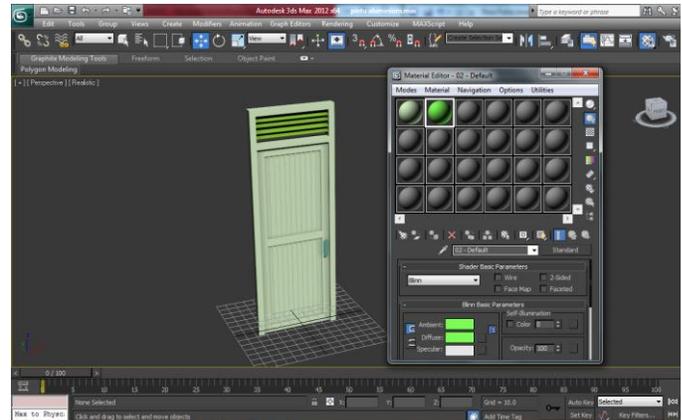
Gambar 2. Desain peta 2D



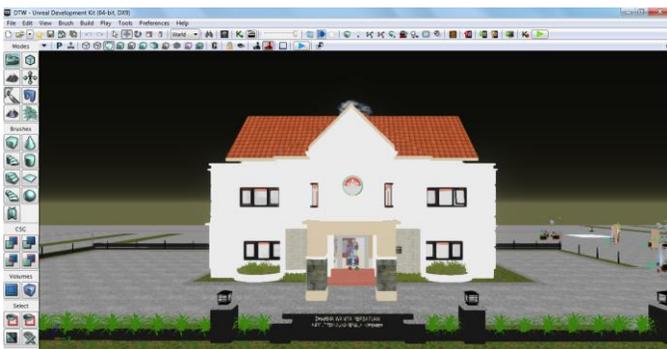
Gambar 5. Contoh penggunaan FluidSurface



Gambar 3. Pembuatan geometry gedung



Gambar 6. Pemberian material pada Object



Gambar 4. Hasil pemberian material

Desain yang selanjutnya dilakukan adalah desain informasi di mana dilakukan penentuan bentuk-bentuk informasi yang ditampilkan dalam aplikasi.

E. Pembuatan Peta 3D

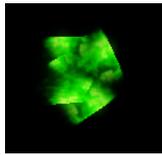
Tahapan ini terdiri dari proses pembuatan *Level Map*, pembuatan dan peletakan objek, pengaturan cahaya, sampai dengan penambahan suara. *Level Map* merupakan peta 3D yang dibangun dengan UDK. Pembuatan *Level Map* dimulai dengan membuat geometri. Geometri pada UDK berfungsi untuk membentuk model tiga dimensi dari peta, yang mencakup bangunan dan semua permukaan bangunan peta, seperti tangga, tembok dan permukaan tanah/dasar gedung. Pembuatan geometri ini melibatkan 2 jenis brush, yaitu *CSG_Add* dan *CSG_Subtract* (untuk memotong *CSG_Add*). Gambar 3 merupakan hasil pembuatan geometri dalam mode *Brush Wireframe*.

Setelah melakukan pembuatan geometri bangunan, dilakukan pembuatan dan pemasangan material. Material dibuat dengan menggunakan *Unreal Material Editor* di mana sumber daya dari pembuatan material adalah berupa *texture*, gambar 2D. Material memberikan corak permukaan yang mendekati nyata untuk suatu objek. Gambar 4 menunjukkan hasil pemberian material terhadap permukaan geometri gedung sehingga terlihat lebih nyata.

Sumber daya yang juga dapat dibuat dalam UDK adalah *FluidSurface* dan *terrain*. Kedua komponen ini diletakkan sebagai objek permukaan air dan halaman. Salah satu contoh penggunaan *FluidSurface* dapat dilihat pada gambar 5 untuk pembuatan kolam.

Selain pembuatan geometri gedung, dilakukan juga pembuatan dan peletakan objek. Pembuatan dan peletakan objek dilakukan dalam beberapa langkah yang berurutan, yaitu dimulai dari pembuatan *object 3D*, pemberian material, *ekspor object 3D*, dan *import object 3D* tersebut ke dalam package ke dalam UDK. Dalam membuat suatu *object 3D*, aplikasi yang digunakan adalah *Autodesk 3ds Max*. Untuk pemberian material pada *object* bisa dilihat pada Gambar 6.

Salah satu bagian penting dari pembuatan aplikasi ini adalah pemberian interaksi. Secara garis besar, pembuatan interaksi menggunakan tampilan animasi flash dan tampilan *Matinee* dan diatur di *UnrealKismet*. Untuk memudahkan dalam menarik perhatian pengguna maka diperlukan sebuah penanda objek untuk . Penanda objek yang digunakan berupa *particle system* bisa dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Bentuk *particle system* untuk penanda interaksi



Gambar 8. Proyek animasi flash interaksi pendaftaran siswa baru



Gambar 9. Tampilan fitur pergantian siang dan malam

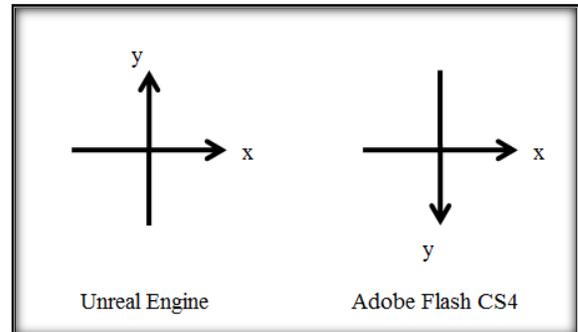
Hal penting lainnya adalah pemberian layar informasi untuk setiap objek yang dapat berinteraksi. Layar informasi merupakan interaksi tampilan animasi flash yang memuat informasi suatu tempat. Layar informasi dapat dilihat pada gambar 8.

Setelah semua proses dari pembuatan geometry, pemberian material, pembuatan dan peletakkan objek sampai pemberian interaksi selesai maka hal selanjutnya yang dilakukan adalah pengaturan pencahayaan dalam peta 3D sekaligus penambahan fitur pergantian siang dan malam seperti pada gambar 9. Pergantian siang dan malam bertujuan agar pengguna mendapatkan gambaran yang lebih realistis dan sesuai dengan keadaan nyata pada peta 3D.

Langkah terakhir yang dilakukan dalam pembuatan peta 3D adalah menambahkan menu peta 2D. Menu Peta 2D merupakan tampilan menu animasi flash untuk 3 fungsi utama yang dapat digunakan oleh pengguna yaitu untuk mengetahui posisi aktor, teleport dan penunjuk arah. Tampilan penunjuk arah ketika sedang aktif, dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan ketika penunjuk arah sedang aktif



Gambar 11. Perbandingan x-axis dan y-axis

Peta 2D dibuat menggunakan tampilan animasi flash yang menggunakan aplikasi animasi flash. Untuk itu, perlu dilakukan penyesuaian antara peta 3D Unreal Engine dengan peta 2D pada aplikasi animasi flash. Penyesuaian dimulai dengan mencari skala antara peta 3D Unreal Engine dengan peta 2D aplikasi animasi flash. Hal ini dapat dilakukan dengan menentukan dua titik tempat tertentu terlebih dahulu pada keduanya. Gambar 11 menunjukkan x-axis dan y-axis peta 3D Unreal Engine dan aplikasi animasi flash Adobe flash CS5.

IV. TESTING APLIKASI

Testing atau uji coba dibagi menjadi 2 tahapan yaitu uji coba fungsional menggunakan unit test, yaitu test case yang telah dibuat sebelumnya untuk mengetahui pemenuhan kebutuhan fungsional dan uji coba non-fungsional untuk mengukur performa yang dilakukan dengan membandingkan performa dari beberapa komputer. Pengambilan nilai uji coba non-fungsional diambil berdasarkan FPS (*Frame Per Second*) rate. Tools yang digunakan adalah fitur dari UDK yaitu Stat FPS dengan menekan tombol *tab keyboard* dan mengetikkan *stat FPS*. Untuk spesifikasi komputer yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1, 2 dan 3.

Perbandingan hasil uji coba non-fungsional terkait performa yang dihasilkan untuk tiap komputer dapat dilihat pada Gambar 12.

Tabel 1.
Spesifikasi PC 1

Processor	Intel® Core™ 2 Duo CPU E7500 @ 2.93Ghz (2 CPUs), ~2.9GHZ
Memori	4096MB RAM
VGA	ATI Radeon HD 5700 Series 2805Mb
DirectX	DirectX 11
Sistem Operasi	Windows 7 Ultimate 32-bit(6.1, Build 7601)

Tabel 2.
Spesifikasi PC 2

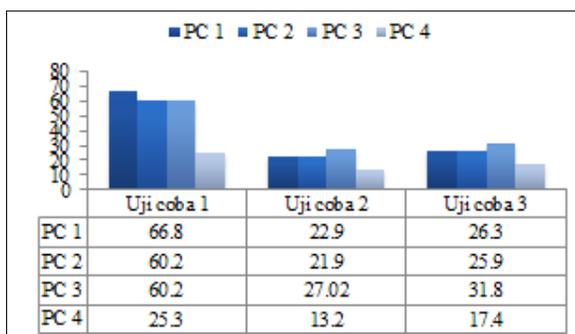
Processor	Intel® Core™ 2 Duo CPU E7500 @ 2.93Ghz (2 CPUs), ~2.9GHZ
Memori	4096MB RAM
VGA	NVIDIA GeForce GTX 650 Ti 3785 Mb
DirectX	DirectX 11
Sistem Operasi	Windows 7 Ultimate 32-bit(6.1, Build 7601)

Tabel 3.
Spesifikasi PC 3

Processor	Intel® Core™ 2 Duo CPU E7500 @ 2.93Ghz (2 CPUs), ~2.9GHZ
Memori	4096MB RAM
VGA	NVIDIA GeForce GTX 480 3279Mb
DirectX	DirectX 11
Sistem Operasi	Windows 7 Ultimate 64-bit (6.1, Build 7601)

Tabel 4.
Spesifikasi PC 4

Processor	Intel® Core™ 2 Duo CPU E7500 @ 2.93Ghz (2 CPUs), ~2.9GHZ
Memori	4096MB RAM
VGA	Intel® G41 Express Chipset 814 MB
DirectX	DirectX 11
Sistem Operasi	Windows 7 Ultimate 64-bit (6.1, Build 7601)



Gambar 12. Grafik perbandingan FPS rate

Keterangan Gambar :

- Ujicoba 1: Keadaan outdoor, pertama kali starting sebelum matahari muncul

- Ujicoba 2 : Keadaan outdoor, siang hari posisi actor di UDK sama dengan ujicoba 1
- Ujicoba 3 : Keadaan Indoor, posisi sama tiap PC

Keterangan FPS:

- FPS > 60, maka spesifikasi tersebut sangat dianjurkan untuk menjalankan aplikasi
- FPS < 60 namun FPS > 30, maka spesifikasi tersebut cukup untuk menjalankan aplikasi
- FPS < 30, maka spesifikasi tersebut tidak dianjurkan untuk menjalankan aplikasi

Dari hasil uji coba FPS rate pada gambar 12, terlihat bahwa aplikasi berjalan dengan normal pada komputer 1 sampai 3 yang menggunakan VGA Card. FPS Rate pada masing-masing komputer berselisih 1-5 FPS. Berbeda dengan FPS Rate pada komputer 4 sangat tidak dianjurkan untuk menjalankan aplikasi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan Penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, antara lain :

- Standarisasi dalam pengerjaan menggunakan standar aplikasi INI3D yang sudah ada sebelumnya, memudahkan dalam pembuatan peta tiga dimensi dengan menggunakan Unreal Development Kit beserta fitur-fitur yang disediakan.
- Penggunaan standar ukuran yang sudah ditetapkan juga membantu penulis dalam proses integrasi dengan peta tiga dimensi Gedung Dharma Wanita, TK ITS dan Wisma Yasmine.
- Selama penelitian, pemakaian *Brusher* memakan waktu lebih lama saat pertama proses building, namun lebih cepat pada proses building selanjutnya. Berbeda dengan *StaticMesh* yang selalu memakan waktu lebih lama setiap melakukan proses building peta.
- Keterbatasan dari UDK untuk membuat detail objek yang rumit dapat diselesaikan dengan membuat tiruan dengan detail yang lebih sederhana yang akan lebih mudah jika dibuat di aplikasi modelling 3D seperti 3D Max.
- Penggunaan VGA Card sangat dianjurkan untuk menunjang performa UDK dari pada penggunaan VGA On Board.

B. Saran

Berikut adalah saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan aplikasi INI3D kedepannya, antara lain :

- Semua implementasi dalam tugas akhir ini merupakan penelitian dasar yang dilakukan tentang UDK di mana eksplorasi lebih untuk semua implementasi yang telah dilakukan perlu pengembangan aplikasi selanjutnya.

- Sebaiknya mengaktifkan *auto save* atau melakukan *back up* secara berkala untuk mengantisipasi terjadi kesalahan atau bug.
- Aktor yang terdapat dalam aplikasi ini masih belum mendekati nyata dalam hal gerakan maupun bentuk beserta materialnya, sehingga perlu dilakukan eksplorasi yang lebih dalam mengenai aktor.
- Penggunaan LevelLoading untuk setiap ruangan yang ada didalam satu peta untuk mengantisipasi terjadinya *lag* yang sangat parah.
- Pemasangan Static Mesh tumbuhan bergerak sangat berat, disarankan untuk dibuatkan Level Map sendiri untuk taman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. F. & Thabet, W. Shiratuddin, "Virtual Office Wlaktrough Using a 3D Game Engine," *International Journal of Design Computing*, p. vol 4, 2002.
- [2] Epic Games, *Unreal Development Kit*. New York: Adventure Work Press, 2011
- [3] G., & Vassilakis, C. Lepouras, "Virtual Museums for all," *Employing Game Technology for Edutainment* , pp. 96-106, 2004.
- [4] Tim INI3D. (2012). *Pengembangan Peta Interaktif Tiga Dimensi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Menggunakan Unreal Engine*. Surabaya.
- [5] Pahlevi, A. B. (2011). *Pengembangan Peta Tiga Dimensi Interaktif Jurusan Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*. Undergraduate Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [6] Jatmiko, S. S. (2011). *Pengembangan Peta Tiga Dimensi Interaktif Gedung Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Menggunakan Unreal Engine*. Undergraduate Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [7] Subakti, A. R. (2012). *Penggunaan Unreal Engine Untuk Aplikasi Peta 3D Interaktif pada Jurusan Teknik Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh Nopember*. undergraduate Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [8] Wirangga, P. (2011). *Pengembangan Peta Tiga Dimensi Interaktif Jurusan Sistem Perkapalan Instritut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Menggunakan Unreal Engine*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya: ITS.
- [9] Safitri, A. (2011). *Penerapan Unreal Engine Pada Pemetaan Digital Tiga Dimensi Gedung Jurusan Desain Produk Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya: ITS.
- [10] Prasetya, N. B. (2011). *Pemetaan Digital Secara Tiga Dimensi pada Gedung Teknik Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Menggunakan Unreal Engine*. Undergraduate Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [11] Putra, D. A. (2011). *Pembuatan Peta Tiga Dimensi Wilayah Puskom dan Gedung BAUK Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Dengan Menggunakan Unreal Engine*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya: ITS.
- [12] Fitri, A. (2011). *Pengembangan Peta Interaktif Tiga Dimensi Gedung Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Menggunakan Unreal Engine*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya: ITS.
- [13] Putra, R. A. (2011). *Pengembangan Peta Tiga Dimensi Gedung Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Interaktif Menggunakan Unreal Engine*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya: Undergraduate thesis.
- [14] Assyifa, S. N. (2011). *Pengembangan Peta Interaktif Tiga Dimensi Jurusan Arsitektur Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Menggunakan Unreal Engine*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya: ITS.
- [15] Damaiyanti, T. I. (2011). *Pengembangan Peta Interaktif Tiga Dimensi Jurusan Arsitektur Institut Teknologi Sepuluh Nopember Menggunakan Unreal Engine*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya: ITS.
- [16] Winata, Y. A. (2011). *Pengembangan Peta Interaktif Tiga Dimensi Rektorat dan Pascasarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Menggunakan Unreal Engine*. Undergraduate Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [17] Mufti, A. (2011). *Pengembangan Peta Interaktif Tiga Dimensi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Menggunakan Unreal Engine*. Undergraduate Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [18] Umami, F. (2011). *Pengembangan Peta Interaktif Tiga Dimensi Program Studi D3 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Menggunakan Unreal Engine*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya: ITS.
- [19] Airlangga, B. (2011). *Pembangunan Peta Tiga Dimensi Informatif Pada Jurusan Sistem Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Dengan Menggunakan Unreal Engine*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya: ITS.
- [20] Haryananda, Z. S. (2011). *Pengembangan Peta Interaktif Tiga Dimensi Gedung BAAK Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya menggunakan Unreal Engine*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya: ITS.
- [21] Purnama, F. M. (2011). *Pengembangan Peta Interaktif Tiga Dimensi Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Menggunakan Unreal Engine*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya: ITS.
- [22] Saputra, C. S. (2012). *Pengembangan Peta Tiga Dimensi Gedung Jurusan Biologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Interaktif Menggunakan Unreal Engine*. Undergraduate Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [23] Listyadana, Y. (2012). *Pengembangan Peta Tiga Dimensi Gedung Jurusan Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Interaktif Menggunakan Unreal Engine*. Undergraduate Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [24] Lesmana, L. E. (2012). *Pengembangan Peta Tiga Dimensi Interaktif Jurusan Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Menggunakan Unreal Engine*. Undergraduate Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [25] Rudyanti, K. (2012). *Pengembangan Peta Tiga Dimensi Interaktif Jurusan Matematika Instritut Teknologi Sepuluh Nopember Menggunakan Unreal Engine*. Undergraduate Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [26] Rachmansyah, E. (2012). *Pengembangan Peta Tiga Dimensi Interaktif Jurusan Grha Sepuluh Nopember ITS dan UPT Bahasa Instritut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Menggunakan Unreal Engine*. Undergraduate Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [27] Yasin, M. N. (2012). *Pembangunan Peta Tiga Dimensi Informatif Pada Jurusan Sistem Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Dengan Menggunakan Unreal Engine*. Surabaya: ITS.
- [28] Aryana, D. (2012). *Pembangunan Peta Tiga Dimensi Informatif Pada Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Dengan Menggunakan Unreal Engine*. Surabaya: ITS.