

PEMBUATAN 3D KARAKTER DESAIN MENGGUNAKAN TEKNIK LOD UNTUK OPTIMASI PADA GAME MOBILE

Achmad Rizki Arianto¹⁾, Kusnadi²⁾, Suhadi Parman³⁾

^{1,2,3)}Desain Komunikasi Visual, Universitas Catur Insan Cendekia

¹⁾ahmad.arianto.dkv.20@cic.ac.id; ²⁾kusnadi@cic.ac.id; ³⁾suhadi.parman@cic.ac.id³

ABSTRACT

Games are interactive simulations that entertain while enhancing problem-solving and comprehension skills. The rapid advancement in gaming technology has transitioned games from 2D to 3D, providing a more immersive visual experience. However, mobile games face significant challenges due to the limitations of processors, GPUs, and memory, which affect the performance of 3D models. This study case applies the Level of Detail (LOD) technique to address these issues. The LOD technique reduces the complexity of 3D models based on viewing distance, thus optimizing device resource usage. In creating 3D character designs, the author employs a design thinking methodology for user data collection. This research aims to develop and implement the LOD technique for 3D character modeling in mobile games, to improve game efficiency and performance while maintaining visual quality. The conclusion of this study shows that the application of Level of Detail techniques and good 3D modeling can help game developers to maintain optimal use of device resources.

Keywords: 3D, Character, Design, Game, Optimization.

I. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman kebutuhan akan permainan semakin meningkat. Baik anak-anak maupun orang dewasa, banyak yang tertarik dengan permainan. Terdapat berbagai jenis permainan, mulai dari permainan tradisional seperti dakon hingga yang berbasis teknologi canggih, seperti game mobile yang sedang populer saat ini. Namun game mobile sering mendapati optimasi yang sulit karna keterbatasan kinerja performa dalam mengoprasikan permainan khususnya game mobile 3d. [1]

Game merupakan sebuah alat simulasi yang dapat menghibur serta secara bersamaan meningkatkan kemampuan pemahaman dan pemecahan masalah saat menghadapi rasa bosan. Game juga memberikan tantangan yang menarik bagi pemain, mendorong keingintahuan, dan memberikan dorongan untuk menjelajahi hal-hal baru. Dalam konteks ini, game dapat dianggap sebagai sarana untuk eksplorasi dan pembelajaran, di mana pemain atau pengguna dapat belajar melalui pengalaman simulasi yang disajikan oleh game tersebut. Seiring berkembangnya zaman, jenis-jenis game mulai semakin beragam dan mudah diakses melalui perangkat android, desktop dan virtual reality.

Jenis - jenis game ini mencakup berbagai kategori, mulai dari game *casual*, *battle royal*, *multiplayer online arena*, *role playing game*, *simulation*, dan *first person shooter* sehingga memungkinkan pengguna lebih banyak untuk memilih sesuai dengan preferensi dan gaya bermain mereka. [2]

Pada awalnya, industri permainan hanya memiliki opsi satu dalam pembuatan game yaitu 2D dimensi yang hanya memiliki tingkat sudut tinggi dan lebar saja. Namun, seiring perkembangan waktu, dunia virtual dalam permainan mulai berkembang ke 3D Dimensi yang menawarkan tingkat kualitas yang lebih mendalam dengan sudut tinggi, lebar, dan kedalaman (X,Y,Z) Tujuan utama dari 3D Dimensi adalah memberikan pengalaman imersif sepenuhnya kepada para pengguna. Sehingga banyak penggemar permainan menyatakan bahwa game 3D Dimensi lebih disukai karena keunggulan tertentu yang ditawarkannya. [3]

Pengembangan Pemodelan 3D pada game Industri berperan penting, karena game industri memiliki alur proses membangun simulasi objek yang biasa dikenal sebagai pemodelan 3D serta, untuk membuat suatu objek model 3D dibutuhkannya *device* berbasis komputer untuk menjalankan *software* atau

perangkat lunak 3D tersebut. Dalam game, industri umumnya memiliki beberapa jenis pemodelan 3D dan yang paling umum adalah, pemodelan karakter, pemodelan lingkungan, pemodelan alat peraga, *rigging animation*, dan *texturing shading*. [4]

Optimasi 3D adalah proses untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja model atau aset 3D dalam berbagai aplikasi, seperti permainan video, animasi, realitas virtual, atau aplikasi grafis lainnya. Tujuan utama dari optimasi 3D adalah untuk mengurangi jumlah data yang diperlukan untuk menggambarkan objek 3D tanpa mengorbankan kualitas visual atau estetika yang signifikan. Hal ini memungkinkan perangkat keras (seperti komputer atau konsol game) untuk memproses dan merender model 3D lebih cepat dan menggunakan lebih sedikit memori. [5]

Game mobile adalah permainan *video game* yang dirancang khusus untuk dimainkan di perangkat seluler seperti *smartphone* dan tablet. Game mobile sendiri memanfaatkan kemampuan perangkat seluler, termasuk layar sentuh, sensor gerak, kamera, dan konektivitas jaringan, untuk menawarkan pengalaman bermain yang bervariasi dan interaktif. Game mobile memiliki keterbatasan sumber daya dibandingkan dengan perangkat keras yang lebih kuat seperti PC atau konsol game. Ada beberapa alasan utama mengapa optimasi 3D sangat diperlukan dalam game mobile yaitu Prosesor, GPU dan Kapasitas Memori (RAM) yang terbatas. Maka demikian penelitian ini akan berfokus mengenai pembuatan 3d karakter menggunakan teknik LOD untuk optimasi pada game mobile untuk mengatasi masalah yang sering dialami pengembang atau *developer* game dengan menggunakan teknik pembuatan yang baik dan benar tanpa harus mengorbankan visual.

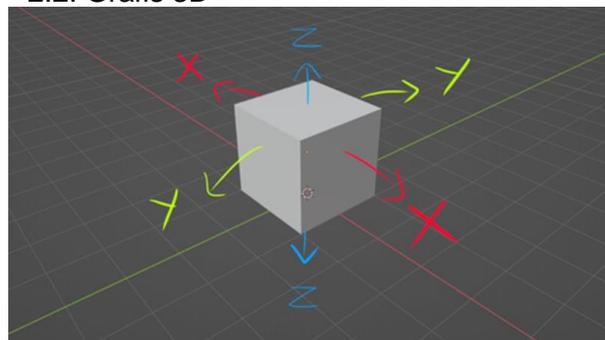
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Game

Game Merupakan sebuah permainan yang dimainkan diberbagai *platform, console*, aplikasi dan *device* hiburan. Ada banyak sekali tipe game yang sudah bermunculan khususnya yaitu game android bergenre *casual, rpg, moba, fps* maupun *virtual reality*. Game juga bisa disebut sebagai alat simulasi yang dapat menghibur serta secara bersamaan meningkatkan kemampuan pemahaman dan pemecahan masalah saat menghadapi rasa bosan. Game atau permainan memiliki sebuah

sistem di mana pemain terlibat dalam situasi yang ditentukan oleh aturan pembuat game. Tujuannya adalah untuk mencapai hasil tertentu dengan mengikuti serangkaian aturan game. Dalam game juga, pemain menggunakan strategi untuk mencapai tujuan akhir. Kesimpulannya bahwa game merupakan media yang berhubungan erat dengan pengguna sehingga, remaja dan dewasa banyak yang terhibur ketika bermain game. [6]

2.2. Grafis 3D



Gambar 1. Grafis 3 Dimensi

Grafis 3D adalah tampilan 3 dimensi yang memiliki sudut panjang lebar dan tinggi (X, Y dan Z) dimana dapat ditemukan diberbagai benda yang memroyeksikannya, umumnya grafis 3D dapat ditemukan pada console game, *virtual reality, handphone* dan *computer*. Dampak Grafis 3D telah mengubah cara pengguna bermain game, membuatnya lebih menarik dan realistis, membuat pengguna lebih merasa seolah benar-benar berada di dalam game. Hal ini membuat pengguna lebih terlibat dan senang untuk bermain. [7]

2.3. Karakter

Karakter adalah suatu object yang memiliki sifat dan visual terhadap konsep yang ditentukan. Ada beberapa hal yang perlu dirancang ketika membuat suatu karakter. [8]

a. Deskripsi Karakter

Pembentukan karakter dimulai dengan deskripsi yang menyeluruh tentang karakter tersebut, termasuk nama, umur, jenis kelamin, panggilan, kepribadian, dan sebagainya. Hal ini membantu para pengguna untuk memahami karakter secara mendalam.

b. Visual Karakter

Karakter dijelaskan dalam hal gaya gambar, kostum, dan ekspresi wajah. Gaya gambar yang diinginkan dengan konsep visual. Kostum karakter serta

menggunakan *tone* warna yang berbeda-beda untuk tiap karakter.

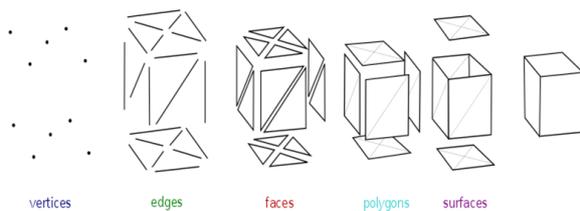
c. Preferensi Pengguna

Desain karakter juga melibatkan preferensi dan pendapat dari pengguna. Hal ini memastikan bahwa karakter yang diciptakan sesuai dengan selera dan harapan pengguna.

d. Penyesuaian

Karakter akan mendapati penyesuaian untuk mencocokkan dengan tema pada game yang sedang dirancang. Hal ini adalah tahapan *matching* atau proses desain untuk memenuhi kebutuhan tema dan sesuai dengan game yang akan dikembangkan.

2.4. 3D Modeling



Gambar 2. Component 3D Modeling

3D *Modeling* adalah cara untuk membuat gambar objek ke dalam bentuk digital yang tampak seperti nyata, baik itu bendamati atau hidup. Hal ini melibatkan membuat desain dan mengatur objek tersebut agar terlihat hidup dalam tiga dimensi. [9]

2.4.1. Komponen 3D Modeling

a. Vertex

Vertex merupakan titik sudut dalam membuat objek 3D. Gabungan *vertex* dapat membentuk *edge*. Oleh karena itu, *vertex* disebut juga sebagai komponen dasar.

b. Edge

Edge merupakan gabungan dari *vertex* yang dapat membentuk sebuah *polygon* tertutup. Untuk membentuk sebuah objek dapat dilakukan modifikasi garis *edge* tersebut.

c. Face

Gabungan *face* membentuk sebuah *polygon*. *Face* terbentuk dari gabungan *vertex* dan *edge*. *Face* juga merupakan elemen-elemen kecil berbentuk bidang segitiga.

d. Polygon

Polygon terbentuk dari gabungan *vertex*, *edge*, dan *face*. *Polygon* dapat

berbentuk segitiga, segilima, segiempat, dan lain-lain. *Polygon* disebut juga sebagai bidang tertinggi dan bidang persegi banyak pada permukaan objek yang dibatasi oleh beberapa *edge*.

e. Element

Element dimana elemen adalah kelompok *polygon* yang saling terhubung.

2.4.2. Teknik Modeling

a. Solid Geometry Modeling (Primitive)

Teknik pemodelan 3D ini menggunakan objek solid yang sudah ada pada standar *geometri*. Objek yang dimaksud adalah *box*, *sphere*, *cylinder*, *plane* dan objek standar lainnya.

b. Sculpt Modeling (Polygonal)

Pemodelan menggunakan teknik ini menyerupai hasil pahatan. Penggunaan teknik ini dimulai dari memilih bentuk pada standar *geometri* kemudian dikonversi menjadi *editable mesh* atau *editable poly* agar bentuk dasarnya bisa diedit kemudian bentuk dasar tadi disesuaikan dengan model yang diinginkan dengan melakukan *editing* pada *vertex*, *edge*, *face*, *poly*, *border*, atau elemen. Teknik ini dapat digunakan untuk membuat model dengan bentuk kompleks dalam waktu yang relatif cepat.

c. Curve Modeling (NURBS)

Fokus memanfaatkan kurva dan *surface* 3d, sesuai dengan singkatan dari NURBS itu sendiri *Non-Uniform Rational B-Spline*. Teknik ini memungkinkan modeler untuk membuat bentuk dengan kurva kerumitan tinggi, sehingga teknik ini menjadi standar modeling dalam pembuatan objek dengan permukaan kurva.

2.4.3. Texturing

Tekstur adalah bagian penting dalam pembuatan model 3D karena memberikan detail warna, kerutan dan pola karpet. Biasanya, model 3D memiliki warna abu-abu polos, jadi perlu menambahkan foto 2D untuk memberikan warna dan tekstur. Hal ini memerlukan langkah tambahan yang disebut tekstur 3D, yang mengubah warna dan sifat permukaan ke dalam model 3D secara keseluruhan. [10]

2.4.4. Rigging

Rigging dalam karakter 3D adalah proses di mana model dipersiapkan untuk di

animasikan. Hal ini melibatkan pembuatan struktur kompleks yang terdiri dari kontrol, dan kerangka sambungan yang memungkinkan animator untuk menggerakkan dan memanipulasi model sesuai kebutuhan. Secara sederhana, *rig* adalah serangkaian koneksi yang menghubungkan berbagai elemen dalam model, memungkinkan untuk menggerakkan dan mengubahnya. Dalam animasi 3D, *rigging* memainkan peran penting karena memberikan kemampuan kepada *animator* untuk menciptakan gerakan dan ekspresi yang realistis. [10]

2.4.5. Level of Detail (LOD)

Dalam Pembuatan 3D sangat penting memperhatikan LOD atau *Level of Detail*, LOD sendiri adalah tingkat detail yang digunakan pada game 3D, cara kerjanya adalah mengubah *mesh* yang dirender pada kamera ke jarak yang berbeda dan ditentukan. karena dengan menerapkan LOD akan meringankan kinerja pada suatu game, yaitu meringankan performa GPU *rendering* dan CPU pada *handphone* atau *desktop*. [11]

a. LOD0

Adalah bentuk 3D sempurna tanpa mengurangi detail *mesh* yang ada dan posisi render pada *object* tersebut. Hal ini bisa disebut sebagai 3D *Highpoly*.

b. LOD1

Adalah bentuk 3D yang sudah disederhanakan dari detail *mesh* yang ada tanpa merubah bentuk *object* yang sudah ditentukan. Hal ini bisa di sebut sebagai 3D *Lowpoly* dan akan diterapkan Ketika *object* berada tidak terlalu jauh dari *render* kamera.

c. LOD2

Adalah bentuk 3D yang sudah disederhanakan dengan tingkat yang paling rendah dari detail *mesh* nya. Hal ini akan diterapkan pada *object* yang paling jauh ketika *render* kamera.

2.5. Design Thinking

Design Thinking merupakan metode analisis data yang dapat memecahkan sesuatu masalah dan memberikan inovasi solusi, berfokus utama pada pengalaman yang dialami pengguna serta bersifat loop pengulangan. Ada 5 tahapan yang digunakan dalam design thinking yaitu *emphatize*, *define*, *ideate*, dan *test*. [12]

a. Emphatize

Memahami secara mendalam pengalaman dan kebutuhan pengguna melalui wawancara observasi dan interaksi langsung. Adapun beberapa metode pengumpulan data yaitu memakai *customer journey* dan *emphati map* kepada pengguna untuk mendapatkan detail lebih apa yang dibutuhkan dari pengalaman pengguna.

b. Define

Mengidentifikasi masalah yang ingin diselesaikan dengan jelas dan spesifik berdasarkan pemahaman yang mendalam tentang pengguna.

c. Ideate

Menghasilkan sebanyak mungkin ide solusi secara kreatif dan mengevaluasi kemungkinan solusi.

d. Prototype

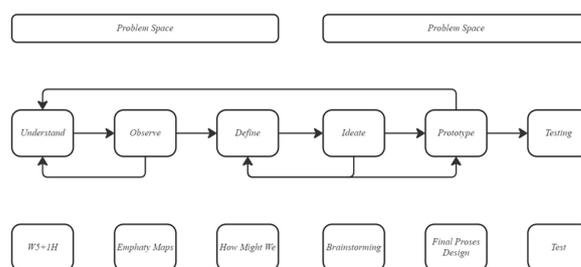
Membangun versi sederhana dari ide-ide tersebut untuk diuji, baik dalam bentuk visual maupun fungsional.

e. Testing

Menguji prototipe kepada pengguna untuk mendapatkan umpan balik langsung tentang efektivitasnya dalam memecahkan masalah yang diidentifikasi.

III. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian *Design Thinking*, menerapkan pendekatan kreatif dan solusi yang terfokus untuk merancang produk berdasarkan pemahaman mendalam tentang kebutuhan pengguna. Hal ini ada 6 tahapan dalam penelitian pembuatan 3D karakter desain menggunakan teknik LOD sebagai berikut.



Gambar 3. Skema Design Thinking Toolbox

Tahapan penelitian ini dimulai dengan fase *Understand*, yaitu memahami secara mendalam kebutuhan dan pengalaman pengguna serta *developer* game mobile melalui analisis data menggunakan metode

5W+1H berupa kuesioner primer dan sekunder. Setelah itu, pada tahap *Observe*, penulis melakukan pengamatan terhadap kebutuhan pengguna dalam desain karakter menggunakan metode *Empathy Maps*. Selanjutnya, pada tahap *Define*, penulis mendefinisikan masalah dan keluhan yang dihadapi pengguna serta merumuskan sudut pandang dan tantangan melalui pendekatan "how might we". Tahap berikutnya adalah *Ideate*, yaitu mengembangkan solusi melalui *brainstorming*, mengelompokkan ide, dan menyeleksi ide terbaik untuk desain karakter. Terakhir, pada tahap *Prototype* dan *Testing*, penulis membuat tampilan akhir dari desain karakter dan mengujinya pada *software game* untuk pengembangan lebih lanjut.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

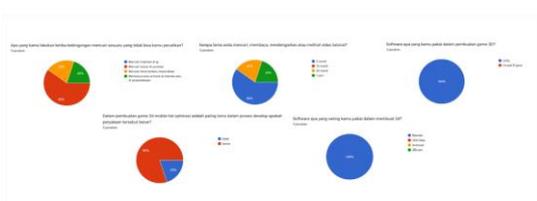
Pada bagian ini akan dimulai dari pembahasan, pembahasan yakni menjelaskan proses data riset menggunakan metode *design thinking* untuk memahami preferensi pengguna game mobile mengenai karakter yang diinginkan, yang nantinya akan disajikan dalam bentuk visual 3d. selanjutnya hasil penelitian berikut ini adalah *output visual* sekaligus saluran alur pembuatan karakter 3D dengan teknik Level of Detail (LOD).

4.1. Metode Design Thinking

4.1.1. Understand

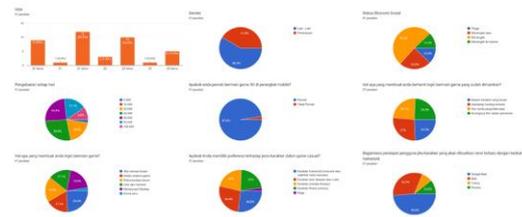
Tahap pertama dari proses ini adalah empati, yaitu memahami secara mendalam pengalaman, menggunakan analisis pengumpulan data 5W+1H kuesioner primer dan sekunder keinginan pengguna game serta kebutuhan game *developer mobile*.

a. Kuesione data primer (*game developer*)



Gambar 4. Analisis Data Primer

b. Kuesioner data sekunder (pengguna)



Gambar 5. Analisis Data Sekunder

Tabel.1 Analisis Data Primer dan Sekunder

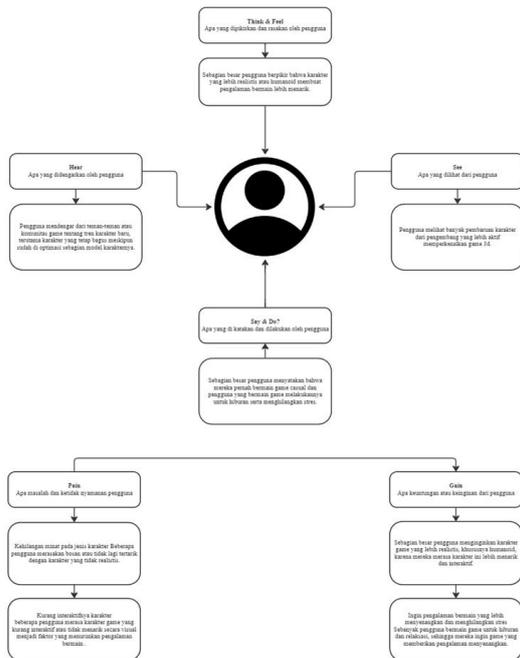
No	Primer	Sekunder
1.	Dari presentasi paling banyak <i>developer game</i> sering mencari inspirasi melalui youtube	Pengguna game mobile 3d dari kisaran umur 21 sampai dengan 23 tahun
2.	Melihat video selama 5 menit	Pengguna game mobile 3d ekonominya adalah menengah dapat disimpulkan menggunakan <i>smartphone</i> yang standar
3.	Menggunakan <i>software development unity</i>	Responden pengguna tidak menyukai <i>gameplay</i> yang kurang menarik
4.	Menggunakan <i>software 3d blender</i>	Aktifitas bermain game jika merasa bosan
5.	Semua responden menyatakan bahwa hal yang paling rumit dalam pembuatan game 3d adalah optimasi	Rata rata responden pengguna menyukai karakter yang <i>humanoid, cute</i> atau <i>toon</i> .

Dari kesimpulan yang sudah dikemukakan tabel diatas bahwa penentuan *output* dibagi menjadi dua, yang pertama *output* saluran kepada pengembang game dan yang kedua untuk pengguna game. untuk *output* saluran pengembang game akan dibuatkannya video sosialisasi terkait penggunaan dan pembuatan 3D karakter desain menggunakan teknik LOD, serta akan ikut dalam *session* uji coba, sedangkan *output* luaran untuk pengguna adalah tampilan hasil dari desain yang sudah dibuat berdasarkan pengalaman dan keinginan pengguna.

4.1.2. Observe

Pada tahap kedua selanjutnya masuk pada fase observasi dimana penulis

mengamati tentang kebutuhan pengguna pada karakter desain dengan menggunakan metode pengambilan data *Empathy Maps*.

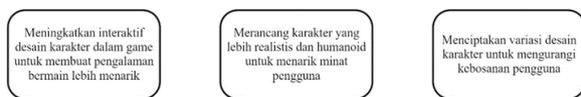


Gambar 6. *Empathy Maps*

4.1.3. *Define*

Pada tahap selanjutnya mendefinisikan apa saja keluhan atau permasalahan yang dialami oleh pengguna untuk karakter desain, merumuskan sudut pandang perspektif yang dihadapi dengan menggunakan tahapan *how might we*.

a. *How might we*



Gambar 7. *How Might We*

Setelah mendefinisikan pengalaman pengguna, selanjutnya menentukan tema visual dari definisi yang sudah tentukan.

b. Tema Desain

Tabel.2 Tema Desain

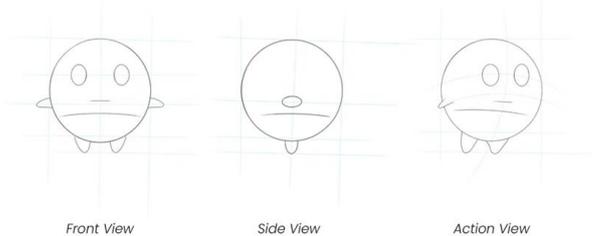
No	Tema	Penjelasan	Referensi
1.	<i>Modern</i>	Tema <i>modern</i> memberikan kesan yang segar dan futuristik.	

2.	<i>Toon</i>	Tema <i>toon</i> memberikan pengalaman yang lebih menarik dan dari segi visual yang dapat dinikmati oleh semua kalangan anak kecil hingga dewasa.	
3.	<i>Cute</i>	Desain yang lucu dan imut akan memberikan perhatian lebih terkait pengguna yang memainkannya.	

4.1.4. *Ideate*

Pada tahap *Ideate* adalah langkah menuju menemukan solusi, dengan bentuk *brainstorming*, mengelompokkan beberapa ide dan menyeleksi beberapa ide untuk desain karakter 3d yakni berupa sketsa dasar.

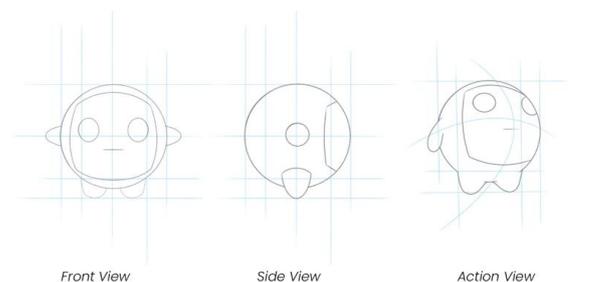
a. Sketsa dasar 1



Gambar 8. Sketsa Dasar 1

Pada pembuatan sketsa awal diatas ini, karakter desain memiliki bentuk sederhana yang mengikuti referensi game *eggy party*. secara keseluruhan sketsa pertama adalah sketsa pola dasar yang tidak memiliki *detailling* lebih terkait desainnya.

b. Sketsa dasar 2



Gambar 9. Sketsa Dasar 2

Pada gambar sketsa diatas ini adalah penggambaran sketsa yang memiliki tingkat lebih detail terkait desain yang dibuat.

4.1.5. *Prototype Test*

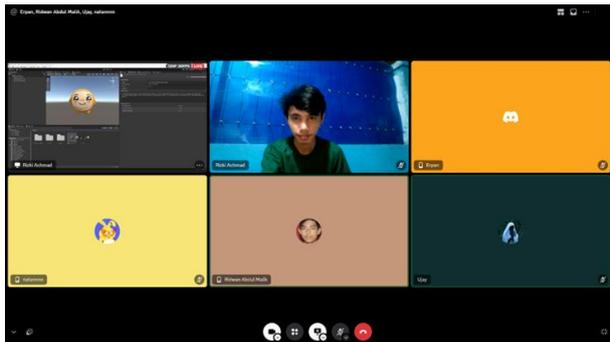
Tahap selanjutnya adalah *prototype* dan *test* yakni akan dibuatkannya tampilan hasil akhir dari konsep karakter desain yang akan diujikan terkait karakter desain menggunakan LOD kepada pengembang terkait performa yang dihasilkan dan pengguna terkait visual yang diberikan.

- a. Uji coba kepada *game developer* dan pengguna



Gambar 10. Pengujian Unity

Berikut ini adalah tampilan uji coba 3d karakter desain kedalam software unity.



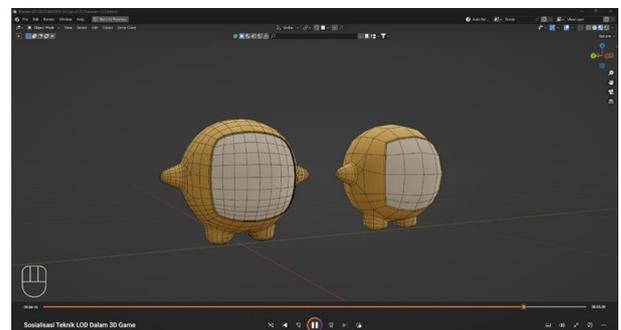
Gambar 11. Discord Meeting

Pada pada gambar diatas merupakan pengujian kepada pengembang dan pengguna terkait penerapan teknik LOD kedalam software *editing* game yakni unity. Dalam pengujian teknik LOD penelitian ini juga mendapati pernyataan responden terkait uji coba penerapan tersebut sebagai berikut.

Tabel.3 Pertanyaan

No	Pertanyaan	Jawaban
----	------------	---------

1.	Bagaimana kualitas visual dari karakter 3D pada level detail tinggi (LOD 0)?	
2.	Bagaimana kualitas visual dari karakter 3D pada level detail rendah (LOD 1)?	
3.	Apakah LOD mengoptimalkan performa game di perangkat mobile?	
4.	Seberapa mudah teknik LOD diintegrasikan dalam pengembangan game?	
5.	Bagaimana umpan balik umum dari pengujian tentang karakter 3D yang menggunakan teknik LOD?	



Gambar 12. Video Sosialisasi

Setelah melakukan pengujian kepada pengembang game, maka selanjutnya adalah pembuatan *output* saluran berupa video sosialisasi terkait penerapan desain karakter 3D menggunakan LOD agar informasi ini dapat ditinjau lebih jauh lagi bagi pengembang game di sosial media youtube.

4.2. Pengembangan Bentuk Visual

a. Sketsa penerapan kustomisasi Baju

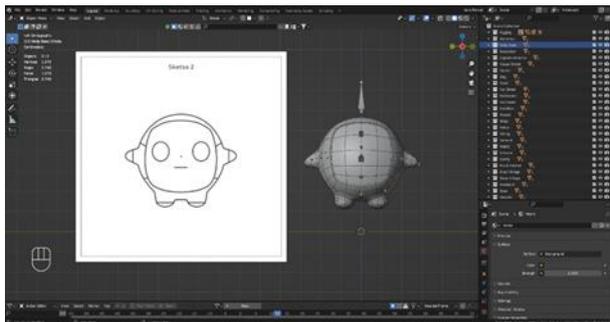
Pada tahap pertama membuat sketsa berdasarkan pola karakter yang sudah ditentukan.



Gambar 10. Sketsa Kustomisasi Baju

b. Modelling

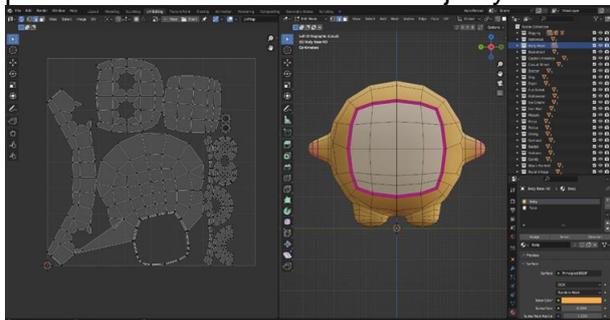
Pada tahap selanjutnya membuat pemodelan karakter body dasar yang nantinya akan diimplementasikan kesemua jenis karakter 3d yang akan dibuat.



Gambar 13. Modelling

c. Texturing

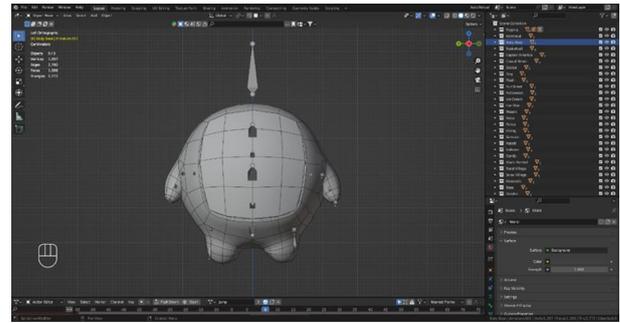
Pada tahap selanjutnya penerapan UV Map yaitu agar karakter 3d dapat diberi texture dengan sempurna dan agar mempermudah pembuatan texture karakter selanjutnya.



Gambar 14. Texturing

d. Rigging

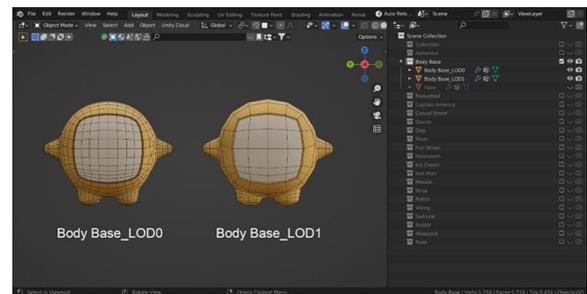
Pada tahap selanjutnya adalah penerapan rigging atau bisa disebut (tulang). proses ini agar mempermudah membuat gerakan pada karakter desain.



Gambar 15. Rigging

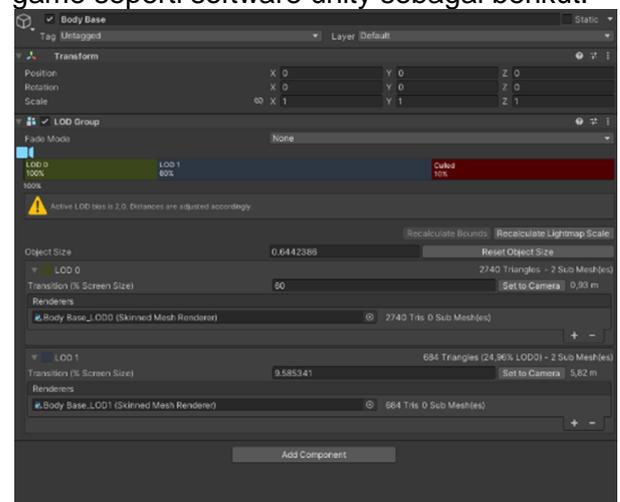
e. Penerapan teknik LOD

Pada tahap terakhir ini adalah implementasi Level of Detail pada software desain blender, yakni karakter yang sudah dibuat menyesuaikan tingkat detailnya (LOD) adalah tingkat detail 3D paling tinggi dan (LOD1) tingkat detail 3D paling rendah.



Gambar 16. LOD Blender

Implementasi LOD juga menggunakan penamaan, karena membantu dalam membuat 3d model agar otomatis membuat LOD grup ketika di implementasikan kedalam editing game seperti software unity sebagai berikut.



Gambar 17. LOD Unity

Pada gambar diatas ini adalah penerapan LOD yang sudah dibuat di software blender sebelumnya kedalam software unity. dapat dilihat penerappan LOD berhasil

diimplementasikan secara keseluruhan untuk editing game.



Gambar 18. Tampilan Desain

Pada gambar diatas ini merupakan tampilan hasil akhir desain 3d karakter yang sudah melewati semua proses pembuatan.

V. PENUTUP

Kesimpulan pada penelitian pembuatan karakter 3D menggunakan teknik *Level of Detail* (LOD) guna mengoptimalkan performa grafis dalam game mobile. Teknik LOD memungkinkan objek 3D untuk dirender dengan detail yang sesuai berdasarkan jarak dari kamera, mengurangi beban grafis dan meningkatkan efisiensi. Implementasi LOD terbukti efektif dalam mempertahankan kualitas visual karakter saat dipandang dekat, sambil mengurangi kompleksitas *mesh* saat objek berada jauh dari kamera, tanpa mengorbankan visual desain. Karakter yang dirancang juga disesuaikan dengan standar industri game dan segment pengguna, menggunakan *key visual* agar sesuai dengan *segment* pengguna serta menggabungkan elemen *highpoly* dan *lowpoly* untuk menyesuaikan kebutuhan visual dan performa perangkat mobile yaotu LOD untuk pembuat atau game *developer*.

Saran penelitian selanjutnya dapat memperdalam studi mengenai optimasi LOD yang memiliki *output* ke perancangan game 3D, terutama menghadapi masalah keterbatasan grafis dan memori lebih rendah ketika tahap pembuatan game untuk mobile. Dengan demikian, penerapan LOD dapat dipakai dan bisa lebih teruji dalam berbagai skenario perangkat untuk game 3 dimensi berbasis mobile android.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Rachman, A. Optimalisasi Java Sebagai Media Pembuatan Game Zuper Pantriers 3D Berbasis M3G.

- [2] Akbar. (2022). Pengertian Game dan Jenis-Jenisnya. Akbar Project. <https://akbarproject.com/pengertian-game-dan-jenis-jenisnya/>
- [3] Kaufman, F. (2023). Explaining 3D Games: Everything You Need to Know it. Vidmore. <https://www.vidmore.com/id/knowledge/3d-games/>
- [4] Games, R. (2023). 3D Modeling in the Gaming Industry – A Comprehensive Guide. RetroStyle Games. <https://retrostylegames.com/blog/3d-modeling-in-gaming-industry/>
- [5] Saputra, I. A., & Mahendra, I. M. (2015). Optimasi Lintasan Game Mekepung 3D Pada Engine Unity 3D. Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, 8(2).
- [6] Fadya, M., Sari, I. P., & Informatika, T. (2018). Modelling 3D dan Animating Karakter pada Game Edukasi" World War D" Berbasis Android. Multinetics, 4(2), 43-48.
- [7] Educa Studio. (2021). Pengaruh 3D pada Perkembangan Dunia Game | Berita | Gamelab Indonesia. Gamelab.ID. <https://www.gamelab.id/news/748-pengaruh-3d-pada-perkembangan-dunia-game>
- [8] Estidianti, B. R., & Lakoro, R. (2014). Perancangan karakter game visual novel "Tikta Kavya" dengan konsep visual bishonen. Jurnal Sains dan Seni ITS, 3(2), F49-F54.
- [9] Prasetyanto, A. A. B., & Hidayat, T. (2014). Analisis Dan Perancangan 3D Modelling Karakter Dan Background Game the Hero Of Majapahit Menggunakan Metode Subdivision Modelling & Digital Sculpting. Naskah Publikasi, 1-16.
- [10] Simamora, P. R., Zega, S. A., & Pratama, W. O. P. (2019). Perancangan 3D Modeling Kapal dan VFX Water Simulation Dalam Animasi 3D Berjudul" Blue & Flash". Journal of Applied Multimedia and Networking, 3(2), 53-57.
- [11] Apriansyah, M., & Harintaka, H. (2023). Pembuatan Model 3D Bangunan LoD3 Dengan Pemanfaatan Foto Udara dan Fotogrametri Terrestri. Geoid, 18(2), 243-252.

- [13] Fahrudin, R., & Ilyasa, R. (2021). Perancangan aplikasi "nugas" menggunakan metode design thinking dan agile development. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 8(1), 35-44.