

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan game modern menuntut pengembang game untuk meningkatkan kualitas visual yang tinggi. *Unreal Engine 5* menyediakan berbagai fitur rendering yang mendukung penciptaan visual realistis secara *real time*. Penerapan fitur tersebut dengan jumlah objek yang sangat tinggi dapat memberikan dampak performa yang buruk, khususnya pada aspek *frame rate* dan proses rendering, oleh karena itu memerlukan optimasi yang tepat supaya kualitas visual tetap seimbang dengan performa sistem [1].

Pada lingkungan gudang logistik yang memiliki ribuan objek statis dan digunakan secara berulang dalam satu level, jika ribuan objek tersebut dirender secara individual tanpa teknik optimasi geometri yang sesuai, jumlah *Draw call* akan meningkat secara drastis yang dapat membebani CPU. Kondisi ini dapat mempengaruhi penurunan *frame rate* dan ketidakstabilan *Frame Time*. Pendekatan optimasi seperti *geometry instancing* dan virtualisasi geometri melalui *Nanite* relevan untuk mengatasi permasalahan tersebut [2].

Unreal Engine 5 memperkenalkan *Nanite* sebagai teknologi virtualisasi geometri yang dirancang untuk mengatasi aset yang memiliki poligon tinggi tanpa memerlukan pembuatan *Level of Detail* secara manual dan melelahkan. Meskipun *Nanite* memberikan kemudahan dalam pengelolaan aset 3D, efektivitas penggunaan fitur ini pada scene dengan ribuan objek statis masih perlu dianalisis dari sisi performa rendering dan *Draw calls* [2]. Selain itu, sistem pencahayaan dinamis *Lumen* yang dapat memberikan kualitas visual tinggi memiliki biaya komputasi yang besar [3], agar aplikasi tetap dapat berjalan stabil pada berbagai spesifikasi perangkat, diperlukan sistem pengaturan grafis yang memungkinkan pengguna mengganti metode tersebut sesuai kebutuhan.

Selain optimasi geometri dan kontrol pencahayaan, *anti aliasing* dan *upscaling* juga berperan penting dalam menjaga performa rendering. Teknologi ini melakukan proses rendering pada resolusi internal yang lebih rendah, kemudian ditingkatkan kualitas visualnya untuk mencapai keseimbangan antara performa dan kualitas gambar. Pendekatan ini relevan dalam pengembangan game modern guna mendukung berbagai spesifikasi perangkat keras pengguna [4]. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mengkaji penerapan teknik optimasi rendering dan pengaturan grafis pada *Unreal Engine 5* serta dampaknya terhadap performa game secara terukur.

Penelitian ini berfokus pada implementasi optimasi level pada Unreal Engine 5 dengan membandingkan kedua kondisi yaitu kondisi *unoptimized* dan kondisi *optimized* secara kuantitatif. Pengukuran ini dilakukan menggunakan pembuatan sistem *in game benchmark* yang merekam beberapa metrik seperti *FPS*, *Frame Time*, *1% Low*, *VRAM*, serta utilisasi CPU dan GPU, yang kemudian disimpan ke dalam variabel lalu diekspor ke dalam format *CSV* dan *JSON* untuk dianalisis. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan memberikan bukti terukur mengenai dampak penerapan *HISM/PLIB* dan *Nanite* pada berbagai *preset* grafis, serta menjadi acuan dalam pengambilan keputusan optimasi. Sebagai gambaran, pada pengujian awal kondisi *unoptimized* (U-1, *preset Epic*), *FPS* rata-rata hanya sekitar 8 *FPS* dengan nilai *1% low* sekitar 2,5 *FPS*, sehingga jauh dari target kelancaran gameplay.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan teknik *Geometry Instancing* dan *Nanite* untuk mengoptimalkan rendering ribuan aset statis pada lingkungan game di *Unreal Engine 5*?
2. Bagaimana merancang dan menerapkan sistem *Graphics Scalability* yang memungkinkan pengguna menyesuaikan kualitas grafis secara dinamis pada *Unreal Engine 5*?

3. Seberapa besar peningkatan performa yang dihasilkan setelah penerapan metode optimasi tersebut yang diukur melalui *Frame Rate*, *Frame Time*, *VRAM*, *CPU*, *GPU*, dan efisiensi *Draw calls*?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus, batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Game engine yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada Unreal Engine versi 5.6.
2. Objek penelitian dibatasi pada level permainan (game level) dengan densitas objek statis tinggi, dengan studi kasus lingkungan gudang logistik.
3. Teknik optimasi yang diteliti dibatasi pada *Geometry Instancing* menggunakan *Hierarchical Instanced Static Mesh (HISM)*, *Nanite Virtualized Geometry*, dan *Occlusion Culling*.
4. Lingkup optimasi aset hanya mencakup implementasi fitur *Nanite* dan *Packed Level Instance Blueprint (PLIB)* untuk pengelolaan *HISM*. Pembahasan teknis dibatasi pada konfigurasi dan penggunaan di dalam engine, tidak mencakup analisis cara kerja sistem rendering tersebut secara mendetail.
5. Sistem pengaturan grafis dibatasi pada *Graphics Scalability* bawaan Unreal Engine, dengan tingkat kualitas *Low*, *Medium*, *High*, dan *Epic*.
6. Sistem pencahayaan dan refleksi dibatasi pada fitur *Lumen Global illumination* dan *Screen Space Reflections (SSR)*.
7. Teknologi *upscaling* dianalisis sebagai bagian dari sistem pengaturan grafis.
8. Parameter kinerja yang diukur dan dianalisis meliputi *Frame Per Second (FPS)*, *Frame Time (ms)*, Utilisasi *CPU* dan *GPU*, Penggunaan *VRAM*, serta jumlah *Draw calls*.
9. Pengujian performa dibatasi pada platform *PC*.
10. Implementasi teknis pembuatan antarmuka pengguna (*User Interface*) dan logika skrip (*Blueprint*) untuk menu pengaturan grafis tidak dijabarkan secara mendetail, melainkan hanya difokuskan pada logika fungsional.

11. Setiap skenario pengujian dilakukan sebanyak satu kali tanpa pengulangan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh penerapan teknik optimasi aset berupa *Geometry Instancing* (HISM), *Nanite*, dan *Occlusion Culling* terhadap beban rendering pada scene dengan densitas objek statis tinggi.
2. Mengevaluasi efektivitas sistem *Graphics Scalability* dalam menjaga keseimbangan antara kualitas visual dan performa rendering game.
3. Membandingkan performa rendering antara scene sebelum dan sesudah optimasi berdasarkan parameter *Frame Per Second (FPS)*, *Frame Time (ms)*, VRAM, CPU, GPU, dan jumlah *Draw calls*.

1.5 Manfaat Penelitian

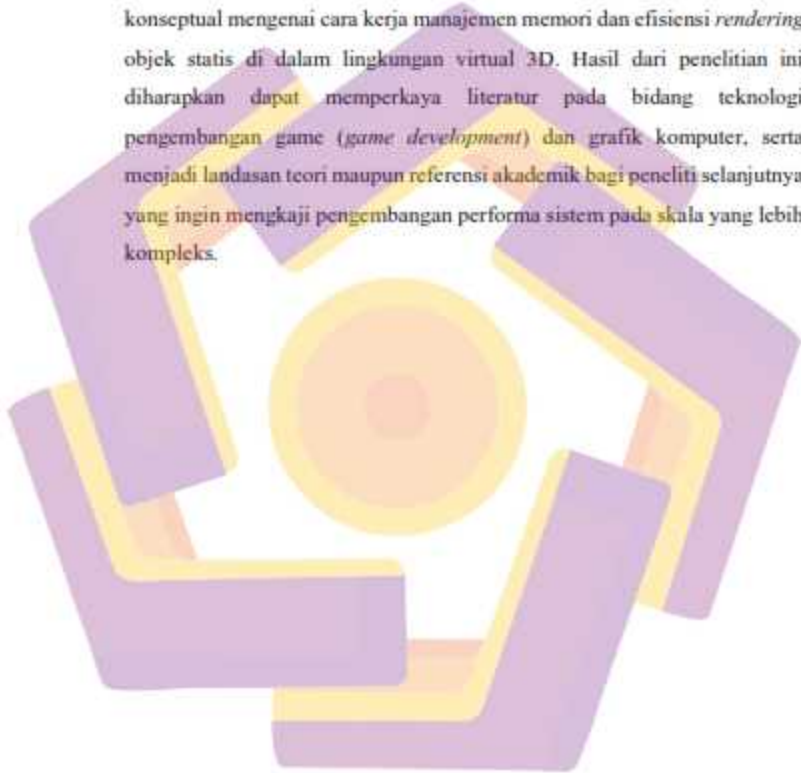
Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.5.1 Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan menjadi referensi dan panduan teknis yang komprehensif bagi pengembang game dalam menerapkan teknik optimasi *rendering* pada Unreal Engine 5, khususnya pada *level scene* yang memiliki jumlah objek statis berskala besar. Secara spesifik, hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan secara langsung oleh pengembang game indie maupun studio profesional untuk mengidentifikasi *bottlenecks* serta meningkatkan performa *framerate* tanpa harus mengorbankan kualitas visual secara signifikan. Solusi teknis dari penelitian ini akan sangat berguna dalam situasi di mana optimasi performa perlu dieksekusi secara efisien di dalam *engine*, sehingga developer dapat menyelamatkan performa game tanpa harus mengganti aset, mereduksi poligon secara manual, atau mengulang proses produksi 3D dari awal.

1.5.2 Manfaat Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini memberikan kontribusi berupa kajian empiris yang mendalam mengenai efektivitas penerapan berbagai teknik optimasi *rendering* pada *game engine* modern. Melalui pengujian performa yang terukur dan sistematis, penelitian ini memperluas pemahaman konseptual mengenai cara kerja manajemen memori dan efisiensi *rendering* objek statis di dalam lingkungan virtual 3D. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur pada bidang teknologi pengembangan *game* (*game development*) dan grafik komputer, serta menjadi landasan teori maupun referensi akademik bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengkaji pengembangan performa sistem pada skala yang lebih kompleks.



1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah yang mendasari penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat tinjauan pustaka dan landasan teori yang digunakan sebagai dasar penelitian. Pembahasan meliputi optimasi rendering, *Unreal Engine 5*, *Geometry Instancing*, *Nanite Virtualized Geometry*, *Graphics Scalability*, serta teknologi *upscaling* yang relevan dengan penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, yaitu metode eksperimental dengan pendekatan komparatif (*pre-test* dan *post-test*). Pembahasan meliputi objek penelitian, perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan, alur penelitian, skenario pengujian, serta tahapan penerapan teknik optimasi aset dan pengaturan grafis pada objek penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengujian performa yang diperoleh dari metode eksperimental yang telah dilakukan. Hasil pengujian dianalisis dan dibahas berdasarkan parameter *Frame Per Second (FPS)*, *Frame Time (ms)*, *VRAM*, *CPU*, *GPU*, dan jumlah *Draw calls*, serta dibandingkan antara kondisi sebelum dan sesudah optimasi.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian serta saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan optimasi performa game menggunakan *Unreal Engine 5*.