
PENGARUH UNREAL ENGINE DALAM PERKEMBANGAN DUNIA GAME

Mungky Hendriyani¹⁾, Agung Dharma Saputra²⁾, Febrianto Herlambang³⁾

¹⁾Prodi Akuntansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, ITB Swadharma Jakarta

²⁾Prodi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi, ITB Swadharma Jakarta

³⁾Prodi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi, ITB Swadharma Jakarta

Correspondence author: M. Hendriyani, ukyrizky1708@gmail.com, Jakarta, Indonesia

Abstract

The development of games industries today is speedy and has become more modern. The game company must develop their game to the next level, for example not long-ago Epic Games company release their new engine. The engine used for making the game can be used for 3D modeling as well. Unreal Engine 5 provided terrific graphics and more features than an older version of Unreal Engine. Epic Games company provided their engine free for all or open-source which can be used by anyone for free. Unreal Engine can be more useful for the game developer or 3D modeling. Without a doubt that Unreal Engine 5 by Epic Games can bring a new era to the game. A lot of developer wants to create a more powerful engine than Unreal Engine 5 but for now, there is no new engine that can beat Unreal Engine 5. For example, Frostbite engine by DICE adds more updates to catch up with Unreal Engine 5.

Keywords: engine, game, 3D modeling

Abstrak

Perkembangan industri *game* saat ini sangat cepat dan semakin modern. Perusahaan *game* saat ini harus mengembangkan *game* mereka ke tingkat yang lebih tinggi dan lebih canggih lagi, sebagai contoh Epic Games telah merilis *engine game* mereka sendiri. Kegunaan *engine game* selain untuk membuat *game*, juga digunakan untuk 3D *modeling*. Unreal Engine menyediakan grafis yang memukau dan fitur yang lebih banyak dari versi sebelumnya. Epic Games memberikan penawaran *engine* mereka dengan gratis atau *open-source* yang artinya semua orang bisa memakai *engine* dari Epic Games dengan gratis. Unreal Engine bisa sangat berguna untuk pengembangan *game* dan 3D *modeling*. Tidak dipungkiri lagi Unreal Engine 5 dari Epic Games bisa membawa era baru bagi dunia *game*. Banyak pengembang *game* ingin membuat *engine* yang bisa mengalahkan Unreal Engine 5 tapi untuk sekarang tidak ada *engine* baru yang bisa mengalahkan Unreal Engine 5. Sebagai contoh, Frostbite *engine* dari DICE menambah fitur baru untuk menyaingi Unreal Engine 5.

Kata Kunci: engine, game, 3D modeling

A. PENDAHULUAN

Di zaman yang sudah sangat maju ini, teknologi sudah berkembang dengan sangat cepat. Dengan adanya perkembangan ini kita dapat melakukan banyak hal dengan memanfaatkan teknologi tersebut. Perkembangan ini juga demikian terjadi pada *game* yang pada saat ini dikembangkan menggunakan *game engine*. Dilansir dari Wikipedia, *Game engine* adalah sebuah sistem perangkat lunak yang dibuat untuk menjadi dasar-dasar perancangan video game.

Ada beberapa jenis *game engine* yang dapat digunakan oleh pengembang untuk mengembangkan *game*-nya, salah satu contohnya yaitu Unreal Engine. Unreal Engine merupakan sebuah aplikasi pengembangan game (*game engine*) yang dibuat oleh Epic Games pada tahun 1998. Unreal Engine memulai debut pada permainan bergenre tembak-tembakan orang pertama (FPS) yang pada awalnya Epic Games membuat permainan dengan bergenre itu saja. Grafik yang digunakan Unreal Engine menggunakan grafik 3 dimensi (3D) (Palit et al., 2019).

Unreal Engine dapat digunakan oleh pengembang di berbagai jenis genre permainan seperti: aksi (*action*), bertarung (*fighting*), balap (*racing*) hingga genre seperti permainan peran (*RPG*). Kode pemrograman yang digunakannya adalah C++. Selain itu, Unreal Engine menggunakan visual scripting yang disebut *Blueprint*. Dengan adanya *Blueprint*, pengguna tidak perlu lagi memikirkan *script*. Pada saat menggunakan *Blueprint*, yang diperlukan hanya membuat suatu perintah dan logika untuk permainan.

Tidak hanya itu saja, *Blueprint* diperlukan untuk membuat karakter, objek, *shader* hingga animasi. *Blueprint* ini sangat disarankan bagi yang mahir membuat animasi namun kurang pengetahuan koding agar bisa membuat *game* dengan Unreal Engine ini.

Jika mempunyai pengetahuan koding C++, akan lebih baik mengkombinasikannya dengan *Blueprint* agar pengerjaannya mendapatkan hasil yang maksimal. *Blueprint* juga direkomendasikan jika mempunyai komputer dengan spesifikasi yang rendah, karena jika dipaksakan menggunakan C++ proses pengkodean akan berjalan lambat.

Unreal Engine dapat memberikan kemudahan, portabilitas yang tinggi, memiliki sifat yang *open-source* dan sangat *user friendly* serta merupakan *engine* yang banyak digunakan oleh berbagai pengembang *game* untuk mengembangkan *game* yang sedang dibuat (Armanto, 2015).

Contoh permainan yang dibuat menggunakan Unreal Engine meliputi Final Fantasy VII Remake, Dragon Ball FighterZ, Borderlands 3, Hot Wheels Unleashed dan Batman Arkham City.

Unreal Engine juga dapat di implementasikan ke berbagai platform seperti Windows, iOS, dan Android, serta di beberapa konsol *game*. Unreal Engine memiliki beberapa versi yang berbeda, setiap versinya memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing.

Pada seri Unreal Engine pertama memiliki teknik *rendering* yang terintegrasi, kecerdasan buatan (AI) dan memiliki jaringan dan manajemen sistem file menjadi satu mesin yang lengkap. Di seri keduanya, adanya peningkatan kinerja *rendering* dan penambahan fisika kendaraan, editor sistem partikel serta dukungan 64-bit untuk PlayStation 2, GameCube dan Xbox. Pada seri ketiga dibuat khusus untuk DirectX 9 dan 10 untuk platform Windows, Xbox 360 dan PlayStation 3. Di seri ini juga terdapat HDR, pencahayaan per piksel dan bayangan dinamis yang disempurnakan dari seri sebelumnya. Fitur utama telah ditambahkan untuk seri keempat, yaitu pencahayaan global *real-time* yang menggunakan pelacakan kerucut voxel. Selain itu fitur pengembang baru juga ditambahkan untuk mengurangi waktu iterasi dan memungkinkan melakukan pembaruan kode

C++ saat mesin sedang berjalan. Sistem skrip visual *Blueprint* juga diperbarui agar memungkinkan pengembangan logika *game* yang cepat tanpa menggunakan C++ dan dapat melakukan *debugging* secara langsung.

B. METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi pustaka (*library research*). Studi pustaka atau kepustakaan dapat diartikan sebagai serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, mencatat dan membaca serta mengolah data penulisan (Metika Zed, 2003).

Pada penelitian ini, penulis mengumpulkan data dengan cara mempelajari, membaca, dan menganalisis jurnal, buku, dan artikel dari penulis terdahulu yang berkaitan dengan objek penelitian serta sumber lain yang mendukung pembahasan penulis seperti foto-foto, gambar, maupun dokumen elektronik yang dapat mendukung dalam proses penulisan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Game engine terbaru dari Epic, Unreal Engine 5, diperuntukkan untuk menambahkan serangkaian opsi baru dan memudahkan dalam proses pengembangan *game* untuk developer *game* besar dan kecil. Kemudahan dalam menggunakan Unreal Engine 5, serta ditambahkan kemampuan perangkat yang meningkat secara drastis dan beberapa fitur yang dibuat untuk menghemat waktu bagi *developer*, bisa menghasilkan metode pengembangan yang terlihat sangat berbeda dari generasi sebelumnya.

Tapi seberapa siapkah Unreal Engine 5 untuk membawa perubahan pada perkembangan industri *game* sekarang? Penulis mengumpulkan data interview dari beberapa developer *game* besar dan kecil

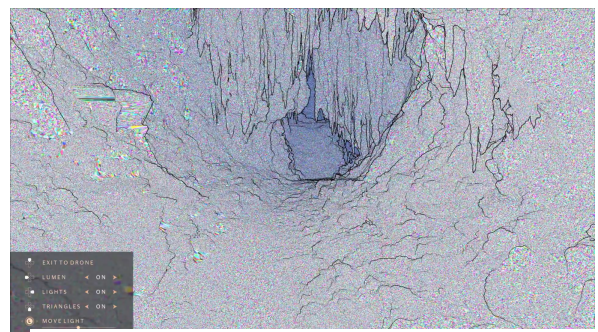
untuk membahas apa keuntungan yang diberikan Unreal Engine 5 dan efek yang dapat ditimbulkan pada industri *game* saat ini. Gambaran yang diberikan oleh para developer tersebut salah satunya adalah efisiensi, peningkatan dari penggunaan untuk tim pengembang yang semakin mudah dan memberikan kemungkinan developer kecil dapat berkembang lebih jauh lagi.

Perubahan besar yang diberikan Unreal Engine 5 adalah Nanite (*Unreal's geometry system*), Lumen (*Updated lighting system*), dan kemajuan di dunia 3D dan *streaming* data. Tiga hal tersebut baru permukaannya saja, karena Unreal Engine 5 juga mencakup perubahan hukum fisika di 3D model, simulasi cairan, operasi AI, animasi karakter, dan banyak lagi. Tapi penulis akan fokus ke tiga hal besar tersebut.

Nanite

Nanite menjanjikan “*limitless geometry*” yang berarti aset yang berkualitas, yang berisi jutaan segitiga dapat dibuat atau diimpor ke Unreal Engine 5 dengan kinerja yang lebih kecil dibanding generasi sebelumnya.

Menurut Direktur Teknis Studio, Kate Raynor dalam Xbox Wire (2022), Nanite memungkinkan aset film berkualitas tinggi untuk melakukan *render* secara *real-time*. Ini berarti 3D artis dapat membuat aset dengan puluhan juta polygon yang dapat dimasukkan ke dalam adegan film.



Gambar 1. Penampikan Nanite di showcase Unreal Engine 5

Di Unreal Engine generasi sebelumnya, menempatkan objek yang besar di tengah-tengah adegan film atau *game* dapat menyebabkan perlambatan atau *framedrop*. Sebagai Kepala Bagian Teknologi untuk studio pengembang game AAA terbaru, That's No Moon, Barry Genova (2022) berpendapat, "Nanite membuka kemampuan untuk menggunakan geometri yang sangat detail dengan tetap mempertahankan kinerja *runtime* yang baik".

Sulit bekerja dengan mudah dengan objek yang memiliki tingkat sedetail ini sebelum Unreal Engine 5, solusi untuk melakukan hal yang sama di perangkat yang lebih tua ada dua yaitu, pemetaan normal dan LOD (*Levels of Detail*). Pemetaan normal melibatkan pengambilan tekstur 2D yang sangat detail, dan membungkusnya di sekitar objek dengan detail yang lebih rendah. Sebagai contoh, adegan penukaran wajah di film Mission Impossible atau film Possessor.

Hal tersebut memungkinkan developer untuk mencapai tekstur yang sudah memiliki detail tanpa harus mengeluarkan sumber daya yang lebih, bahkan jika sumber daya tersebut adalah target yang diharapkan oleh developer atau bahkan biaya dari pembuatan *game* itu sendiri, menghilangkan beberapa sumber daya dapat menghemat waktu dan uang.

LOD yang dibuat sendiri memungkinkan untuk versi resolusi tinggi dan rendah dari aset dalam *game* yang sama untuk bertukar secara dinamis satu sama lain berdasarkan jarak pemain atau garis pandangan terhadap objek.

Seorang developer bisa memberikan versi terbaik dari suatu objek saat seorang *user* memeriksanya dari jarak yang dekat, tetapi memasukkan suatu aset yang sama jauhnya hanya akan membuang-buang sumber daya perangkat karena perangkat harus bekerja keras untuk mempertahankan detail ditingkat yang sama. Akan tetapi hal tersebut tidak mungkin untuk dilakukan.

Itu semua dilakukan secara manual di perangkat generasi sebelumnya karena developer harus membuat aset tambahan dan "memberi tahu" perangkat untuk kapan harus menggunakan aset tersebut.

Kedua solusi di atas, adalah solusi kreatif dari suatu masalah yang mungkin dihadapi oleh para developer, tetapi Epic mengklaim dapat memperbaikinya dengan Nanite.

Nanite memberikan kemampuan kepada developer untuk menempatkan aset dengan kualitas terbaik dengan detail yang sangat geometris, tanpa harus memalsukannya dengan pemetaan normal atau dengan LOD khusus.

Situs web Unreal mengklaim bisa mencapai semua ini karena "*work on only the detail that can be perceived and no more*". Dengan menjalankan LOD tanpa menambah langkah ekstra dalam membuat dan "memberi tahu" perangkat untuk kapan harus menggunakan aset tersebut dengan *streaming* data yang lebih efisien. Hal tersebut tentu sangat menguntungkan untuk indie developer.

Sebagai perwakilan Bloober Team Kepala Programmer, Mariusz Szaflik (2022) menjelaskan, "Beberapa kali lipat peningkatan kompleksitas dalam geometri adalah sebuah perubahan yang besar bagi kami, developer tidak terlalu terkendala oleh anggaran poligon, memungkinkan untuk bekerja lebih cepat dan kreatif. Tentu saja, Nanite bukanlah "*holy grail*" yang memungkinkan untuk memasukkan apapun ke dunia *game*, tetapi ini dapat memperlancar jalur yang terkait dengan aset dan meningkatkan produktivitas atau konsistensi sebuah visual.

Aset yang detail ini dapat dibuat khusus atau diimpor dari Quixel Megascan Library, penyimpanan yang besar yang tersedia untuk diambil dari dalam Unreal 5 menggunakan Quixel Bridge hanya dengan *drag and drop*.

Tapi visual yang detail bukan satu-satunya hal yang memperlambat developer,

pencahayaan juga dapat memperlambat pekerjaan di generasi sebelumnya.

Lumen

Lumen di Unreal 5 adalah sistem iluminasi dan refleksi global yang sepenuhnya dinamis. Sama seperti Nanite, Lumen mengklaim dapat menghemat waktu developer dan memaksimalkan sumber daya.

Travis Johnston (2022), Direktur Teknologi ProbablyMonsters, berpendapat, “Secara harfiah, semua developer menantikan hal ini. Yang lebih penting, seorang developer tidak lagi harus mengorbankan kualitas pencahayaan yang berkurang atau alur kerja yang lambat dengan hasil yang tertunda. Desainer tidak perlu lagi memilih antara lingkungan yang dinamis dalam game atau pencahayaan keseluruhan dan kualitas bayangan. Developer tidak lagi harus menyiapkan dan memelihara *lightmap farms* yang memperlambat pembangunan dan bisa tiba-tiba gagal di saat yang penting. Terakhir, orang-orang keuangan di perusahaan kecil tidak perlu lagi melakukan investasi modal di *lightmap farms* hanya untuk mendapatkan demo yang layak. Sekarang pemain bisa mendapatkan dunia yang mana mereka bisa berinteraksi dan masih dapat terlihat luar biasa. Secara harfiah semua orang bisa menang, jadi kami berharap visual di dalam game dapat melonjak sangat cepat di tahun depan”.

Lumen juga bekerja sama dengan Nanite, karena geometri detail yang tinggi akan sia-sia tanpa pencahayaan detail yang tinggi dan bayangan. Pencahayaan yang didorong atau pencahayaan tidak langsung yang sering terpantul dari berbagai sumber, kini dinamis, jauh lebih kuat, dan lebih hemat sumber daya. Karena semuanya dapat ditangani di dalam perangkat tanpa seorang melakukan *multiple render* atau “*baking*” untuk memeriksa tampilan adegan mereka.

Interaktivitas dengan geometri ini juga memiliki konsekuensi dalam game yang

dinamis, seperti yang ditunjukkan Lumen di Land of Nanite selama adegan di gua. Dalam demo itu, pencahayaan yang mengenai atap luar gua dibiarkan bersinar setelah geometri “rusak”, menciptakan lubang di strukturnya.

Pada perangkat yang lebih tua, ini akan menjadi bagian skrip dengan pencahayaan “*pre-baked*” yang memerlukan instruksi khusus dan *rendering* yang dilakukan oleh developer pencahayaan.

Tapi Lumen dan Nanite, meskipun mungkin mengubah era *game* saat ini, tidak akan membuat banyak dampak di game yang bertema *open world* jika Unreal 5 tidak mengubah cara mesin menangani data di dunia game yang luas. Untuk itu, Epic membuat World Partition.



Gambar 2. Penerapan Lumen

World Partition and One Pile Per Actor

World Partition secara sederhana adalah sebuah sistem baru yang mempermudah dalam membuat dunia *game* yang lebih besar. Sementara *data management* bukanlah istilah yang umum bagi orang awam, World Partition mempunyai sebuah fitur yang penting untuk developer *game* AAA atau indie karena membuat game dengan dunia yang luas tidak lah mudah.

Kepala Petugas Teknologi dari CD Project Red, Paweł Zawodny (2022) menjelaskan, “Secara umum, saya pikir hal yang paling menarik tentang *industry game* yang lebih besar adalah kemampuan dan aksesibilitas dari suatu teknologi untuk membuat dunia yang luas, dunia yang luas

dengan skala yang besar biasanya membutuhkan investasi dan sumber daya yang besar, dan sulit untuk dilakukan dengan tim yang kecil. Hal tersebut bisa menjadi hal yang rumit dan cukup menantang bagi perusahaan *game* yang kecil yang tidak memiliki seratus karyawan. Tapi dengan Unreal Engine 5 yang berfokus kepada dunia *open worlds*, saya pikir kalian akan melihat developer kecil akan mengambil tema *open worlds* dan melihat apa yang mereka bisa lakukan dengan Unreal Engine 5”.

World Partition membantu pekerjaan developer dengan membagi dunia *open world* menjadi level yang lebih kecil – BTS (Behind the Scene), tentu saja, tidak akan mengganggu selama permainan. Jadi *game* akan *loading* ketika dibutuhkan dan tidak akan mempengaruhi performa.

Hal tersebut tidak hanya membantu performa, tetapi juga alur kerja. Kedua perwakilan dari Boobler Team dan ProbablyMonsters (2022) menyebutkan sebuah fitur di dalam World Partition dengan nama One File Per Actor atau OFPA. Di generasi tua Unreal Engine, jika kita mau mengubah file tertentu, hal itu bisa menyebabkan rekan setim tidak bisa melakukan apa-apa hingga kita selesai mengubah filenya, tentu saja akan memperlambat semuanya. OFPA membuat developer bekerja dengan lebih mudah, dengan membagi *building block* tanpa harus melibatkan pekerjaan orang lain.

Jhonston (2022) juga menambahkan, “Banyak konflik terhadap sumber kontrol eksklusif *check-out* sudah menghilang dan anggota tim tidak bisa lagi saling menghambat pekerjaan”.

Sistem data manajemen yang baru ini sangat penting apalagi setelah pandemi yang mana banyak developer sudah tidak lagi bekerja di tempat tertentu dan tidak akan menunda pekerjaannya untuk sekian kalinya jadi semua orang dapat menyelesaikan pekerjaan mereka.

Workflow

Akan ada *game* yang terlihat luar biasa sebagian besar karena alat baru ini, tetapi lagi dan lagi, jawaban yang diterima dari developer tentang fitur yang mereka sukai adalah yang meningkatkan efisiensi *workflow* mereka. Developer secara teoritis dapat fokus pada apa yang ingin mereka lakukan sejak awal seperti menghabiskan lebih sedikit waktu untuk mengutak-atik alat, dan lebih banyak waktu untuk membuat *game* yang menyenangkan, sebuah proses ini disebut “iterasi” yang membutuhkan banyak percobaan, *error* dan waktu.

Proses iterasi sangat penting, sehingga beberapa developer menyebutkannya dengan nama, terutama yang berkaitan dengan “*gameplay loop*” atau apa yang akan dilakukan pemain berulang kali saat memainkan *game* mereka.

Dalam Xbox Wire yang disebutkan sebelumnya, Rayner mengatakan “Unreal Engine 5 memungkinkan developer untuk melepaskan borgol dan benar-benar membuat konten yang selalu kami impikan untuk dibuat. Ini juga menciptakan penghilangan titik gesekan di dalam *workflow*. UE5 telah dengan cepat meningkatkan waktu iterasi kami karena bekerja di dalam *engine* adalah pengalaman apa yang anda lihat adalah yang anda dapatkan”

Unreal 5 berjanji untuk membuat hidup developer lebih mudah. Dengan anggaran yang membengkak, jadwal produksi yang diperluas, dan tenaga kerja yang semakin jauh, apapun untuk memudahkan alur secara teoritis akan menghasilkan lebih banyak waktu dalam fase pengujian dan desain. Tetapi akseibilitas yang baru ditemukan ini dalam hal menggunakan asset seperti aslinya tidak datang tanpa peringatan. Bruce Straley, salah satu pembuat *game* Last of Us, membahas kemajuan umum dalam alat pengembangan dalam *tweet* baru-baru ini mengatakan bahwa perbedaan estetika adalah suatu keharusan.

“Sekarang grafik realistis ada di ujung jari setiap developer, gaya dan arah seni akan menjadi hal penting untuk menonjol dari keramaian”, *tweet* Straley. “Direktur seni yang baik, seniman kreatif dan insinyur *rendering* yang berpikiran artistik dibutuhkan sekarang lebih dari sebelumnya demikian juga untuk sistem permainan, semakin banyak kompromi terhadap pengalaman dinamis, interaktif, responsif yang dibuat untuk mencapai grafik *foto-realistik*, semakin jauh kita dapatkan dari benar-benar mencapai pengalaman *gameplay* yang realistis dan terintegrasi”.

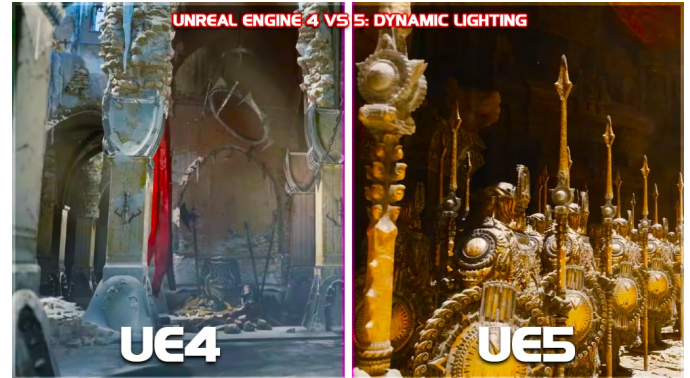
Dengan *Nanite*, *Lumen*, *World Partition*, dan saluran yang lebih efisien, Unreal Engine 5 tampaknya memberi *developer* lebih banyak kekuatan atas ruang lingkup, tampilan, dan mekanisme permainan mereka daripada sebelumnya. “Unreal Engine 5 akan terus mendorong kualitas semua *game* lebih tinggi,” kata Genova. “Unreal memungkinkan tim untuk fokus pada permainan daripada harus menghabiskan banyak waktu untuk membangun semua kerangka kerja dan infrastruktur mesin”.

Unreal Engine 4 vs Unreal Engine 5: API

Sebagai bahan pertimbangan untuk mentransfer *software* atau model yang dikembangkan di Unreal Engine 4 ke Unreal Engine 5, tidak akan ada masalah yang muncul. Sangat memungkinkan untuk berpindah ke versi 5.0 dengan dukungan dari Unreal Engine 4.25 & 2.26 API. Yang artinya, tidak ada perubahan besar pada API (*Application programming interface*) Unreal Engine 5.

Kita bisa mentransfer proyek yang telah dikembangkan di Unreal Engine 4 ke Unreal Engine 5. Bahkan dengan *interface* dan *Architectural System* yang sama, tidak akan menimbulkan masalah untuk ke depannya. Namun tidak bisa memindahkan proyek dari Unreal Engine 5 ke Unreal Engine 4. Sebagai contoh, dimungkinkan akan mengalami *error* karena *Nanite* dan *Lumen* tidak mendukung di Unreal Engine 4.

Unreal Engine 4 vs Unreal Engine 5: Dynamic Lighting



Gambar 3. Unreal Engine 4 vs Unreal Engine 5 Dynamic Lighting

Unreal Engine terlihat sangat ambisius dengan *Dynamic Lighting*. Seperti yang terlihat di gambar 3, Unreal Engine 5 terlihat seperti yang paling unggul dibandingkan yang lain soal *Dynamic Lighting*. *Dynamic Lighting* didukung oleh *Lumen* dan *Nanite*.

Meskipun Unreal Engine 5 lebih maju dalam hal *Global Lighting*, tetapi jika dibandingkan dengan Unreal Engine 4 terlihat sedikit perbedaannya.

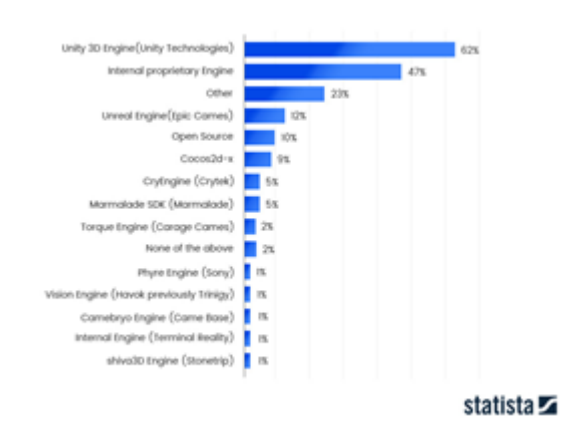
Unity vs Unreal Engine 5

Unity Game Engine menggunakan bahasa program C#, sedangkan Unreal Engine 5 menggunakan bahasa program C++, dipadukan dengan bahasa spesial yang dikembangkan oleh Epic, *Blueprint*.

Seorang *game developer* harus familiar dengan perbedaan Unity dan Unreal Engine. Terutama untuk mereka yang ingin mengembangkan game di berbagai platform, seperti 3D, 2D, VR, dan lain sebagainya. Sebaiknya mereka berhati-hati dalam mempertimbangkan untuk menggunakan Unity atau Unreal.

Sebelum memilih apa yang akan digunakan untuk aplikasi berikutnya, kalian harus memastikan *engine* yang akan

digunakan sudah mendukung dengan aplikasi yang akan kalian buat.



Gambar 4. Statistik Penggunaan Engine

Aplikasi berdasarkan tujuan:

- Enterprise apps
- Client-side apps
- Game & Entertainment apps

Aplikasi berdasarkan platform:

- Desktop
- Mobile
- AR/VR/MR
- Console
- Web
- Android TV
- Stadia

Tabel 1. Perbandingan Unity dan Unreal

Engine	Kebijakan	Kekurangan
Unity	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bagus untuk membuat aplikasi <i>mobile</i>, termasuk AR/VR 2. Sangat cocok untuk aplikasi <i>cross-platform</i> 3. Pengkodean lebih cepat dan efisien dengan C# 4. Aset yang banyak 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memperhalus grafik akan memakan banyak waktu dan pekerjaan. 2. Rendering akan lambat tanpa pengoptimalan
Unreal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sangat mudah untuk mencapai kualitas grafik yang sangat bagus 2. Pengguna bisa 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Model yang berlisensi tidak menguntungkan untuk proyek yang besar. 2. Sangat rumit

	menyesuaikan shaders tanpa coding	untuk game skala kecil
	3. Post-processing yang cepat.	
	4. Semua pengguna memiliki akses ke source code	

Game Baru yang Menggunakan Unreal Engine 5

Saat State of Unreal yang diadakan 2022, Epic Games mengumumkan Unreal Engine 5 akan tersedia untuk semua *game* developer untuk digunakan pada proyek mereka. Beberapa *game*, ada yang sudah terkenal dan yang sedikit terkenal, telah dikonfirmasi akan menggunakan Unreal Engine 5.

1. Lyra

Lyra adalah *game multiplayer* yang diperuntukkan para developer untuk mengenal Unreal Engine 5. Walaupun terlihat seperti *game* online pada umumnya. Tetapi nilai jual dari Lyra adalah kustomisasi yang memberikan developer untuk membuat proyek mereka sendiri. Epic menjelaskan Lyra sebagai “*living project*” yang akan terus berjalan yang akan membantu mengenalkan developer terhadap mekanisme Unreal Engine 5 baru.

2. Fortnite

Fortnite telah mengkonfirmasi bahwa *game* tersebut akan berpindah ke Unreal Engine 5. Pengumuman tersebut dibuat pada bulan Desember 2021. Untuk saat ini, masih belum ada perbedaan yang cukup besar, tetapi tidak menutup kemungkinan akan ada perubahan yang besar ketika para tim developer sudah mulai terbiasa dengan Unreal Engine 5.

3. Layers of Fear 2

Layers of Fear 2 telah mengkonfirmasi akan hadir di PlayStation dan akan menggunakan Unreal Engine 5. Walaupun di *game* sebelumnya murni *game* horror tetapi visual yang diberikan terlihat sangat bagus dan menakutkan. Ketika Summer Game Fest pada tahun

- 2022, Bloober Team memberikan sebuah trailer, menunjukkan beberapa cuplikan tempat-tempat yang cukup seram dan pemain harus menjelajahi tempat tersebut. Di trailer tersebut juga dikonfirmasi *game* Layers of Fear 2 akan diliris pada tahun 2023.
4. Dragon Quest 12: The Flames of Fate
Dragon Quest 12 direncanakan akan berbeda dari seri sebelumnya, Dragon Quest 12 tidak akan menggunakan sistem *turn-base* lagi. Perubahan lain adalah Dragon Quest 12 akan menggunakan Unreal Engine 5. Hal tersebut bisa menjadi perubahan yang besar dan akan berpengaruh terhadap jalan cerita Dragon Quest 12, terutama jalan cerita Dragon Quest 12 akan dibuat lebih “dark”. Dengan *engine* baru dan cerita yang baru, Dragon Quest 12 bisa menjadi perubahan yang besar bagi series Dragon Quest.
 5. Quantum Error
Sebuah *first-person* horror *game*, Quantum Error sedang dibuat dengan Unreal Engine 5. Dari beberapa *footage* yang tersebar sekarang, Quantum Error memberikan visual yang menakutkan dan *ambiance* yang cukup bagus, beberapa peningkatan penting setelah berpindah ke Unreal Engine 5 adalah peningkatan dari segi cahaya. *Gameplay* yang terlihat intens, menakutkan, dan juga menyenangkan. Belum ada kepastian kapan Quantum Error akan liris.
 6. Kingdom Hearts 4
Square Enix selaku developer Kingdom Hearts, menampilkan cuplikan dari Kingdom Hearts 4 yang menunjukkan bahwa *game* tersebut menggunakan Unreal Engine 5. Tapi Tatsuya Nomura mengkonfirmasi akan ada perubahan untuk ke depannya. Membawa Sora ke dunia realistik metropolis, Kingdom Hearts 4 terlihat siap untuk membawa seri ini ke arah yang baru dari *gameplay*, jalan cerita, atau struktur *game* tersebut.
 7. Senua’s Saga: Hellblade 2
Senua’s Saga: Hellblade 2 dikonfirmasi akan dikembangkan pada akhir 2019. Saat ini belum banyak yang diketahui kapan rilisnya *game* tersebut, tetapi *game* ini akan eksklusif untuk platform Xbox dan menggunakan Unreal Engine 5. Pada *game* pertamanya, Hellblade: Senua’s Sacrifice memiliki visual yang mengesankan dan sekuelnya yang sangat amat dinanti. Hellblade 2 akan memiliki tim yang jauh lebih besar dan dikombinasikan dengan kekuatan Unreal Engine 5 agar pemain mendapatkan pengalaman bermain yang mendalam. Pengungkapan *gameplay* dan beberapa *cutscene* juga meningkatkan *hype* untuk *game* ini.
 8. Stalker 2
Stalker 2 adalah salah satu *game* yang diungkapkan oleh Microsoft pada E3 2021. Trailer debutnya dipuji karena visualnya yang mengesankan. Microsoft mengkonfirmasi bahwa Stalker 2 sedang dalam tahap pengembangan dengan Unreal Engine 5. Rencananya *game* ini akan dirilis pada Desember 2022 di platform Xbox, tetapi pengembangannya ditunda dikarenakan adanya konflik di Ukraina.
 9. New Tomb Raider
Pada *showcase* State of Unreal 2022, Crystal Dynamics mengkonfirmasi bahwa proyek Tomb Raider baru sedang dalam pengembangan yang akan menggunakan Unreal Engine 5. Tidak ada pemberitahuan tentang *game* ini selain keberadaannya, jadi tidak jelas apakah itu akan menjadi sekuel dari Shadow of the Tomb Raider atau sesuatu yang baru. Perlu diketahui bahwa Crystal Dynamics membuat

Tomb Raider 2013, Rise of the Tomb Raider 2015 dan Shadow of the Tomb Raider.

10. New The Witcher

Dalam sebuah berita besar, CD Projekt Red mengkonfirmasi bahwa *game* Witcher baru sedang dalam pengembangan, proyek ini akan menggunakan Unreal Engine 5 daripada REDengine yang digunakan sejak The Witcher 2. CD Projekt Red memilih untuk tidak menyertakan informasi lain terkait *game* yang akan datang. Namun, direktur PR Global, Radek Grabowski merilis *tweet* yang menyatakan bahwa CD Projekt Red tidak akan mengumumkan The Witcher 4. Pada acara Epic's State of Unreal 2022, CD Projekt Red menjelaskan bahwa Unreal Engine 5 dipilih karena berfokus pada desain *game* dengan dunia yang terbuka daripada proyek linier.

MetaHuman Creator

Meskipun telah ditetapkan bahwa Unreal Engine 5 akan memberdayakan developer untuk membangun dunia yang luar biasa, apa gunanya manusia tanpa manusia digital yang sama mengesankannya? Di situlah MetaHuman Creator berperan.

Saat ini sedang dalam akses awal, MetaHuman Creator adalah alat berbasis *cloud* yang kuat dengan aliran piksel dalam ekosistem Unreal Engine yang memungkinkan developer membuat aset karakter dengan ketelitian tinggi, lengkap dengan rambut dan pakaian hanya dalam hitungan menit. Ini dirancang agar mudah digunakan dengan “*almost zero learning curve*” dan memberdayakan penciptaan dari semua tingkat keterampilan dan anggaran untuk membuat manusia yang tampak profesional tanpa pengalaman profesional yang luas.

“Apa yang coba dilakukan MetaHuman Creator dan ekosistem Unreal secara keseluruhan, membuat proses representasi

realitas menjadi sangat mudah” kata Matt Stoneham, senior Teknik Animasi di Epic Games. “Secara efektif, ini adalah alat yang mengompresi pekerjaan selama berminggu-minggu atau bahkan berbulan-bulan yang biasanya diperlukan untuk membuat karakter yang nyata dan mengompresnya hanya dalam beberapa menit. Itu mengurangi kesibukan menciptakan geometri atau membersihkan tekstur dan memberi waktu untuk menjadi kreatif.”

Bagi Alvaro García Martínez, Direktur Mayhem Mirror Studios, menggunakan MetaHuman Creator dari hari pertama pada permainan co-op dan menggabungkannya dengan kustom tim, wajah dibuat 3D merupakan terobosan baru.

“Kami mulai menggunakan MetaHuman Creator sejak hari pertama” kata Martínez. “Kami menemukan cara untuk membawa teknologi MetaHuman ke dalam wajah kustom kami yang dibuat 3D. Kami melakukan beberapa pemotretan, beberapa sinematik dan pengujian. Kami cukup senang karena ketika kami menggabungkan kedua hal itu arah dan teknologi kami, Anda bisa mendapatkan hasil terbaik.”

Martínez juga mengatakan salah satu bagian paling menarik dari MetaHuman Creator selain dari teknologi itu sendiri adalah seberapa mudah diaksesnya.

“Saya pikir apa yang benar-benar menarik tentang MetaHuman Creator bukan hanya teknologi itu sendiri, tetapi dapat memiliki ini di rumah secara gratis. Saya berasal dari latar belakang VFX, dan saya biasa melihat model seperti ini di film-film Hollywood. Jadi, saya pikir itu akan menciptakan revolusi dalam cara Anda membuat konten” kata Martínez.

“Kami melakukan banyak pekerjaan untuk mendesain rambut, wajah dan semua detail yang sangat penting dalam menciptakan sebuah identitas” kata Stoneham. “Aspek lainnya adalah sistem *rigging* yang mendasarinya, yang juga sangat membantu. Perubahan halus dalam ekspresi, itu semua adalah bagian dari

komunikasi-komunikasi yang tak terucapkan dan aspek-aspek itulah yang benar-benar membantu manusia digital merasa bahwa mereka bisa menjadi manusia nyata.”

Sama seperti Nanite dan Lumen, mereka yang tertarik dapat melihat MetaHuman Creator dan manusia digital dengan ketelitian tinggi ini beraksi di *The Matrix Awakens: An Unreal Engine 5 Experience*. Faktanya, karakter pemain adalah variasi dari yang digunakan untuk mengumumkan alatnya

“Proyek terbesar yang kami gunakan MetaHuman pada *The Matrix Awakens*, di mana MetaHumans digunakan untuk mengisi megacity besar ini serta untuk membuat karakter cerita utama” Vladimir Mastilovi, VP Digital Humans Technology di Epic Games mengatakan. “Saya sangat bangga dengan fakta bahwa karakter pemain sebenarnya adalah MetaHuman *preset* yang kami umumkan dengan MetaHuman Creator dan bahwa dia terlihat dan terasa sama nyatanya dengan Neo dan Trinity yang didasarkan pada aktor kehidupan nyata yang terkenal.” Dia menambahkan, “Jadi, kami telah mengambil preset itu dan kami telah membuat kostum dan gaya rambut lain untuknya, tetapi sebaliknya, dia identik dengan MetaHuman yang dapat Anda unduh di Bridge.”

MetaHuman Creator ditempatkan di *sweet spot* di mana karakter terlihat cukup nyata untuk menceritakan sebuah cerita tetapi tanpa mendekati lembah yang luar biasa.

Sejak MetaHuman Creator dirilis dan bisa diakses awal tahun lalu, lebih dari satu juta MetaHuman telah dibuat dan Mastilović mengatakan, “Sungguh menakjubkan memikirkan berapa banyak pengalaman yang akan dibuat tidak hanya dari jutaan ini, tetapi jutaan lainnya menunggu untuk dibuat”.

Saat State of Unreal yang diadakan 2022, Epic Games mengumumkan Unreal Engine 5 akan tersedia untuk semua game

developer untuk digunakan pada proyek mereka. Beberapa game, ada yang sudah terkenal dan yang sedikit terkenal, telah dikonfirmasi akan menggunakan Unreal Engine 5.

Beta Features

Fitur-fitur yang dalam tahap *Beta* memberikan kesempatan kepada pengguna untuk belajar bagaimana fitur tersebut bekerja.

1. Destruction

Chaos adalah sistem Unreal Engine yang membutuhkan performa tinggi di fisik dan Destruction System. Dengan Chaos Destruction, pengguna bisa mencapai tampilan *cinematic-quality* dengan *real-time* di adegan dengan skala yang besar dan tingkat kehancuran yang besar, atas kontrol dari developer.



Gambar 5. Chaos Destruction

2. Fluid Simulation

Unreal Engine 5 memasukkan banyak fitur untuk mensimulasikan 2D dan 3D *fluid effect* dalam *real-time*. Sistem tersebut menggunakan metode simulasi berdasarkan fisik untuk membuat efek yang realistis seperti api, asap, awan, sungai, percikan air, gelombang air seperti di pantai.

Fitur tersebut dirancang dengan tujuan *artist-friendly* dan terbuka untuk eksperimen dengan memanfaatkan simulasi tersebut, modul yang dapat digunakan Kembali, dan *Data Interfaces* yang kokoh.

- Developer bisa mencapai hasil yang mereka inginkan secara *real-time* dengan hanya mengubah beberapa parameter, sedangkan pengguna *advanced* dan insinyur R&D (Research and Development) bisa menjelajah lebih dalam dan mencoba algoritma baru.
3. Large World Coordinates
Large World Coordinates (LWC) memperkenalkan dukungan untuk *double-precision* varian tipe data di Unreal Engine 5 (UE5) yang mana perubahan ekstensif dimasukkan ke seluruh sistem *engine* untuk meningkatkan *floating-point* presisi. Sistem ini termasuk Architectural Visualization, Simulation, Rendering (Niagara dan kode HLSL), dan proyek dengan skala besar
Di Unreal Engine 4 (UE4), tipe 32-bit *float* akan membatasi ukuran dari dunia *game*. LWC akan sangat meningkatkan ukuran proyek dengan menyajikan 64-bit *double* ke tipe inti data. Perubahan baru ini akan membantu untuk membuat dunia yang lebih besar dan meningkatkan Actor Placement Accuracy dan presisi orientasi. LWC sudah siap digunakan di proyek baru untuk UE5.
 4. MetaSound
Unreal Engine 5 memperkenalkan MetaSound, sebuah audio sistem dengan performa tinggi yang memberikan kesempatan kepada audio desainer dengan cara mengendalikan penuh Digital Signal Processing (DSP) yang berisi banyak sumber suara.
MetaSound memberikan pengguna kustomisasi, *third-party*, kemungkinan yang lebih luas, penggunaan Kembali grafik suara, dan alat yang serba guna untuk *in-editor* audio desainer.
 5. Universal Scene Description
Universal Scene Description (USD) adalah sebuah *open-source* format yang dikembangkan oleh Pixar untuk mengatasi kebutuhan secara kokoh dan skalabel untuk saling bertukar adegan 3D yang mungkin terdiri dari banyak aset elemental. USD bukan hanya menyediakan sebuah fitur untuk membaca, menulis, mengedit, dan dengan cepat melihat pratinjau geometri 3D dan *shading*, tapi juga menyediakan fitur untuk pertukaran aset atau animasi.
 6. Pixel Streaming
Dengan Pixel Streaming, menjalankan paket aplikasi Unreal Engine di komputer pribadi atau sebuah server di *cloud*, bersama dengan tugas dari *web services* yang termasuk di dalamnya Unreal Engine. Orang-orang terhubung menggunakan *web browser* apapun di platform pilihan mereka, komputer pribadi atau telepon genggam, dan *stream frame* yang sudah di-*render* dari aplikasi Unreal Engine. Pengguna tidak perlu *download* atau *install* apapun lagi. Seperti menonton video di YouTube atau Netflix — bedanya pengguna juga bisa berinteraksi dengan menggunakan *keyboard*, *mouse*, *touch pad*, dan bahkan HTML5 yang dibuat di web pribadi.
 7. Real-Time Compositing dengan Composure
Di Composure, sebuah *plugin* penggunaan grafik tersedia di Unreal Engine, Epic telah menambahkan beberapa aset baru dari alat untuk membuat pengomposisian menjadi lebih mudah.
Compositing adalah sebuah teknik penggabungan elemen visual dari sumber yang berbeda menjadi sebuah gambar. Dalam industri VFX, pengomposisian sebuah *frame* biasanya mengharuskan untuk *offline* ketika memproses dan bisa makan banyak waktu. Dengan pengomposisian yang dibangun dalam *engine*, pengguna bisa dengan mudah membuat adegan *green-screen* digabung dengan Computer Graphics (CG) dengan *real-time*. Hal tersebut biasanya sangat membantu ketika pravisualisasi, yang mana akan

memberikan direktur untuk bisa membayangkan seperti apa adegan terakhir akan terlihat, atau untuk komposer offline untuk mencari petunjuk. Pengomposisian akan berjalan di *in-editor* dan *in-game*.

8. Mixed Reality Capture
Mixed Reality Capture (MRC) memudahkan untuk menggabungkan rekaman pengguna ke dunia maya.
9. Multi-User Editing
Dengan Multi-User Editing, pengguna bisa menghubungkan banyak contoh dari Unreal Editor untuk bekerja sama dalam sesi pengeditan bersama, membuat dunia maya bersama dengan tim secara *real-time*.
Walaupun begitu Multi-User Editing dibuat untuk virtual film dan program TV, hal yang sama dari kolaborasi langsung yang berpotensi bermanfaat untuk segala skenario ketika banyak pengguna yang mengharuskan untuk bekerja di proyek yang sama. Semua Unreal Engine proyek akan bisa untuk menggunakan Multi-User Editing sehingga mengurangi waktu iterasi, mendapatkan *feedback* dengan cepat dan mendorong kreatifitas dalam tim.
10. Menggunakan Unreal Engine dengan Autodesk ShotGrid
Epic Games telah bekerja sama dengan Autodesk untuk menggabungkan Unreal Engine ke dalam ShotGrid manajemen produksi sitem. Pengguna sekarang bisa membuat Unreal Editor sebuah alat andalan di ShotGrid. Pengguna bisa melakukan *load* aset dari ShotGrid untuk bekerja di dalam Unreal Editor, dan melakukan publikasi aset tersebut dan actor di dalam proyek Unreal Engine kembali ke ShotGrid untuk dikerjakan oleh rekan di dalam organisasi.

Komponen Unreal Engine 5

1. Komponen AI
Komponen AI di UE5 adalah sebuah tipe komponen yang memberikan Pawn

sebuah kemampuan untuk menerima sensor seperti data dari lingkungan sekitar, contohnya dari mana asal suara datang atau jika Pawn tersebut bisa melihat sesuatu.

- a. AI Perception Component
AI Perception Component digunakan untuk mendaftarkan sebagai pendengar rangsangan di dalam AI Perception System dan mengumpulkan daftar ransangan. Update Perception akan terpanggil ketika mendapatkan rangsangan baru.
- b. Pawn Noise Emitter Component
Sebuah Pawn Noise Emitter Component melacak data kejadian suara yang digunakan oleh Sensing Components untuk mendengar sebuah Pawn. Komponen tersebut direncanakan untuk hadir di Pawn atau di Controller.
- c. Pawn Sensing Component
Pawn Sensing Component merangkum pengaturan sensor (contohnya penglihatan dan pendengaran) dan fungsionalitas untuk sebuah Aktor, memberikan kelelahan Aktor tersebut untuk melihat atau mendengar Pawns di dunia maya.

2. Komponen Audio
Komponen Audio di UE5 berfungsi untuk membuat dan mengontrol suara di dalam game.
Komponen Audio membolehkan pengguna untuk menambahkan *Sound Wave* atau *Sound Cue* sebagai sebuah sub objek untuk Aktor, dengan cara menyediakan sumber suara.
Sebagai contoh, pengguna menginginkan sebuah efek partikel yang menyerupai api. Sementara itu efek partikel sendiri bisa digunakan sebagai tampilan dari api itu sendiri, dengan menambahkan Komponen Audio sebagai sebuah sub Aktor untuk memainkan suara dari aset

percikan api, sehingga efek dari api itu sendiri menjadi meyakinkan.

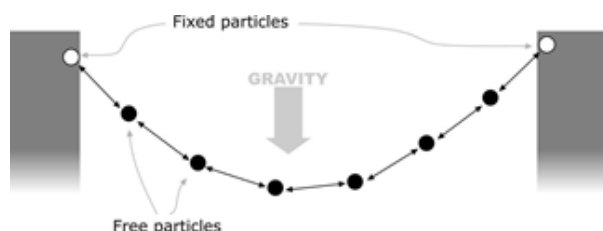
Pengguna bisa mengubah beberapa property atau pengaturan dari Komponen Audio melalui Blueprints atau C++ ketika *runtime* seperti membuat suaranya memudar, memainkan atau membuat berhenti suara secara total, mengatur volume dan pengaturan lainnya yang bisa ditemukan di halaman Sound Actors.

3. Komponen Kabel

Mempunyai kemampuan untuk menambahkan kabel, tali, atau rantai yang bisa berayun layaknya tertiuip angin, bisa menjadi sentuhan yang indah di proyek UE5.

Simulasi dan *Rendering*

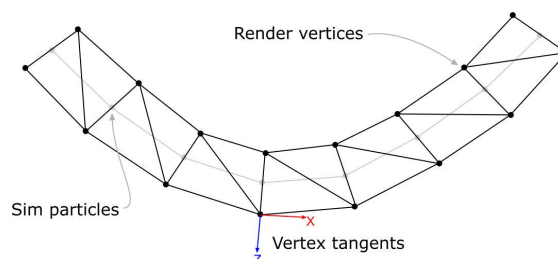
Untuk melakukan simulasi kabel dengan benar, sebuah teknik bernama Verlet Integration, yang umum di tahap pembuatan game. Idanya dengan menampilkan kabel sebagai kumpulan partikel, dengan *distance constraints* di antara partikel. Partikel yang di sisi awal dan akhir adalah tetap, bergerak dengan apapun yang menghubungkan mereka. Yang di tengah bergerak dengan bebas, mengikuti gravitasi. Untuk setiap langkahnya, pengguna harus *update velocity* dan posisi untuk setiap partikel, dan akhirnya menggerakkan partikel tersebut sesuai dengan keinginan. Kekakuan dari kabel tersebut dikendalikan dengan seberapa kali kita mengatur setiap partikel tersebut.



Gambar 6. Partikel Tetap dan Bebas

Sekarang sudah ada sebuah kabel yang terhubung dan sudah bisa mengayun

layaknya tertiuip angin, partikel itu harus di-render. Untuk melakukan render terhadap kabel, sebuah kelas bernama *FCableSceneProxy* dibuat untuk menampilkan kabel yang di-render. Setiap akhir dari Sim partikel telah melewati proxy dari *SendRenderDynamicData_Concurrent*. Berikutnya, update dikunci saat melakukan render, indeks dan vertex buffers melakukan update dan membuat sebuah jaring tabung. Untuk setiap vertex di jaring tabung tersebut, pengguna harus memperhitungkan posisi, tecture UV, dan tiga vektor basis tangen. Ketika melakukan ini, X akan mengarah ke setiap kabel, Z akan mengarah lurus ke kabel, dan Y akan tegak lurus ke X dan Z. Properti ini telah disesuaikan dengan komponen, memberikan kemudahan untuk mengontrol berapa banyak sisinya, radius dari kabel, dan berapa banyak UV yang akan terhubung di setiap kabel.



Gambar 7. Grafik Kabel

D. PENUTUP

Unreal Engine 5 menjadi salah satu *engine* game terbaik saat ini, Epic selaku developer dari Unreal Engine 5 mengemas Unreal Engine 5 dengan cukup baik. Epic menambahkan beberapa fitur yang sangat bisa membantu developer.

Fitur-fitur tersebut adalah Lumen dan Nanite, sebenarnya masih banyak lagi fitur-fitur baru yang diberikan Epic di Unreal Engine 5. Fitur-fitur tersebut berfungsi mempercepat proses pengembangan game, seperti pengurangan sumber daya yang digunakan dan lain sebagainya.

Tentu saja, dibalik fitur yang sangat berguna tersebut terdapat kelemahan Unreal Engine 5. Salah satu kelemahan tersebut adalah Unreal Engine 5 sangat tidak direkomendasikan untuk membuat game *mobile* dikarenakan Unreal Engine 5 memberikan grafis yang menakjubkan sehingga akan membuat game memiliki ukuran yang besar, tidak akan cocok dengan tema game *mobile*.

Tentunya dengan kehadiran fitur tersebut, developer sudah mulai menggunakan Unreal Engine 5 dan akan membawa era di dunia game menjadi lebih modern dan bisa menjadi lebih realistis.

E. DAFTAR PUSTAKA

- IGN. 2022, 18 Mei. What Unreal Engine 5 Means for the Games Industry [Video]. YouTube. <https://youtu.be/b-NJBZ7O29c>
- Unreal Engine. 2021, 10 Desember. The Matrix Awakens: An Unreal Engine 5 Experience [Video]. YouTube. <https://youtu.be/WU0gvPcc3jQ>
- Unreal Engine. 2020, 13 Mei. Unreal Engine 5 Revealed! | Next-Gen Real-Time Demo Running on PlayStation 5 [Video]. YouTube. <https://youtu.be/qC5KtatMcUw>
- Unreal Sensei. 2022, 6 April. 5 Reasons Unreal Engine 5 is a BIG DEAL [Video]. YouTube. <https://youtu.be/cRLnR4Kot2M>
- IGN. 2022, 10 Mei. Unreal Engine 5: Nanite and Quixel Megascans Blur the Line Between Indie and AAA Development [Video]. YouTube. <https://youtu.be/3h4Xq-e9YMU>
- IGN. 2022, 16 Mei. Unreal Engine 5: Lighting New Worlds With Lumen [Video]. YouTube. <https://youtu.be/gBe8tXOxz-A>
- Tara Arts Game Indonesia. 2021, 11 Desember. INI GAME APA BENERAN !? GRAFIKNYA GILA!! [Video]. YouTube. <https://youtu.be/rGZ--3FhZHo>
- IGN. 2022, 5 April. Witcher 4: CD Projekt Discusses Using Unreal Engine 5 - Tech Overview [Video]. YouTube. <https://youtu.be/zO9hRBRmPi8>
- IGN. 2020, 13 Mei. PS5 Unreal Engine 5 Tech Demo [Video]. YouTube. <https://youtu.be/d8B1LNrBpqc>
- IGN. 2021, 30 Desember. Matrix Awakens, Hellblade and the Power of Unreal Engine 5 - Performance Preview [Video]. YouTube. <https://youtu.be/PyZsPLpFEc4>
- <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/unreal-engine-5-is-now-available>
- Tarantola, A. (2020). Epic Games teases its new, nearly-photorealistic Unreal Engine 5. Engadget.
- McWhertor, M. (2020). Here's Unreal Engine 5 running on the PlayStation 5. Polygon.
- Papadopoulos, J. (2015). Epic's Tim Sweeney Says That Unreal Engine 1 May One Day Go Open Source. DSOGaming.
- Linder-Fattah, K. (2015). Absention – Say Hello To A VR Ready Survival Horror Game Powered By Unreal Engine 4. WCCF Tech.
- Plante, C. (2015). Why video game engines may power the future of film and architecture. The Verge.