

Analisis Produksi Aset 3D *Low-Poly* Pada Game 2.5D *Village Meow IGDx Bootcamp 2024*

Aisyah Beningsari Mahadi¹, Anis Rahmi²,
Teknik Informatika, Politeknik Negeri Batam
Teknologi Rekayasa Multimedia, Politeknik Negeri Batam

Article Info

Article history:

Received Jun 12th, 201x

Revised Aug 20th, 201x

Accepted Aug 26th, 201x

Keyword:

3D Asset Production

Low-Poly

GDLC

2.5D Game

3D Asset Production Pipeline

ABSTRACT

Penelitian ini berfokus pada pembuatan aset 3D *low-poly* menggunakan alur kerja *Game Development Life Cycle (GDLC)* yang dimodifikasi. Proses pengembangan dilakukan selama program *IGDx Bootcamp 2024* dan hanya mencakup pembuatan aset lingkungan 3D tanpa membahas elemen *gameplay*. Penelitian ini berkonsentrasi pada pembuatan aset 3D *low-poly* untuk lingkungan game 2.5D dengan fokus pada teknik *modeling*, *texturing*, dan optimasi performa. Metode kualitatif deskriptif menggabungkan wawancara dengan ahli dan pengujian performa dengan *Unity Profiler*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar aset memenuhi persyaratan visual dan teknis dengan rata-rata *triangle count* 15.000-20.000 untuk aset kompleksitas medium, meskipun beberapa aset perlu dioptimalkan untuk memenuhi kriteria *low-poly*. Penelitian ini menekankan pentingnya *pipeline* produksi aset 3D yang terstruktur untuk pengembangan game independen.

Copyright © 201x Institute of Advanced Engineering and Science.

All rights reserved.

Corresponding Author:

Anis Rahmi,

Informatics Engineerin,

Batam State Polytechnic,

Ahmad Yani St, Teluk Tering, Kec Batam Kota, Batam, Riau Island, 29461, Indonesia.

Email: anis@polibatam.ac.id

1. INTRODUCTION

Pertumbuhan industri produksi aset digital 3D telah mengalami pertumbuhan yang positif. Pasar global aset digital 3D diperkirakan akan tumbuh dari USD 28,3 miliar pada tahun 2024 menjadi USD 51,8 miliar pada tahun 2029, dengan *Compound Annual Growth Rate (CAGR)* sebesar 12,9% [1]. Pertumbuhan ini didorong oleh ekspansi pesat industri *gaming* dan *entertainment* yang semakin bergantung pada aset 3D berkualitas tinggi, dengan pasar teknologi *gaming* 3D diproyeksikan mencapai USD 34,5 miliar pada tahun 2024 [2].

Ekspansi pesat di sektor *gaming* dan *entertainment* bukan satu-satunya faktor yang mendorong pertumbuhan besar ini, tetapi juga oleh kemajuan signifikan dalam teknologi grafis 3D dan pengembangan *game engine*. Teknologi-teknologi ini memungkinkan *rendering real time*, animasi yang lebih kompleks, dan kreasi aset yang lebih efisien. Kemajuan dalam teknologi GPU yang lebih luas dari perangkat *virtual reality (VR)* dan *augmented reality (AR)* turut mendorong permintaan terhadap aset 3D berkualitas tinggi [3].

Ketergantungan industri terhadap aset 3D semakin terbukti dengan berkembang pesatnya ekosistem *marketplace digital*. Platform seperti *ArtStation Marketplace*, saat ini menyediakan lebih 98.000 produk aset game berkualitas untuk pengembangan game 2D dan 3D, menunjukkan tingginya permintaan dari *developer game* di seluruh dunia [4]. Pola pembelian di *marketplace* ini menunjukkan tren konsisten dimana selama dua tahun berturut turut, pada bulan mei mencatat penjualan aset game 3D tertinggi, dengan pembeli dari studio besar hingga *developer independen* [5]. Hal ini mengindikasikan bahwa aset 3D telah menjadi komponen fundamental dalam alur kerja game modern.

Di sisi lain, pengembang independen (*indie developer*) sering menghadapi keterbatasan sumber daya dibandingkan studio besar. Mereka harus memaksimalkan setiap investasi waktu dan dana karena dukungan

finansial dan tim yang terbatas. Kondisi ini menuntut kreativitas dan inovasi dalam pengembangan, sekaligus menjadi tantangan utama untuk menghasilkan *game* yang kompetitif [6]. Meskipun biaya pengembangan *game indie* bisa melebihi USD 1 juta, sebagian besar *developer indie* beroperasi dengan anggaran yang jauh lebih terbatas. [7]. Ini membuat efisiensi dalam produksi aset 3D sangat penting. Mereka perlu membuat aset 3D berkualitas tinggi dengan biaya terjangkau, dengan menggunakan alternatif perangkat lunak pemodelan 3D gratis seperti *Blender*.

Dalam konteks teknis desain 3D, pendekatan *low-poly modeling* telah menjadi solusi strategis yang memungkinkan optimisasi sumber daya tanpa mengorbankan kualitas visual yang signifikan. *Low-poly* merujuk pada *mesh* poligon dalam grafis komputer 3D yang memiliki jumlah poligon relatif kecil. [8]. Model *low-poly* lebih cepat dan murah untuk diproduksi, menjadikannya pilihan yang sangat baik untuk *developer indie* atau studio kecil dengan sumber daya terbatas. Teknik ini secara efektif mengoptimalkan sumber daya tanpa mengorbankan kualitas visual esensial, dengan *range poligon* yang umumnya berkisar antara 300-50.000 *triangles* tergantung pada kompleksitas objek.

Optimisasi model 3D untuk pengembangan game telah menjadi fokus penelitian akademik yang penting. Studi oleh peneliti di *IEEE Conference* [9] mengidentifikasi *workflow* optimisasi model 3D yang dapat meningkatkan performa *game VR* dan aplikasi *real-time* lainnya. Penelitian tersebut menekankan bahwa proses optimisasi harus mempertimbangkan *trade-off* antara detail visual dan performa komputasi, yang menjadi krusial dalam pengembangan game dengan target platform yang beragam.

Dalam konteks metodologi pengembangan, *Game Development Life Cycle (GDLC)* telah diidentifikasi sebagai *framework* yang efektif untuk mengelola kompleksitas pengembangan *game* [10]. *GDLC* mencakup tahapan inisiasi, pra-produksi, produksi, pengujian, dan rilis yang dapat diadaptasi untuk kebutuhan spesifik produksi aset 3D. *Framework* ini memungkinkan tracking progress yang terukur dan *quality assurance* yang konsisten sepanjang proses pengembangan.

Penelitian produksi aset 3D *low-poly* dalam pengembangan *indie game* masih memiliki gap signifikan dalam literatur akademik. Penelitian sebelumnya lebih fokus pada metode *GDLC* secara umum daripada *workflow* aset 3D secara khusus. Penelitian Afif, Alexandra dan Anwar meneliti pembuatan aset 3D *low-poly* yang mempertahankan bentuk arsitektur asli sambil mengoptimalkan jumlah poligon untuk efisiensi performa [11]. Setiawan dan Yusuf menunjukkan bahwa aset *low-poly* dalam game edukasi berbasis budaya tetap mendapat apresiasi baik dari pemain [12]. Namun belum ada penelitian yang secara khusus mengaitkan penerapan aset *low-poly* dengan tahapan produksi dalam metode *GDLC* yang diadaptasi untuk kebutuhan *environment assets*.

Penelitian ini menghadirkan kebaruan dengan menggabungkan pendekatan adaptasi metode *GDLC* dengan *3D Asset Production Pipeline* untuk menganalisis produksi aset 3D *low-poly* secara sistematis. Fokus penelitian adalah *environment assets* yang dikembangkan untuk konteks 2.5D *gaming*, dengan analisis berdasarkan lima indikator utama: validasi *workflow*, efisiensi proses produksi, kelayakan visual aset, efisiensi performa memori, dan klasifikasi kompleksitas aset. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi pengembang *indie* dalam mengoptimalkan produksi aset 3D dengan metodologi yang terstruktur dan terukur.

2. RESEARCH METHOD

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif untuk menganalisis proses produksi aset 3D *low-poly* dengan menerapkan *framework Game Development Life Cycle (GDLC)*, yang disesuaikan untuk alur kerja produksi aset dan *3D Asset Production Pipeline*.

2.1. Subject Penelitian

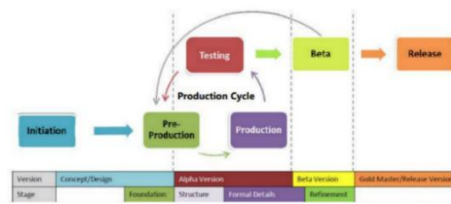
Enam aset *environment 3D low-poly* yang dikembangkan selama program *IGDX Bootcamp 2024* menjadi subject penelitian ini. Aset- aset ini dipilih berdasarkan Tingkat kompleksitasnya (*low*, *medium*, *high*) dan berfungsi sebagai elemen visual utama dalam game 2.5D. Tabel 1 menunjukkan rincian aset.

Tabel 1. Daftar Aset Penelitian berdasarkan Komplexitas

No	Nama Aset	Komplexitas	Estimasi Tris
1	Rumah Kiti	<i>Medium</i>	≤ 20.000
2	Rumah Bos Oyen	<i>High</i>	≤ 40.000
3	Rumah Luna	<i>High</i>	≤ 25.000
4	Rumah Smokey	<i>High</i>	≤ 30.000
5	Rumah Scratch	<i>Low</i>	≤ 10.000
6	Windmill	<i>Low</i>	≤ 2.000

2.2. Framework GDLC untuk Produksi Aset 3D

Game Development Life Cycle (GDLC) adalah model proses yang digunakan dalam pengembangan *game* untuk memastikan setiap tahap dikembangkan secara sistematis dan terstruktur. Model *GDLC* yang baru terdiri dari 6 fase pengembangan.



Gambar 1. Tahapan *Game Development Life Cycle (GDLC)*
(Sumber: Ramadan & Widyani, 2013)

Gambar 1 memperlihatkan tahapan *Game Development Life Cycle*. *GDLC* atau *Game Development Life Cycle* merupakan *Framework* pembuatan *game* yang diintegrasikan dengan *3D Asset Production Pipeline* untuk produksi aset *3D low-poly*. Salah satu versi *GDLC* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *GDLC* versi Rido Ramadhan, yang mencakup beberapa tahapan utama sebagai berikut:

1) Tahap Initiation

Tahap awal pembentukan konsep *game* meliputi genre, gaya visual, *audiens*, dan *gameplay*. Visi lingkungan ditetapkan dengan tema dan suasana yang diinginkan, didukung studi referensi untuk inspirasi gaya *low-poly*.

2) Tahap Pre-production

Fokus pada perencanaan detail melalui sketsa dan *blockout level design*. Penyusunan *asset list*, studi referensi detail, penetapan palet warna dan *moodboard*, serta spesifikasi teknis untuk optimasi performa.

3) Tahap Production

Pembuatan aset *3D low-poly* meliputi *modeling*, *UV unwrapping*, *texturing* dengan *vertex painting*, *set dressing*, pengaturan pencahayaan, penambahan efek visual, dan optimasi performa.

4) Tahap Testing

Pengujian fungsionalitas untuk mencari *bug*, pengujian performa *frame rate*, pengujian konsistensi visual, dan pengujian *gameplay* untuk memastikan lingkungan mendukung alur permainan.

5) Tahap Beta

Rilis *beta* untuk pengujian eksternal, pengumpulan *feedback* pengguna, dan iterasi perbaikan aset serta tata letak lingkungan.

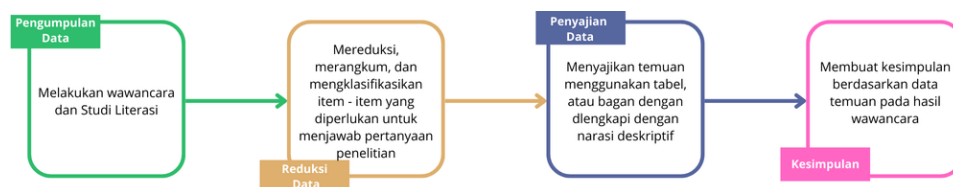
6) Tahap Release

Finalisasi dan pemolesan akhir, optimasi dan perbaikan *bug*, integrasi ke *build game final*, dan distribusi resmi kepada publik.

2.3. Instrumen Pengumpulan data

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis data *mixed-method* mengabungkan analisis kuantitatif dan kualitatif untuk memberikan evaluasi menyeluruh terhadap implementasi *Game Development Life Cycle (GDLC)* dalam produksi aset *3D*. Analisis kuantitatif mencakup parameter performa seperti jumlah *triangles*, penggunaan memori, *drawcall*, dan efisiensi *rendering*. Data teknis yang diperoleh dari *Unity Profiler* dan *Blender* juga digunakan untuk analisis kuantitatif.

Proses analisis data mengikuti model analisis data kualitatif Miles dan Huberman yang terdiri dari tiga tahapan utama: reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan [13]. Pada tahap reduksi data, seluruh rekaman wawancara yang telah ditranskripsi secara manual dikategorisasi berdasarkan lima tolok ukur evaluasi yang telah ditetapkan: (1) validasi *workflow* produksi, (2) efisiensi produksi aset, (3) kelayakan visual dan *quality control*, (4) efisiensi performa dan penggunaan memori, dan (5) klasifikasi kompleksitas aset *3D*.



Gambar 2. Flowchart analisis data

(Sumber: Aisyah Beningsari Mahadi, 2025)

Penelitian ini menggunakan metode triangulasi data untuk validasi silang antara data teknis objektif perangkat lunak dan evaluasi subjektif para ahli untuk memastikan validitas dan reliabilitas hasil analisis. Setelah membandingkan tujuan teknis yang ditetapkan dalam Dokumen *Desain Game (GDD)* dengan hasil produksi aset yang dicapai, transkrip wawancara dengan rekaman asli digunakan untuk validasi. Pada tahap akhir analisis, aset diklasifikasikan menurut tingkat kompleksitasnya (rendah, sedang, atau tinggi) dan pengaruh mereka terhadap performa keseluruhan sistem. Hasilnya kemudian digabungkan menjadi saran untuk mengoptimalkan proses produksi aset 3D untuk pengembangan *game*.

3.4 Instrumen Wawancara Ahli

Penelitian ini Menggunakan wawancara semi-terstruktur dengan empat narasumber dari industri *game* dan seni visual. Narasumber diberikan akses demo game "*Village Meow*" sebelum wawancara untuk evaluasi mendalam (<https://igdx-meng.itch.io/village-meow>). Instrumen wawancara ahli dirancang Pedoman Pertanyaan Wawancara Semi-Struktur untuk Evaluasi Aset 3D *Low-Poly*:

Tabel 2. Intrumen wawancara

Kategori Pertanyaan	Indikator Evaluasi	Pertanyaan Penelitian
Pendahuluan	Latar Belakang <i>Expertise</i>	Bagaimana pengalaman Anda dalam bidang 3D <i>modeling</i> untuk industri game? Bagaimana pandangan anda mengenai tren penggunaan aset 3D <i>low-poly</i> dalam <i>game</i> saat ini? Seberapa familiar Anda dengan <i>workflow Game Development Life Cycle (GDLC)</i> ?
Efisiensi Pembuatan	Teknik Optimasi Proses Produksi	Apa faktor utama yang menentukan efisiensi dalam produksi aset <i>low-poly</i> ? Bagaimana cara menentukan jumlah <i>face</i> , <i>polygon</i> , dan <i>tris</i> yang optimal?
Kelayakan Performa	Evaluasi <i>Quality control</i> dan standar Visual	Apa indikator utama dalam menilai kelayakan visual aset 3D <i>low-poly</i> ? Bagaimana cara menjaga keseimbangan antara <i>detail visual</i> dan keterbatasan teknis?
Evaluasi Performa	Optimaliassi memori dan performa	Bagaimana cara mengevaluasi efektivitas pengurangan memori dari aset yang dibuat? Bagaimana cara menjaga keseimbangan antara <i>detail visual</i> dan keterbatasan teknis?
Saran & Masukan	Referensi dan <i>case study</i>	Apa saran untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi? Adakah referensi atau studi kasus yang bisa menjadi acuan?

2.8 Narasumber Penelitian

Daftar narasumber yang terlibat dalam proses validasi dan evaluasi adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Daftar narasumber

No	Nama Narasumber	Jabatan / institusi	Peran dalam wawancara
1	Amirul Mu'minin	Dosen 3D, Praktisi aset 3D	Evaluasi menyeluruh metode GDLC
2	Muhammad Ilham	<i>Lead 3D Artist</i> <i>Hiscory Studio</i> , Mentor di <i>Infinite Learning</i>	Menilaian aspek teknis.
3	I Made Radhitya	3D Artist di <i>De Exsmad Studio</i>	Evaluasi efisiensi teknis dan kualitas visual.

Bagian ini menyajikan hasil analisis produksi aset 3D *low-poly* berdasarkan evaluasi teknis menggunakan *Unity Profiler*, *Blender Analytics*, dan validasi ahli melalui kuesioner terstruktur. Analisis difokuskan pada aspek teknis pembuatan aset, efisiensi produksi, dan kualitas visual yang dihasilkan.

3. RESULTS AND ANALYSIS

3.1. Tahap *Initiation*

Tahap *Initiation* merupakan fondasi pengembangan yang berhasil menetapkan konsep game secara komprehensif. Pada tahap ini, berhasil ditentukan genre *game life simulation adventure* 2.5D, target *audiens* remaja hingga dewasa muda (usia 13–30 tahun) yang menyukai *game cozy* dan naratif, dan *core gameplay mechanics* yang menjadi dasar pengembangan, yaitu eksplorasi, interaksi sosial antar karakter kucing. Visi lingkungan yang ditetapkan mengadopsi tema desa kucing dengan nuansa budaya Indonesia, dengan suasana hangat, damai, dan nyaman (*cozy*), namun menyimpan ketegangan tersembunyi karena pengaruh tirani Bos Oyen.

Tabel 4. Deskripsi Konsep *Game Environment*

No	Aspek	Keterangan
1	Judul Proyek	<i>Village Meow</i>
2	Genre	<i>Life Simulation Adventure</i> dengan elemen Naratif
3	<i>Style Visual</i>	Low-Poly 3D Environment dengan karakter 2D (2.5D)
4	Target <i>Audiens</i>	Remaja hingga dewasa muda (13–30 tahun), penyuka <i>game cozy</i> , naratif, dan santai
5	<i>Platfrom</i>	PC
6	Tema Lingkungan	Semi-Fantasi dengan nuansa Desa Tradisional Indonesia
7	<i>Gameplay Focus</i>	Eksplorasi, Interaksi Sosial, dan Manajemen Sumber Daya Ringan
8	<i>Technical Target</i>	60 FPS stabil, total <i>polycount</i> per aset utama di bawah 5.000 <i>tris</i> , <i>draw call</i> efisien, tekstur berukuran maksimal 512 x 512 untuk optimasi <i>mobile</i> .

Studi referensi menghasilkan koleksi 20+ sumber inspirasi dari game-game dengan gaya *low-poly* seperti game *paper mario*, *Born of Bread*, dan *Alto's Adventure*. Analisis kompetitor menunjukkan bahwa pendekatan *low-poly* efektif untuk menciptakan pengalaman visual yang menarik tanpa mengorbankan performa.

3.2. Tahap *Pre-Production*

Dalam tahap *pre-production*, berhasil diselesaikan perencanaan detail yang menjadi refrensi pembuatan aset 3D pengembangan 3D *house character low-poly*. *Character design* dikembangkan melalui 3 iterasi sketsa dan *concept art* untuk menguji *personality* dan *visual appeal* karakter rumah.

3.2.1 *House Character Design dan Proportions*



Gambar 3. *Height chart* Rumah Karakter
(Sumber: Tim Meng, 2024)

Gambar 2 menunjukkan *Height chart* rumah karakter Selama proses desain konsep, desain rumah karakter dibuat dengan tinggi 100 cm hingga 240 cm (skala dunia kucing), dan proporsi disesuaikan dengan karakteristik masing-masing penghuni. Komponen rumah seperti mata, telinga, dan warna atap dibuat untuk mencerminkan karakteristik karakter dan mendukung alur cerita visual dalam dunia *Village Meow*.

Tabel 5. Spesifikasi *House Character Design*

No	Aspek	Keterangan
1	<i>Character Personality</i>	<i>Friendly, Cheerful, Mysterious, Playful</i>
2	<i>House Style</i>	<i>Cottage, Treehouse, Indonesian Traditional</i>
3	<i>Size Ratio</i>	<i>Small (100–120 cm), Medium (140 cm), Large (220–240 cm)</i>
5	<i>Color Scheme</i>	<i>Warm, Pastel, Earthy</i>
6	<i>Architectural Style</i>	<i>Cartoon, Traditional Indonesian</i>

3.2.2 *Character Art Direction*



Gambar 4. *Moodboard dan Reference Environment*
(Sumber: Tim Meng, 2024)

Moodboard dan color palette ditetapkan menggunakan kombinasi kuning tanah (*warm yellow*), hijau lumut (*moss green*), coklat kayu (*wood brown*), dan biru pastel (*pastel blue*) yang menciptakan *personality cozy, cheerful*, dan ramah. Spesifikasi teknis ditetapkan dengan target maksimal 800 *polycount* per individual *component*, dan total *character polycount* tidak melebihi 3000 untuk menjaga performa optimal.



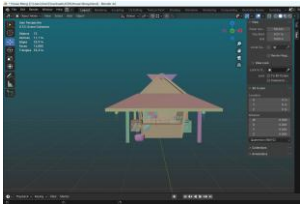
Gambar 5. *Moodboard dan Reference Rumah Kiti*
(Sumber: Tim Meng, 2024)

Gambar 5 menunjukkan moodboard dan referensi visual untuk desain Rumah Kiti. Rumah ini terinspirasi dari bentuk rumah tradisional Indonesia, dengan sentuhan elemen visual yang menyerupai karakteristik seekor kucing, seperti bentuk atap menyerupai telinga.

3.3. Tahap *Production*

Tahapan *Production* merupakan tahap eksekusi produksi aset melalui *3D Asset Production Pipeline* yang terintegrasi dengan prinsip *low-poly modeling* [14]. *Pipeline* produksi dirancang untuk mengoptimalkan *workflow* dari *modeling* hingga *final asset delivery* dengan mempertimbangkan *performance requirements game*.

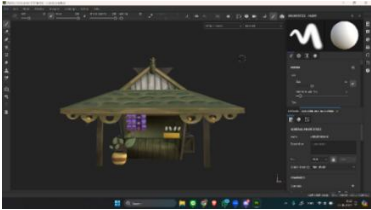
3.3.1 *3D Modeling*



Gambar 6. Pembuatan *3D modeling* rumah *Smokey*
(Sumber: Aisyah Beningsari Mahadi, 2024)

Gambar 6 menunjukkan tahap *3D modeling* Rumah *Smokey* menggunakan *Blender*. Proses dimulai dengan *mesh base* yang rendah kemudian ditingkatkan secara bertahap.

3.3.2 UV Unwrapping dan Texturing



Gambar 7. Texturing di adobe substance
(Sumber: Aisyah Beningsari Mahadi, 2024)

Gambar 7 menunjukkan Tahap *texturing* menggunakan *Adobe Substance Painter* dengan *implementation hand-painted workflow* yang tidak hanya memberikan *unique artistic character* tetapi juga *maintain file size efficiency* yang *critical* untuk *game performance*.

3.4. Tahap Testing

Tahap *Testing* merupakan Fase evaluasi komprehensif dimana setiap aspek teknis dan visual aset 3D rumah *low-poly* divalidasi secara sistematis. Proses *testing* meliputi pengujian performa *rendering*, *compatibility hardware*, dan *visual quality assessment* dalam berbagai kondisi *lighting*.



Gambar 8. Texturing di adobe substance
(Sumber: Aisyah Beningsari Mahadi, 2024)

Gambar 8 menunjukkan penerapan aset 3D dalam skenario *Unity*. Proses pengujian integrasi melibatkan validasi teknik melalui *Unity Profiler* untuk mengukur metrik kinerja nyata seperti jumlah tiga garis, penggunaan memori, panggilan *draw*, dan efek *rendering*, yang dapat dibandingkan dengan spesifikasi awal target.

3.4.1 Perangkat Uji Performa Teknis

Evaluasi performa teknis dalam penelitian ini menggunakan dua pendekatan utama untuk memastikan akurasi dan komprehensivitas pengukuran. *Unity Profiler Analysis* diimplementasikan sebagai instrumen primer untuk analisis performa *real-time*.

3.4.2 Analisis Teknis Aset 3D Low-Poly

Evaluasi teknis dilakukan terhadap enam aset 3D *low-poly* yang diproduksi dalam penelitian ini, Setiap aset dievaluasi berdasarkan parameter teknis kritis yang mencakup *triangle count*, *vertex count*, *file size*, *memory usage*, *UV coverage*, dan tingkat kompleksitas geometri.

Tabel 6. Hasil Evaluasi teknis 3D						
Nama Aset	<i>Triangel Count</i>	<i>Vertex Count</i>	<i>File Size (MB)</i>	<i>Memory Usage (GB)</i>	<i>Draw Calls</i>	Kompleksitas
Rumah Kiti	25.932	13.008	8.41	0.68	4	<i>Medium</i>
Rumah Bos Oyen	136.836	68.113	22	0.67	16	<i>High</i>
Rumah Luna	20.942	10.748	3.97	1.22	59	<i>High</i>
Rumah	41.250	21.026	4.58	0.65	4	<i>High</i>

Smokey						
Rumah	7.061	3.503	3.69	1.20	22	Low
Scratch						
Windmill	1.288	692	84.2	0.5	5	Low

Tabel 6 memperlihatkan hasil evaluasi teknis yang dilakukan terhadap 6 aset 3D *low-poly* yang di produksi dan analisis dalam penelitian ini. Data teknis menunjukkan variasi yang signifikan dalam kompleksitas aset, dengan *triangle count* berkisar dari 1.288 (*Windmill*) hingga 136.836 (Rumah Bos Oyen). *File size* bervariasi antara 3.69 MB hingga 84.2 MB, sementara *memory usage* berkisar dari 0.5 GB hingga 1.22 GB. Variasi ini mencerminkan pendekatan yang disesuaikan dengan fungsi dan kepentingan visual masing-masing aset dalam konteks *game environment*.

3.4.3 Temuan Spesifik

Klasifikasi kompleksitas dilakukan berdasarkan *triangle count*, dimana aset dengan kurang dari 10.000 *triangles* dikategorikan sebagai *low complexity*, 10.000-30.000 *triangles* sebagai *medium complexity*, dan lebih dari 25.000 *triangles* sebagai *high complexity*. Klasifikasi ini mengacu pada standar industri untuk *game development* dengan target *platform mobile* dan *desktop entry-level* yang memerlukan optimalisasi *performa* yang ketat.

Analisis draw calls mengungkapkan pola yang menarik dimana Rumah Luna memiliki jumlah draw calls tertinggi (59), diikuti Rumah Scratch (22), meskipun keduanya memiliki kompleksitas geometri yang relatif rendah. Hal ini mengindikasikan penggunaan material atau tekstur yang lebih kompleks dan beragam pada kedua aset tersebut. Sebaliknya, Rumah Kiti dan Rumah Smokey menunjukkan efisiensi yang baik dengan hanya 4 draw calls masing-masing, menunjukkan optimalisasi material yang lebih baik.

Memory usage menunjukkan pola yang tidak selalu berkorelasi dengan kompleksitas geometri. Rumah Luna dan Rumah Scratch memiliki memory usage yang tinggi (1.22 GB dan 1.20 GB) meskipun memiliki *triangle count* yang relatif rendah, mengindikasikan penggunaan tekstur beresolusi tinggi atau material yang lebih kompleks. Sebaliknya, Rumah Bos Oyen dengan kompleksitas geometri tertinggi hanya menggunakan 0.67 GB memori, menunjukkan optimalisasi yang sangat baik.

Secara keseluruhan, distribusi kompleksitas aset menunjukkan strategi desain yang beragam, dengan 50% aset dikategorikan sebagai *high complexity*, 16.7% sebagai *medium complexity*, dan 33.3% sebagai *low complexity*, mencerminkan keseimbangan antara kualitas visual dan *performance optimization* untuk berbagai kebutuhan *gameplay*.

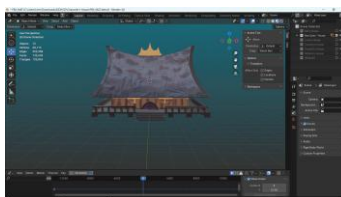
1. Rumah Kiti (*Medium Complexity*)



Gambar 9. Rumah Kiti *Modeling material*
(Sumber: Aisyah Beningsari Mahadi, 2024)

Proses pembuatan Rumah Kiti dimulai dengan pendekatan *block-out modeling* menggunakan *basic primitive shapes* (Gambar 9). Teknik *box modeling* diterapkan dengan *extrusion* dan *loop cuts* untuk membentuk struktur dasar bangunan.

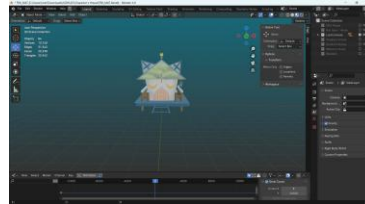
2. Rumah Bos Oyen (*High Complexity*)



Gambar 10. Rumah Bos oyen *Modeling material*
(Sumber: Aisyah Beningsari Mahadi, 2024)

Rumah Bos Oyen menggunakan pendekatan *architectural modeling* dengan fokus pada detail karakteristik yang mencerminkan *personality* karakter (Gambar 10). Proses *modeling* menggunakan *modular approach* dengan komponen-komponen yang dapat digunakan kembali seperti *window frames*, *door elements*, dan *decorative features*.

3. Rumah Luna (*High Complexity*)



Gambar 11. Rumah Luna *Modeling material*
(Sumber: Aisyah Beningsari Mahadi, 2024)

Produksi Rumah Luna menggunakan *organic modeling techniques* dengan *subdivision surface modifier* untuk menciptakan *curved surfaces* (Gambar 11). *Texturing workflow* menggunakan *Substance Painter* dengan *hand-painted base layers* dan *procedural details* untuk *weathering effects*..

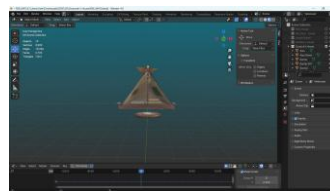
4. Rumah Smokey (*High Complexity*)



Gambar 12. Rumah Smokey *Modelin material*
(Sumber: Aisyah Beningsari Mahadi, 2024)

Rumah Smokey menggunakan *modular construction approach* dengan *reusable components* (Gambar 12). *Boolean operations* digunakan secara *strategic* untuk membuat *cutting details* pada struktur bangunan.

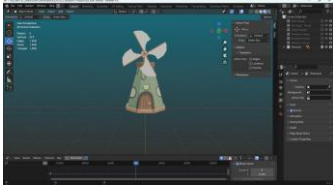
5. Rumah Scratch (*Low Complexity*)



Gambar 13. Rumah Scratch *Modeling material*
(Sumber: Aisyah Beningsari Mahadi, 2024)

Rumah Scratch menggunakan *minimalist modeling approach* dengan *geometric simplification* yang ekstensif (Gambar 13). *Texturing* menggunakan *flat color approach* dengan *minimal shading complexity*. *UV layout* dioptimalkan dengan *single texture sheet* untuk mengurangi *draw calls*.

6. Windmill (*Low Complexity*)



Gambar 14. *Windmill Modeling material*
(Sumber: Aisyah Beningsari Mahadi, 2024)

Windmill menggunakan *radial symmetry modeling* dengan *modifier-based approach* (Gambar 14). *Array modifier* dan *mirror modifier* digunakan untuk menciptakan *blade geometry* yang *consistent*.

3.4.3 Hasil Analisis Komparatif *Feedback Ahli*

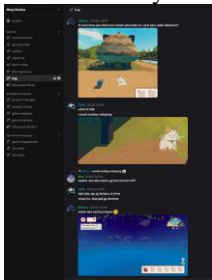
Tabel 7. Hasil Analisis Komparatif *Feedback Ahli*

Aset	Amirul Mu'minin (Dosen/Praktisi)	Muhammad Ilham (Lead 3D Artist)	I Made Wahyu (3D Artist)	Konsensus Rekomendasi
Rumah Kiti	Sebaiknya dijadikan <i>single asset</i> . Jangan dibuat terlalu detail di bagian dalam karena tidak terlihat.	<i>Hand-painted texturing</i> sudah bijak dalam memilih teknik efisiensi dan <i>art style</i> .	Secara visual sudah oke, namun perlu pengecekan topologi lebih detail untuk memastikan efisiensi tris..	Optimasi: Hapus <i>geometry</i> tersembunyi, implementasi <i>modular design</i> , <i>review</i> topologi <i>detail</i>
Rumah Bos Oyen	<i>Triangle count</i> 8000+ terlalu tinggi untuk <i>low- poly</i> . Harus dikurangi ke maksimal 5000. Perlu <i>decimation</i> di <i>Blender</i> .	Perlu pengecekan detail topologi karena tidak bisa memastikan efisiensi tanpa melihat <i>wireframe</i> .	Perlu pengecekan profiler <i>Unity</i> untuk melihat dampak sebenarnya terhadap performa.	Critical: Review dengan <i>Unity Profiler</i> , <i>retopology</i> <i>urgent</i> , optimasi berdasarkan data performa aktual
Rumah Luna	Bagian belakang yang tidak terlihat bisa dihapus.	Secara visual sudah oke, namun perlu dokumentasi tris count untuk memastikan efisiensi.	<i>Art style</i> sudah sesuai dengan konsep <i>low-poly</i> , namun perlu memastikan <i>draw calls</i>	Baik: Optimasi <i>occluded geometry</i> , manajemen <i>draw calls</i> , <i>maintain art style consistency</i> .
Rumah Smokey	Tidak ada masalah signifikan, asal <i>triangle count</i> tetap dikontrol dalam batas maksimal 5000.	Perlu evaluasi apakah ada aset yang tidak terpakai di scene.	Perlu dipastikan workflow aset dapat di-reimport dengan baik untuk kolaborasi tim tanpa merusak scene arrangement.	Acceptable: Monitor <i>triangle count</i> , implementasi workflow yang mendukung tim kolaborasi
Rumah Scratch	Sudah efisien secara visual dan performa.	Contoh <i>workflow</i> yang baik..	Paling efisien dari segi <i>art style</i> dan teknis.	Excellent: <i>Benchmark</i> untuk aset <i>low complexity</i> lainnya, <i>template</i>

				untuk aset serup.
Windmill	<i>Triangle count</i> sudah sesuai standar <i>low-poly</i> .	Perlu memastikan tidak ada <i>geometry</i> yang tidak terlihat kamera, terutama bagian dalam yang tidak diperlukan.	Sebagai <i>landmark</i> sudah cukup ikonik.	Good: Optimasi setup animasi, maintain sebagai landmark visual, <i>monitor rendering impact</i>

3.5. Tahap Beta

Tahapan *Beta* merupakan Fase *integration testing* dimana aset 3D rumah diuji dalam konteks *gameplay* sesungguhnya dengan melibatkan *end-users* atau *beta testers*. Aset dievaluasi dari perspektif *player experience*, *visual harmony* dengan *environment* lainnya.



Gambar 15. Bug internal
(Sumber: Aisyah Beningsari Mahadi, 2024)

Gambar 15 menunjukkan proses *bug internal* di mana tim melakukan pengujian internal untuk mengidentifikasi dan memperbaiki masalah-masalah yang ditemukan dalam *game*.

3.6. Tahap Release

3.6.1 Final Optimization

Tahapan *Release* merupakan Tahap finalisasi dimana aset 3D rumah *low-poly* telah mencapai *production-ready status* dan siap untuk *deployment* ke *end-users*. Proses ini melibatkan *final packaging*, *platform-specific optimization*, dan *preparation* untuk *distribution* melalui berbagai *channels*.

3.6.2 Quality Assurance Final

Tahapan *Release* merupakan Tahap finalisasi dimana aset 3D rumah *low-poly* telah mencapai *production-ready status* dan siap untuk *deployment* ke *end-users*.



Gambar 16. Release demo game di itch.io
(Sumber: Aisyah Beningsari Mahadi, 2024)

Gambar 16 menunjukkan *Game Village Meow* dipublikasikan dalam bentuk demo di platform itch.io sebagai *strategic approach* untuk *market validation* dan *community engagement*.

4. CONCLUSION

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa implementasi *framework Game Development Life Cycle (GDLC)* yang diintegrasikan dengan *3D Asset Production Pipeline* terbukti efektif dalam mengoptimalkan produksi aset 3D *low-poly* untuk pengembangan *game indie*. Evaluasi *feedback* ahli mengkonfirmasi bahwa teknik *hand-painted texturing* yang diterapkan sudah sesuai dengan *art*

style low-poly dan memberikan efisiensi yang baik dalam penggunaan sumber daya. Temuan ini memberikan kontribusi praktis bagi komunitas pengembang indie dalam mengoptimalkan produksi aset 3D dengan metodologi yang terstruktur dan terukur.

DISKUSI

Hasil penelitian menunjukkan Implementasi *framework GDLC* yang diadaptasi untuk produksi aset 3D menunjukkan hasil yang positif, sejalan dengan temuan Hristov et al. [15] yang menekankan pentingnya *workflow* terstruktur dalam pengembangan *aset game*. Tahapan yang jelas dari *initiation* hingga *release* memberikan *quality gates* yang memungkinkan kontrol kualitas yang konsisten. Namun, penelitian ini menemukan bahwa adaptasi *GDLC* memerlukan modifikasi khusus untuk mengakomodasi kebutuhan spesifik produksi aset 3D, terutama dalam tahap *production* yang memerlukan *sub-fase* yang lebih detail untuk *modeling*, *texturing*, dan *optimization*.

REFERENCES

- [1] Markets and Markets, "3D Digital Asset Market - Global Forecast to 2029," Online 2024. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/3d-digital-asset-market-109920847.html> (accessed June 24, 2025).
- [2] Research Nester, "3D Gaming Technology Market - Historic Data (2019-2024), Global Trends 2025, Growth Forecasts 2037," Online 2025. <https://www.researchnester.com/reports/3d-gaming-technology-market/6876> (accessed June 24, 2025).
- [3] Grand View Research, "3D Digital Asset Market Size, Share & Trends Report, 2030," Online 2024. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/3d-digital-asset-market-report> (accessed June 24, 2025).
- [4] ArtStation, "3D Assets - Game Development," *ArtStation Marketplace* n.d. <https://www.artstation.com/marketplace/game-dev/assets/3d> (accessed June 24, 2025).
- [5] CGTrader, "What Game Developers Are Buying Right Now: Trends in 3D Asset Demand," *CGTrader Blog* 2025. <https://www.cgtrader.com/blog/what-game-developers-are-buying-right-now-trends-in-3d-asset-demand> (accessed June 24, 2025).
- [6] HowToGeek, "What Indie Game Developers Want You To Know in 2024," 2024. <https://www.howtogeek.com/what-indie-game-developers-want-you-to-know-in-2024/> (accessed June 24, 2025).
- [7] Ediiie, "Budgeting Your Indie Game in 2024: Development Cost Insights," 2024. <https://www.ediie.com/blog/indie-game-development-cost/> (accessed June 24, 2025).
- [8] Keleşoğlu MM, Özer DG, "A Study on Digital Low Poly Modeling Methods as an Abstraction Tool in Design Processes," *Civil Engineering and Architecture*, Vol.9(7), 2021.
- [9] Silva PP e, Ruas VHC, Oliveira GCD, Martinelli TF, de Oliveira AVM, Schimidt MQ, et al., "Workflow to Optimization of 3D Models for Game Development," 2018 *20th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)*, IEEE, p. 225–9, 2019. <https://doi.org/10.1109/SVR.2018.00041>.
- [10] Ramadan R, Widyani Y, "Game development life cycle guidelines," 2013 *International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)*, IEEE, p. 95–100, 2013. <https://doi.org/10.1109/ICACSIS.2013.6761558>.
- [11] Afif RT, Alexandra QM, Anwar AA, "PERANCANGAN 3D MODELLING ENVIRONMENT LOW POLY RUMAH ADAT KAMPUNG NAGA KABUPATEN TASIKMALAYA," *Jurnal PATRA* vol 6, 2024.
- [12] Fitriyani Asiqin GR, Sumaryana Y, Hidayat CR, "GAME EDUKASI PEMBELAJARAN BUDAYA FLORES BERBASIS ANDROID DENGAN MENGGUNAKAN METODE GAME DEVELOPMENT LIFE CYLCE (GDLC)," *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, Vol 13, 2025. <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i1.5917>.
- [13] Miles MB, Huberman AM, "Analisis data kualitatif: buku sumber tentang metode-metode baru," Jakarta: UI-Press, 1992.
- [14] Perez E, "The design of indie games, a different paradigm," *Thesis for Doctoral* 2019.
- [15] Hristov G, Kinaneva D. A, "Workflow for Developing Game Assets for Video Games," 2021 *3rd International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)*, IEEE, p. 1–5, 2021. <https://doi.org/10.1109/HORA52670.2021.9461355>.