

Pengembangan Fitur Item Box Pada *Game Virtual Academy*

Muhamad Fadhil Indirwan ^{a,1,*}, Supriyanto ^{a,2}

^a Program Studi Teknik Informatika Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Ringroad Selatan, Daerah Istimewa Yogyakarta 55191, Indonesia

¹ muhamad1600018@webmail.uad.ac.id; ² supriyanto@tif.uad.ac.id;

* Penulis Korespondensi

ABSTRAK

Game Virtual Academic bermanfaat untuk memberikan gambaran pengukuran pencapaian mahasiswa di bidang akademik pada program studi Teknik Informatika Universitas Ahmad Dahlan. Namun *Game Virtual Academic* belum memiliki fitur *Item Box*, yang dimana fitur tersebut berfungsi untuk mengetahui Item-Item yang sudah didapat dari pencapaian yang telah diperoleh setiap semesternya. Oleh karena itu adanya fitur *item box* yang dimana dapat memodelkan nilai capaian mahasiswa menjadi item sehingga dapat diukur kedalam game. Dalam pembuatan fitur *item box* menggunakan metode *Rapid Application Development* (RAD), suatu proses pengembangan perangkat lunak yang bersifat incremental terutama untuk waktu pengerjaan yang pendek. Dan terakhir dilakukan pengujian terhadap kepuasan user dengan metode *Software Usability Scale* (SUS). Hasil pengujian 3D model dengan menggunakan pengujian kualitas multimedia menunjukkan bahwa 3D model yang dibuat terlihat nyata. Berdasarkan nilai yang diperoleh dengan rata-rata 4,58 skala 5 maka 3D model masuk kategori acceptable yang artinya *System Usability Scale* dapat diterima. Sedangkan untuk pengujian fitur menggunakan metode *Black Box* dengan menguji 16 *test case* yang ada, seluruh fungsi berjalan dengan normal dan baik.



Kata Kunci

Fitur
Item Box
Game
Virtual Academy
3D



This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

1. Pendahuluan

Perkembangan Portal Akademik Mahasiswa Universitas Ahmad Dahlan merupakan salah satu media yang sangat penting dan memudahkan mahasiswa dalam menyajikan informasi perkembangan akademik yang diperoleh. Begitu pula pada *Game Virtual Academic*, kegunaannya pun kurang lebih sama dari web Portal Akademik itu sendiri yang ditujukan agar mempermudah mahasiswa untuk mengetahui informasi perkembangan akademiknya dalam bentuk visualisasi game [1] [2].

Pembuatan *Game Virtual Academic* khususnya *Item Box* dengan berbasis mobile yang dapat dimainkan oleh mahasiswa yang mana data-data permainan tersebut akan disinkronkan dengan data-data akademik yang ada di Portal akademik Mahasiswa. Variabel yang dikonversi dalam *Item Box* yaitu dari nilai matakuliah yang dimana nilai tersebut dijadikan acuan level di item pada *Game Virtual Academic* [2]. Dengan ini, mahasiswa akan memiliki cara yang menarik dalam mengelola item. Dan bukan hanya itu, mahasiswa juga akan termotivasi dan bersaing dalam ngumpulin item, supaya mempermudah dan melancarkan dalam bermain *game virtual*.

Penelitian kali ini, akan menggunakan metode *Rapid Application Development* (RAD) dan *low-poly modeling* dalam desain game 3D [3]. Metode ini tidak memakan waktu yang lama dan sangat membantu untuk memberikan kecepatan yang tinggi pada saat *game engine* melakukan *real-time rendering*. Sebagai pendukung *low-poly modeling*, perlu dilakukan proses *projection*, pemberian *normal map* pada aset 3D, dan *texturing* resolusi tinggi.



2. Metode

2.1. Objek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah pengembangan fitur *item box* pada *game virtual academy* (VA). Untuk subjek dari penelitian ini sendiri adalah mahasiswa yang memainkan *game* VA.

2.2. Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang dibutuhkan dalam melakukan perancangan model 3D Item Box dan Fitur Item Box, maka digunakan beberapa metode sebagai berikut:

2.2.1. Studi Pustaka

Pada penelitian ini untuk proses penyusunan laporan sampai pengujian dibutuhkan data-data yang menunjang proses penelitian. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan studi literatur mencakup buku, makalah, jurnal, seminar nasional, skripsi yang berkaitan dengan topik penelitian ini.

2.2.2. Teknik Wawancara

Teknik ini merupakan teknik yang melakukan komunikasi secara langsung dengan pihak mahasiswa, dosen, dan staff Universitas Ahmad Dahlan selaku pengguna portal akademik. Wawancara yang dilakukan membahas mengenai model item yang paling digemari pengguna.

2.2.3. Teknik Observasi

Observasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah untuk menemukan hal hal yang berkaitan dengan mahasiswa Teknik Informatika UAD. Sebagian besar mahasiswa UAD khususnya di Prodi Teknik Informatika menyukai hardware berkaitan IT, seperti laptop, PC, dan lain-lain. Dari observasi ini akan membantu dalam menentukan konsep dan tema item box yang akan diberikan kepada *game virtual academy*.

2.2.4. Teknik Kuesioner

Pengisian kuesioner dilakukan oleh responden yaitu mahasiswa dari berbagai prodi dan semester di kampus empat Universitas Ahmad Dahlan untuk memenuhi kelengkapan data yang dibutuhkan yaitu peneliti membuat pertanyaan pada tingkat kepuasan mahasiswa terhadap portal yang ada saat ini.

2.3. Spesifikasi Kebutuhan Alat

Spesifikasi kebutuhan alat yang digunakan didalam penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut:

2.3.1. Spesifikasi Kebutuhan Untuk Menjalankan Unity 2019.2

Tabel 1. Minimum Requirements Unity 2019.2

System	Minimum requirements
Operating System	Windows: 7 SP1+, 8, 10, 64-bit versions only macOS: 10.12+ Linux: Fixed at: Ubuntu 16.04, 18.04 and CentOS 7 Server versions of Windows and OS X are untested.
CPU	SSE2 instruction set support.
GPU	Graphics card with DX10 (shader model 4.0) capabilities.
Device:	
iOS	Mac computer running minimum macOS 10.12.6 and Xcode 9.4 or higher.
Android	Android SDK and Java Development Kit (JDK). IL2CPP scripting backend requires Android NDK.

Universal Windows Platform

Windows 10 (64-bit), Visual Studio 2015 with C++
Tools component or later and Windows 10 SDK.

2.3.2. Spesifikasi Kebutuhan Untuk Menjalankan Blender 2.81:

Tabel 2. Requirements Blender 2.81

Minimum	Recommended	Optimal
64-bit dual core 2Ghz CPU with SSE2 support 4 GB RAM 1280×768 display Mouse, trackpad or pen+tablet Graphics card with 1 GB RAM, OpenGL 3.3	64-bit quad core CPU 16 GB RAM Full HD display Three button mouse or pen+tablet Graphics card with 4 GB RAM	64-bit eight core CPU 32 GB RAM Full HD displays Three button mouse and pen+tablet Graphics card with +12 GB RAM

2.4. Metode Pengembangan

Dalam Penelitian ini menggunakan model proses pengembangan metode *Rapid Application Development* (RAD) adalah model proses pengembang perangkat lunak yang tergolong dalam teknik incremental (bertingkat). *Rapid Application Development* (RAD) menekankan pada siklus pembangunan pendek, singkat, dan cepat. Waktu yang singkat adalah batasan yang penting untuk model ini [4]. *Rapid Application Development* (RAD) menggunakan metode iteratif (berulang) dalam mengembangkan sistem di mana working model (model bekerja) sistem dikonstruksikan di awal tahap pengembangan dengan tujuan menetapkan kebutuhan (requirement). *Working model* digunakan kadang-kadang saja sebagai basis desain dan implementasi sistem final.

2.4.1. Requirement Planning (Rencana Kebutuhan)

Menggabungkan unsur-unsur tahap perencanaan dan sistem analisis sistem dari *Software Development Life Cycle* (SDLC) [5]. Pengguna, manajer, dan staf TI membahas dan menyetujui kebutuhan bisnis, cakupan proyek, kendala, dan persyaratan sistem. Ini berakhir ketika tim menyetujui isu utama dan mendapatkan otorisasi manajemen untuk dilanjutkan.

2.4.2 User Design (Desain Pengguna)

Selama fase ini, pengguna berinteraksi dengan analis sistem dan mengembangkan model dan *prototype* yang mewakili semua proses sistem, masukan, dan keluaran. Kelompok atau sub kelompok *Rapid Application Development* (RAD) biasanya menggunakan kombinasi teknik *Joint Application Development* (JAD) [6] dan *CASE TOOLS* untuk menerjemahkan kebutuhan pengguna ke dalam model kerja. *User Design* adalah proses interaktif yang terus menerus yang memungkinkan pengguna memahami, memodifikasi, dan akhirnya menyetujui model kerja sistem yang sesuai dengan kebutuhan mereka [7].

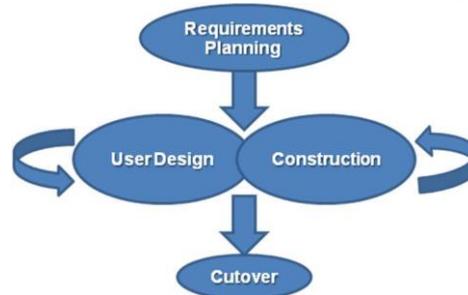
2.4.3. Construction (Pembangunan)

Berfokus pada program dan pengembangan aplikasi yang mirip dengan *Software Development Life Cycle* (SDLC) [8]. Namun, di *Rapid Application Development* (RAD), pengguna terus berpartisipasi dan masih

dapat menyarankan perubahan atau penyempurnaan yang dikembangkan. Tugasnya adalah pemrograman dan pengembangan aplikasi, pengkodean, integrasi unit dan pengujian sistem.

2.4.4. Cutover

Menyerupai bagian akhir dalam tahap implementasi *Software Development Life Cycle* (SDLC), termasuk konversi data, pengujian, perubahan ke sistem baru, dan pelatihan pengguna [9]. Dibandingkan dengan metode tradisional, keseluruhan proses dikompres. Akibatnya, sistem baru dibangun, disampaikan, dan dioperasikan lebih cepat. Gambar 1 menunjukkan Model Proses *Rapid Application Development* (RAD).



Gambar 1. Model Proses Rapid Application Development

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Requirement Planning (Rencana Kebutuhan)

3.1.1. Pengumpulan Data Item

Pengumpulan data item yang akan digunakan adalah bersumber dari benda-benda yang ada pada alat-alat komputer yang sering digunakan oleh mahasiswa, dari pengumpulan data tersebut akan digunakan sebagai dasar Item-item pada Item List yang akan digunakan pada penelitian ini. Pada awal permainan (semester 1) user dari game VA akan mendapatkan baju kemeja putih polos, celana hitam, dan sepatu hitam sebagai kostum awal mereka dalam memulai permainan. Kostum ini diberikan sebagai penanda bahwa mereka yang baru saja menjadi mahasiswa dan menjadi user dari game VA. Kemudian untuk berikutnya user akan menerima kostum secara acak setiap semesternya.

3.1.2. Pengumpulan Asset Item

Pengumpulan aset-aset yang akan digunakan adalah bersumber dari berbagai sumber, data asset yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Asset Item

No	Kategori	Data	Pembuat
1	3D Model	Model Item Box 3D	Sahabat(Sahabat, 2018)
2	3D Model	Model Keyboard (Common, Rare, Epic, Legendary)	Penulis
3	3D Model	Model Monitor (Common, Rare, Epic, Legendary)	Penulis
4	3D Model	Model Mouse (Common, Rare, Epic, Legendary)	Penulis
5	3D Model	Model Mousepad (Common, Rare, Epic, Legendary)	Penulis
6	3D Model	Model Chair (Common, Rare, Epic, Legendary)	Penulis
7	3D Model	Model Desk (Common, Rare, Epic, Legendary)	Penulis
8	3D Model	Model Speaker (Common, Rare, Epic, Legendary)	Penulis

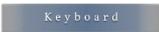
9	3D Model	Model CPU (Common, Rare, Epic, Legendary)	Penulis
10	Visual Effect	Charge Effect Item Box Open	Sherbb's Particle Collection (Alan Sherba , 2020).

3.2. User Design (Desain Pengguna)

3.2.2. List User Interface (UI) Asset 2D

Dalam perancangan fitur Item Box ini, *User Interface Asset* yang telah dibuat dan digunakan yaitu pada Tabel 2.

Tabel 2. *Asset UI 2D (Sprite)*

No	Nama	Gambar	Deskripsi
1	Background Image Item Box		Gambar untuk latar belakang pada fitur Item Box.
2	Pop Up Default		Gambar untuk berbagai Pop Up Panel Item Box.
3	Background Image Item Box		Gambar untuk Panel Inventory Panel Item Box.
4	Panel Detail Item	 	Gambar untuk Panel Detail Item.
5	Item Rarity Border "Common"		Gambar untuk Item Rarity Common.

6	Item Rarity Border "Rare"		Gambar untuk Item Rarity Rare.
7	Item Rarity Border "Epic"		Gambar untuk Item Rarity Epic.
8	Item Rarity Border "Legendary"		Gambar untuk Item Rarity Legendary.
9	Lock Item		Gambar untuk Item yang belum terbuka.
10	Button Icon		Gambar untuk setiap button yang ada pada Panel Pop Up.
11	Back Button		Gambar untuk Button Back pada menu Detail Item.

3.2.3 User Interface(UI) Prototype

Dalam perancangan fitur Item Box ini, *User Interface Prototype* yang ada terdapat 4 bagian yaitu sebagai berikut:

1. Menu utama

Rancangan bagian Menu Utama dapat dilihat pada Gambar 2 menunjukkan ilustrasi Rancangan *User Interface* Menu Utama.



Gambar 2. Menu utama

2. Item Box

Rancangan bagian *Item Box* dapat dilihat pada Gambar 3 menunjukkan ilustrasi Rancangan *User Interface Item Box* dan Gambar 4 menunjukkan ilustrasi rancangan *User Interface Item Box Pop Up*.



Gambar 3. Item Box Menu Prototype



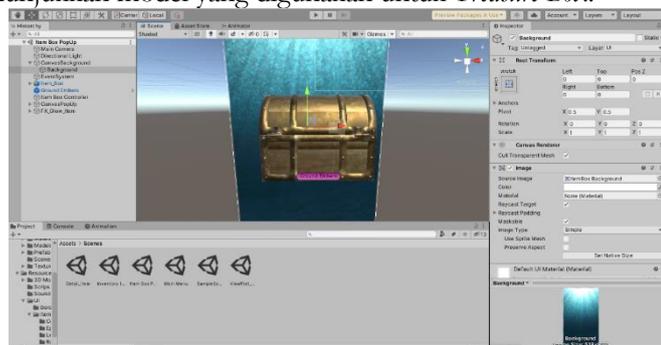
Gambar 4. Item Box Pop Up Panel Prototype

3.2.4. 3D Modeling

Dalam pengembangan fitur *Item Box* ini, 3D model yang digunakan di buat dengan blender dan untuk *Treasure Box* sendiri dibuat oleh Sahabat (Sahabat, 2018), berikut beberapa Model yang digunakan:

1. Treasure Box

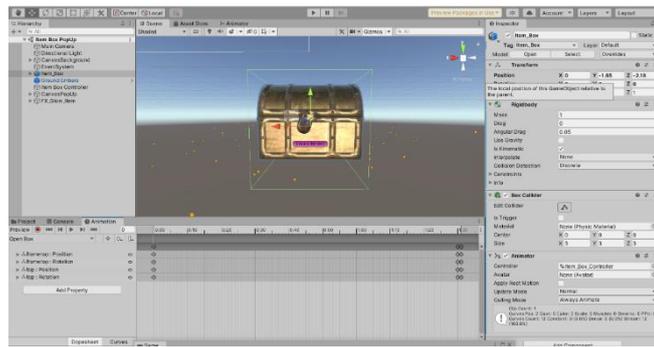
Model yang akan digunakan pada *3D Model Treasure Box* dalam fitur *item box*, model dapat dilihat pada Gambar 5 menunjukkan model yang digunakan untuk *Treasure Box*.



Gambar 5. 3D Model Treasure Box

3.2.5. Animation

Pembuatan *Animation* pada *Unity* dapat di lihat pada Gambar 6 menunjukkan pembuatan *Animation* yang digunakan untuk *Treasure Box Open*.

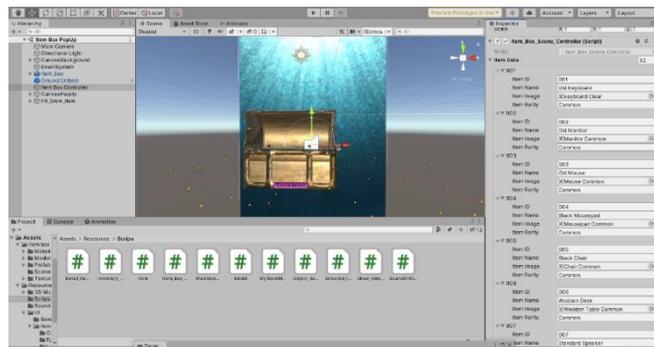


Gambar 6. Animation Open Item Box

3.3 Construction (Pembangunan)

3.3.1. List Item Class

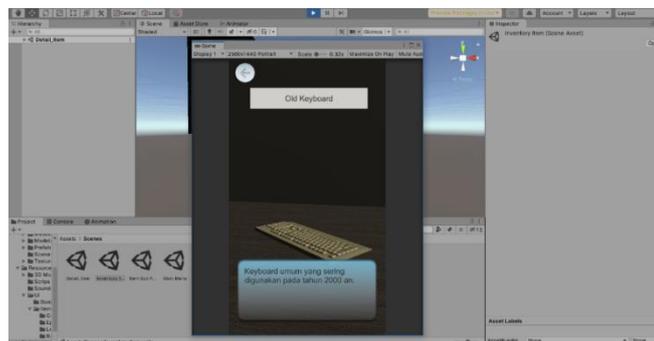
Implementasi untuk *List Item Class* yang digunakan pada setiap *Item Data* yang ada, seperti ditunjukkan pada Gambar 7 *Scene Item Box*.



Gambar 7. Scene Item Box.

3.3.2. Rotate Function

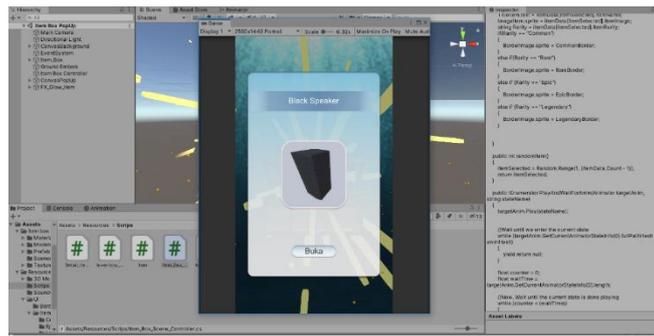
Implementasi untuk fungsi *Rotate 3D Model* yang digunakan pada setiap *Item Data* yang ada, seperti ditunjukkan pada Gambar 8 *Scene Detail Item*.



Gambar 8. Scene Detail Item.

3.3.3. Random Item Function

Implementasi untuk fungsi *Random Item* yang digunakan pada *Scene Item Box Pop Up*, seperti ditunjukkan pada Gambar 9 *Scene Detail Item*.



Gambar 9. Scene Detail Item.

3.4. Cutover

3.4.1. Pengujian Kualitas 3D Model

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah rekonstruksi pemodelan wajah sudah sesuai dengan kebutuhan. Pengujian ini dilakukan dengan pengujian kualitas, pengujian dilakukan oleh 12 orang mahasiswa dan 3 orang ahli/membidangi pemodelan 3D. Pertanyaan dan skor masing-masing dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian kualitas fitur *Item Box 3D Model*.

N O	PERTANYAAN	JAWABAN					RATA-RATA
		SS	S	N	T	ST	
					S	S	
		5	4	3	2	1	
1	Apakah model 3D sudah berformat <i>FBX</i> digunakan pada <i>Unity</i> .	15					5
2	Apakah objek bisa di render tanpa error	10	5				4,67
3	Bentuk model 3D sudah menyerupai bentuk asli	8	7				4,53
4	Tekstur pada kostum menyerupai bentuk asli	10	4				4,4
5	Apakah 3D model sudah terpasang material yang sesuai texture yang dibuat	9	6				4,6
6	Apakah hasil pemetaan tekstur UV dari objek rapi	10	5				4,67
7	Apakah 3D model sudah teroptimasi dengan baik untuk size file yang tidak begitu besar.	5	5	5			4
8	Apakah penamaan setiap komponen pada objek 3D sesuai dengan fungsinya	10	5				4,67
9	Apakah objek berada pada pusat origin (titik 0,0,0) (<i>default position</i>)	9	6				4,6

10	Apakah model 3D yang sudah di render tampak realistis atau mirip dengan aslinya	11	3	1	4,67
Rata-Rata / Jumlah Pertanyaan					4,58

$$\text{Jumlah} = \frac{\text{Nilai Kuisisioner} \times \text{Jumlah Responden}}{\text{Jumlah Responden}}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Jumlah}}{\text{Jumlah Pertanyaan}}$$

SS : 15

S : 7

N : 5

Berdasarkan hasil kuesioner yang sudah di uji kualitas multimedia diatas, maka dapat kita ketahui yang menjawab. Maka berdasarkan hasil uji kualitas pemodelan ii mendapatkan nilai 4,58 dari skala 5, maka masuk kategori acceptable yang artinya aplikasi dapat diterima.

3.4.2. Pengujian *Black Box Test Function*

Pengujian ini akan menguji beberapa komponen dari fungsi *Item Box* untuk mengetahui kelayakan dari fitur *Item Box* yang dibuat. Pengujian dilakukan oleh orang yang ahli/membidangi Unity Programmer atau berpengalaman dalam bidang pengembangan game. Pengujian ini juga dapat dikatakan sebagai expert testing. Expert Testing adalah pengujian kualitas yang dilakukan oleh orang ahli multimedia [10]. Data pengujian serta hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Daftar Nama Penguji *Black-Box Testing 3D Model*.

No	Nama	Pekerjaan	Perusahaan/ Instansi	Linkedin
1	Mackands Leonardo Octano	Unity Developer	ARKIDS	https://www.linkedin.com/in/mackands-leonardo-octano-b6a967153/

Tabel 5. Hasil pengujian kualitas fitur *Item Box*

No	Nama Fungsi	Uraian Uji Coba	Validitas		Skor
			Ya	Tidak	

1	Buka Peti <i>Item Box</i>	Fungsi klik membuka kotak peti dapat berjalan normal.	Y	100
2	<i>Button</i> klik suara	Fungsi klik <i>button</i> terdapat suara dan berfungsi norma.	Y	100
3	<i>Panel Pop Up Item Box</i>	Fungsi <i>panel pop up</i> pada kotak peti berjalan normal.	Y	100
4	<i>Panel List Item Inventory Item</i>	Fungsi <i>load data item inventory</i> berjalan normal dan dapat mengambil <i>data item</i> sesuai. Dari <i>image</i> dan <i>border rarity</i> .	Y	100
5	<i>Panel Pop Up Inventory Item</i>	Fungsi <i>panel pop up</i> pada <i>inventory item</i> berjalan normal.	Y	100
6	<i>Load 3D dan data Item</i> terpilih pada <i>Detail Item</i>	Fungsi <i>load 3d dan data item</i> terpilih pada <i>detail item</i> berfungsi dengan normal.	Y	100
7	<i>Button Back</i> pada <i>Detail Item</i>	Fungsi <i>Button Back</i> pada <i>Detail Item</i> berfungsi dengan normal.	Y	100
8	<i>Rotate Detail Item</i>	Fungsi <i>Rotate pada Detail Item</i> berfungsi dengan normal	Y	100
9	<i>Panel List Item My Room</i>	Fungsi <i>load data item inventory</i> berjalan normal dan dapat mengambil <i>data item</i> sesuai. Dari <i>image</i> dan <i>border rarity</i> .	Y	100
10	<i>Drag Move Item</i>	Fungsi menggerakkan <i>item</i> yang di sentuh ke arah yang diinginkan berfungsi dengan normal	Y	100
11	<i>Rotate Camera</i>	Fungsi memutar kamera berfungsi dengan normal	Y	100

	<i>Panel Pop Up</i>	Fungsi <i>pop up panel equip</i>		
12	<i>Equip & Remove Item Selected</i>	dan <i>remove</i> pada <i>My Room</i> berfungsi dengan normal	Y	100
		Fungsi <i>button equip</i> pada <i>My Room</i> berfungsi dengan normal		
13	<i>Button Equip</i>	<i>Room</i> berfungsi dengan normal	Y	100
		Fungsi <i>button remove</i> pada <i>My Room</i> berfungsi dengan normal		
14	<i>Button Remove</i>	<i>My Room</i> berfungsi dengan normal	Y	100
		Fungsi <i>button hide/show item list</i> pada <i>My Room</i> berfungsi normal		
15	<i>Button Hide/Show Item List Panel</i>	berfungsi normal	Y	100
		Fungsi <i>Button Rotate/Drag</i> pada <i>My Room</i> berfungsi normal		
16	<i>Button Rotate/Drag</i>	pada <i>My Room</i> berfungsi normal	Y	100

Berdasarkan hasil penilaian dari penguji Black-Box Test Uji Fungsi pada Fitur *Item Box* pada Game Virtual Academy didapatkan hasil sebagai berikut:

$$1) Y (Ya) = 16/16 \times 100\% = 100\%$$

$$2) T (Tidak) = 0/10 \times 100\% = 0\%$$

Dari hasil pengujian black-box testing diatas terlihat seluruh fungsi telah berjalan atau memberikan hasil yang baik dan berfungsi normal.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan pada pembuatan pemodelan Item Box pada Game Virtual Academic ini dapat ditarik kesimpulan diantaranya:

1. Penelitian ini telah menghasilkan sebuah assets 3D Item Box yang menggunakan aplikasi blender dan diimplementasikan fitur Item Box ke aplikasi unity 3D pada Game Virtual Academic.
2. Hasil pengujian 3D model dengan menggunakan pengujian kualitas multimedia menunjukkan bahwa 3D model yang dibuat terlihat nyata. Berdasarkan nilai yang diperoleh dengan rata-rata 4,58 skala 5 maka 3D model masuk kategori acceptable yang artinya System Usability Scale dapat diterima. Sedangkan untuk pengujian fitur menggunakan metode Black Box dengan menguji 16 Test case yang ada, seluruh fungsi berjalan dengan normal dan baik.

4.2. Saran

Pada penelitian ini, fitur Item Box pada Game Virtual Academic masih memiliki kekurangan. Sehingga untuk kedepannya perlu dilakukan pengembangan, beberapa hal yang menjadi saran untuk pengembangan pada fitur Item Box adalah fitur Item Box belum menempatkan pe-level-an pada setiap asset item, supaya user memahami tentang item yang dimiliki di fitur Item Box.

Daftar Pustaka

- [1] N. Pellas and S. Mystakidis, "A Systematic Review of Research about Game-based Learning in Virtual Worlds," *JUCS - J. Univers. Comput. Sci.*, vol. 26, no. 8, pp. 1017–1042, Aug. 2020, doi: 10.3897/jucs.2020.054.
- [2] & S. D. Arini, Yusuf Durrachman, "Visualisasi 3 Dimensi Sistem Peredaran Darah Manusia Menggunakan Teknik Low Poly dan Particle System," 2013.
- [3] V. Y. P. Ardhana, M. Sapi'i, and E. A. M. Sampetoding, "Web-Based Library Information System Using Rapid Application Development (RAD) Method at Qamarul Huda University," vol. 6, no. 1, p. 8, 2022.
- [4] A. R. Chrismanto, H. Budi, A. Wibowo, R. Delima, and R. Ariel, "Developing Agriculture Land Mapping using Rapid Application Development (RAD): A Case Study from Indonesia," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 10, no. 10, 2019, doi: 10.14569/IJACSA.2019.0101033.
- [5] F. O. Albalawi and M. S. Maashi, "Selection and Optimization of Software Development Life Cycles Using a Genetic Algorithm," *Intell. Autom. Soft Comput.*, vol. 28, no. 1, pp. 39–52, 2021, doi: 10.32604/iasc.2021.015657.
- [6] D. I. Sensuse, H. N. Rochman, S. Al Hakim, and W. Winarni, "Knowledge management system design method with joint application design (JAD) adoption," *VINEJ. Inf. Knowl. Manag. Syst.*, vol. 51, no. 1, pp. 27–46, Jan. 2020, doi: 10.1108/VJIKMS-10-2018-0083.
- [7] A. Walden, L. Garvin, M. Smerek, and C. Johnson, "User-centered design principles in the development of clinical research tools," *Clin. Trials*, vol. 17, no. 6, pp. 703–711, Dec. 2020, doi: 10.1177/1740774520946314.
- [8] "A Methodology for Incorporating Quality Assurance Practices during Software Development Life Cycle," *Int. J. Adv. Trends Comput. Sci. Eng.*, vol. 10, no. 3, pp. 2296–2301, Jun. 2021, doi: 10.30534/ijatcse/2021/1141032021.
- [9] S. M. Salve, S. N. Samreen, and N. Khatri-Valmik, "A Comparative Study on Software Development Life Cycle Models," vol. 05, no. 02, p. 6.
- [10] W. N. Cholifah, Y. Yulianingsih, and S. M. Sagita, "Pengujian Black Box Testing pada Aplikasi Action & Strategy Berbasis Android dengan Teknologi Phonegap," *STRING Satuan Tulisan Ris. Dan Inov. Teknol.*, vol. 3, no. 2, p. 206, 2018, doi: 10.30998/string.v3i2.3048.