



Implementasi Perbandingan dan Optimalisasi Teknik 3D Rendering pada Objek Animasi Profil Fakultas Teknik Universitas Gajah Putih Takengon

Hendri Syahputra¹, Mahmuda Saputra², Buge Cipta Wijaya³

^{1,2,3}Universitas Gajah Putih, Aceh, Indonesia

andreseptian905@gmail.com

Abstract

The appeal of 3D animation as a means of information media such as making films, posters, and video advertisements is becoming popular today. One of the open source application programs to support the creation of animations such as the Blender software in 3D rendering techniques on the profile of the engineering faculty at Gajah Putih University Takengon, in particular, the difference in quality and rendering time between cycles and Eevee, the stage for producing an animation work requires pre-production data collection, production, to post-production using cycles and Eevee techniques. The quality and rendering time of the animations produced are of course different between those made using a home computer and those made with a professional studio computer, this is because a home computer will not be able to render animation if it follows the method used like a professional studio computer, therefore Blender provides two options. rendering engines in the application are "EEVEE" and "CYCLES" so that users can choose for themselves what rendering techniques can be applied. With this technique to find out the results of the quantity and quality of rendering like what is more efficient in using this technique.

Keywords : 3D Animation, Blender, Eevee, Cycles.

Abstrak

Daya tarik animasi 3D menjadi sebagai sarana media informasi seperti pembuatan film, poster dan video iklan menjadi populer saat ini. Salah satu Program aplikasi *opensource* untuk mendukung pembuatan animasi seperti perangkat lunak *Blender* dalam teknik 3D rendering pada profil fakultas teknik Universitas Gajah Putih Takengon, khususnya perbedaan kualitas dan waktu rendering antara *cycles* dan *eevee*, tahap untuk menghasilkan sebuah karya animasi dibutuhkan pengumpulan data praproduksi, produksi, hingga pascaproduksi menggunakan teknik *cycles* dan *eevee*. Kualitas dan waktu rendering animasi yang dihasilkan tentunya berbeda antara yang dibuat menggunakan komputer rumahan dan yang dibuat dengan komputer studio profesional, hal ini dikarenakan komputer rumahan tidak akan sanggup merendring animasi jika mengikuti cara yang digunakan seperti komputer studio profesional, oleh karena itu *blender* menyediakan dua pilihan *rendering engine* pada aplikasinya yaitu "EEVEE" dan "CYCLES" agar pengguna dapat memilih sendiri teknik rendering seperti apa yang bisa diterapkan. Dengan teknik tersebut untuk mengetahui hasil kuantitas dan kualitas rendering seperti apa yang lebih efisien dalam penggunaan teknik tersebut.

Kata kunci: Animasi 3D, Blender, Eevee, Cycles.

JIDT is licensed under a Creative Commons 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi *Computer-Generated Imagery* (CGI) dalam hal pemanfaatan grafis komputer untuk proses pembuatan gambar, *video game*, simulasi, animasi komputer, *visual effects* (VFX), dan sebagainya. Bentuk gambar yang dihasilkan bisa saja dinamis ataupun statis yang pada umumnya berbentuk 2 dimensi [1], [7], [8], [10], walaupun "CGI" biasanya dikaitkan dengan animasi 3 Dimensi yang sering digunakan untuk membuat karakter, adegan dan spesial efek yang biasa disebut "CGI animasi". CGI digunakan pertama kali pada film tahun 1987 yang berjudul "*Flight of the Navigator*".

Awal hadirnya *sinematografi virtual* merupakan evolusi CGI pada tahun 1990-an dimana sudut pandang kamera tidak lagi dibatasi oleh hukum sains. Ketersediaan perangkat lunak CGI dan peningkatan kecepatan komputer telah memungkinkan seniman individu dan perusahaan kecil untuk memproduksi film, *video game*, dan seni rupa dari rumah sendiri. Dan tidak terbatas sampai disitu implementasi grafik tiga dimensi dalam bentuk model 3D juga sering digunakan banyak orang dalam pembuatan model desain kendaraan, pakaian, bangunan atau karakter [9], [12], [13], [15], [16].

Komputer yang mengkonversi poses model grafis 3D ke dalam bentuk gambar 2D di komputer ini disebut sebagai 3D Rendering. 3D rendering adalah representasi dua dimensi dari model bingkai gambar (*wireframe*) pada komputer yang memberikan beberapa opsi seperti tekstur, warna, dan material. 3D rendering selalu terlihat dalam keseharian, tapi sebagian besar banyak yang tidak menyadari keberadaannya [11], [14], [19], [20].

Konsep dasar *rendering* atau *sintesis* gambar adalah proses menghasilkan gambar *fotorealistik* atau *non-fotorealistik* dari model 2D atau 3D melalui program komputer, gambar yang dihasilkan disebut sebagai *render*. Beberapa model didefinisikan dalam file adegan yang berisi objek dalam bahasa atau struktur data yang ditentukan secara terseleksi. File adegan ini berisi informasi *geometri*, sudut pandang, *tekstur*, pencahayaan, dan bayangan yang menggambarkan adegan *virtual*. Data yang terkandung dalam file adegan kemudian diteruskan ke program *rendering* untuk diproses dan dikeluarkan ke gambar digital atau file gambar *grafik raster (bitmap)*. Istilah "*rendering*" dianalogikan dengan konsep kesan seniman terhadap sebuah adegan dan juga digunakan untuk menggambarkan proses penghitungan efek dalam program pengeditan video untuk menghasilkan *output video* akhir [4], [5].

Animator profesional film, televisi, dan *video game* dapat membuat animasi *fotorealistik* dengan detail tinggi dalam prosesnya animasi komputer dapat dibuat dengan komputer dan perangkat lunak animasi. Beberapa animasi yang mengesankan dapat dicapai bahkan dengan program dasar, namun *rendering* dapat membutuhkan banyak waktu pada komputer rumahan. Tingkat kualitas animasi film ini membutuhkan waktu yang lama untuk dibuat di komputer rumahan. Maka dari itu perusahaan *studio animasi* dan pengembang *video game* banyak menggunakan komputer stasiun kerja (*workstation computer*) yang kuat. Komputer stasiun kerja menggunakan dua hingga empat prosesor, dan mereka jauh lebih kuat daripada komputer rumahan, dan dikhususkan untuk *rendering*. Banyak *workstation* dijadikan sebagai "*render farm*" dengan cara dihubungkan bersama untuk secara efektif bertindak sebagai komputer raksasa agar mempercepat proses *rendering*. menghasilkan film animasi komputer dapat menghabiskan waktu sekitar satu hingga lima tahun (praproduksi, produksi, hingga pascaproduksi) dengan

2. Metodologi Penelitian

Animasi merupakan metode di mana gambar dimanipulasi untuk tampil sebagai gambar objek bergerak. Dalam animasi tradisional, gambar digambar atau dilukis dengan tangan pada lembaran seluloid transparan untuk difoto dan dipamerkan di film. Saat ini, sebagian besar animasi dibuat dengan *computer-*

workstation komputer. Dengan komputer yang lebih mahal dapat membuat lebih cepat karena perangkat keras yang lebih maju secara teknologi yang dikandungnya. Studio Profesional juga menggunakan kamera *film digital*, *motion / performance capture*, *bluescreens*, perangkat lunak pengedit film, properti, dan alat lain yang digunakan untuk animasi film [17].

Berdasarkan hal tersebut dengan adanya program aplikasi *opensource* seperti Blender memungkinkan orang-orang yang tidak mampu membeli perangkat lunak animasi dan perangkat *rendering* yang mahal dapat bekerja dengan baik, cara kerja yang menyerupai peralatan kelas komersial. Namun walaupun dengan perangkat lunak Blender kualitas animasi yang dihasilkan tentunya berbeda antara yang dibuat menggunakan komputer rumahan dan yang dibuat dengan komputer *studio professional*, hal ini dikarenakan komputer rumahan tidak akan sanggup *merender* animasi jika mengikuti cara yang digunakan seperti komputer *studio professional*, oleh karena itu blender menyediakan dua pilihan *render engine* pada aplikasinya yaitu "*EEVEE*" dan "*CYCLES*" agar pengguna dapat memilih sendiri *rendering* seperti apa yang diinginkan.

Mesin render *fotorealistik* merupakan *cycle render engine* berdasarkan teknik *ray tracing* yang terdapat pada aplikasi Blender. Tetapi ini membutuhkan sumber daya yang intensif dan perangkat keras yang kuat untuk dijalankan, sehingga pada prakteknya pengguna sering mengalami kesalahan program akibat ketidakmampuan perangkat keras seperti waktu *rendering* yang sangat lama, program tidak merespon, *bluescreen* dan sebagainya. Sementara *eevee render engine* yang singkatan dari *Extra Easy Virtual Environment Engine* adalah mesin render yang bekerja mirip dengan kebanyakan *game engine*, hal ini memungkinkan komputer bekerja lebih cepat dengan penggunaan daya lebih kecil.

Perbandingan teknik 3D *rendering* pada *Cycles render* dan *Eevee render* menggunakan aplikasi Blender yang merupakan *software opensource* untuk mengetahui tingkat perbandingan kecepatan *render*, ukuran file hasil *rendering* dan kualitas hasil *rendering* pada kedua *render engine* sehingga aktualisasi untuk mengoptimalkan dan meningkatkan kecepatan *rendering* dengan kualitas *rendering* tetap baik [2], [3], [18], [20].

generated imagery (CGI) [1], [14], [19]. Animasi Komputer adalah Proses yang digunakan untuk menghasilkan gambar animasi secara digital. Istilah *Computer-Generated Imagery (CGI)* adalah penggunaa grafik komputer untuk membuat gambar, *video game*, simulasi, animasi komputer, *visual effects (VFX)*, dan sebagainya. Gambar yang dihasilkan bisa saja dinamis ataupun statis, yang berbentuk dua dimensi, walaupun "*CGI*" biasanya dikaitkan dengan animasi tiga Dimensi

yang sering digunakan untuk membuat karakter, adegan dan spesial efek yang biasa disebut “CGI animasi”. Sedangkan animasi komputer hanya mengacu pada gambar bergerak. Animasi komputer modern biasanya menggunakan grafik komputer 3D untuk menghasilkan gambar dua dimensi, meskipun grafik komputer 2D masih digunakan untuk *style*, *bandwidth* rendah, dan *rendering* waktu nyata (*real-time rendering*) yang lebih cepat. Pada animasi 3D, objek (model) dibuat di monitor komputer (dimodelkan) dan kemudian dipasang dengan kerangka virtual. Untuk animasi gambar 2D, objek terpisah (ilustrasi) dan lapisan transparan terpisah digunakan dengan atau tanpa kerangka virtual tersebut. Kemudian anggota badan, mata, mulut, pakaian, dan lain lain. Dari gambar tersebut digerakkan oleh animator pada bingkai kunci. Perbedaan tampilan antara bingkai kunci secara otomatis dihitung oleh komputer dalam proses yang dikenal sebagai *tweening* atau *morphing*. Dan akhirnya animasi di *render*.

Pembuatan beberapa model tiga dimensi menggunakan *subdivision surface* untuk menambah *polygon* dan mengaktifkan *shade smooth* agar pada bagian tepi terlihat lebih halus. Dalam pembuatan animasi diperlukannya komputer spek yang tinggi untuk mendukung proses *rendering*

2.1. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

2.1.1 Tahap pengumpulan data

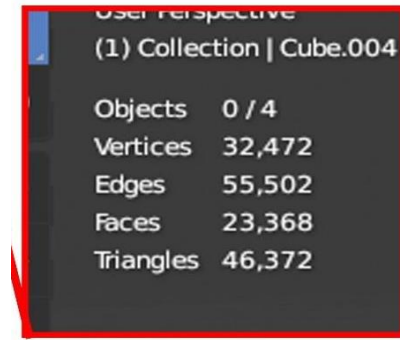
Tahap pengumpulan data merupakan langkah awal dalam melakukan penelitian ini. Dilakukan studi literatur pengumpulan data yang didapat dari beberapa literatur yang mengangkat permasalahan mengenai teknik *rendering Cycles* dan *Eevee*.

2.1.2. Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan pada teknik *rendering Cycles* dan *Eevee* adalah Model 3D yang proses pembuatannya menggunakan aplikasi Blender 3D. Model dan tekstur di dapatkan juga situs – situs gratis objek tiga dimensi. Pembuatan beberapa model tiga dimensi menggunakan *subdivision surface* untuk menambah *polygon* dan mengaktifkan *shade smooth* agar pada bagian tepi terlihat lebih halus.



Gambar 1 model 3 D Proyektor



User Perspective	
(1) Collection Cube.004	
Objects	0 / 4
Vertices	32,472
Edges	55,502
Faces	23,368
Triangles	46,372

Gambar 2. Jumlah *vertices*

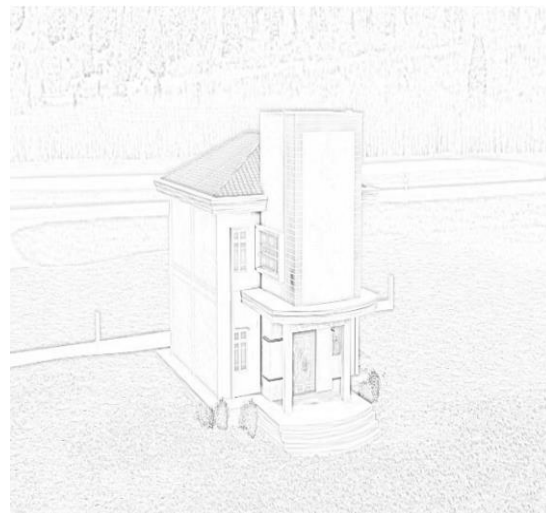
2.2. Pra – Produksi

Pra- produksi merupakan langkah-langkah awal dalam membuat sebuah film animasi. Fase ini merupakan proses pencarian ide, membuat konsep, dan membuatnya menjadi nyata. Sebelum memulai sebuah film animasi, di perlukan konsep yang mendasar agar pelaksanaannya dapat dilakukan dengan baik.

2.3. Storyboard

Storyboard merupakan sekumpulan representasi gambar maupun foto yang menunjukkan garis besar dari alur cerita sebuah film.

Berikut adalah sketsa gambaran adegan yang akan dibuat



Gambar 3. sketsa Gedung Fakultas Teknik Universitas Gajah Putih

Gambar 3. menggambarkan sketsa sudut pandang bangunan gedung yang tampak posisi depan maupun posisi samping dinding pada bangunan gedung layanan akademik di gedung fakultas teknik Universitas Gajah Putih.



Gambar 4. sketsa ruang Lab Fakultas Teknik Universitas Gajah Putih

Gambar 4. menggambarkan sketsa sudut pandang ruang Lab fakultas teknik yang tampak posisi meja dan komputer di gedung fakultas teknik Universitas Gajah Putih.

2.4 Pengumpulan aset

Dalam penelitian ini penulis mengumpulkan tiga aset model dan tekstur dengan cara membuat sendiri, mengambil dari situs – situs gratis objek tiga dimensi, dan juga mengambil dari penelitian terdahulu.

2.5. Pasca – Produksi

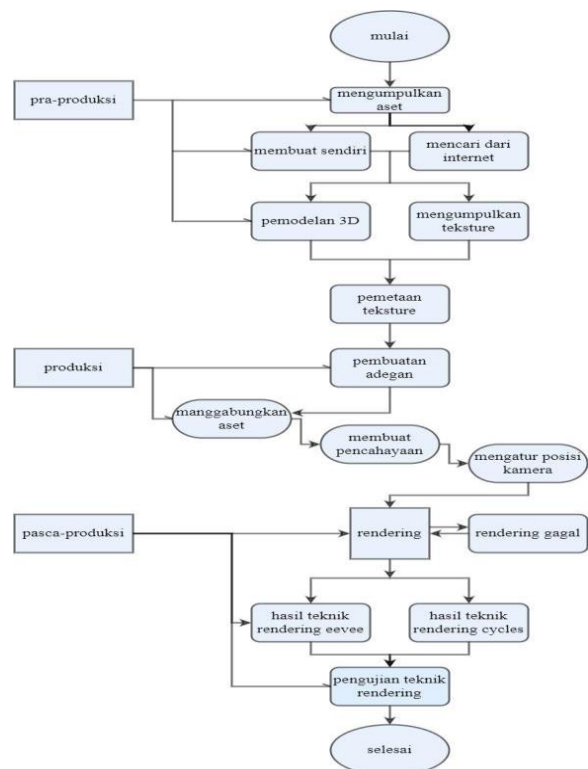
Pasca produksi merupakan salah satu tahap dari bagian pembautan film. Tahap ini dilakukan sesudah tahap produksi film dilakukan.

2.5.1. Pengujian teknik *rendering*

Pengujian hasil dari kedua teknik *rendering* tersebut keluar dalam bentuk foto maupun video, kemudian akan dilakukan perbandingan dalam hal kecepatan dan kualitas *rendering*. Pengujian akan dilakukan dengan cara menyesuaikan banyaknya jumlah *vertices* yang dibutuhkan pada satu adegan seperti yang dicontohkan pada Gambar 1 sampai 2 merupakan model objek 3 D Proyektor dan jumlah *vertices*, menghitung kecepatan proses *rendering*, melihat seberapa besar *file output render* yang dihasilkan dengan menggunakan komputer rumahan yang dimiliki.

2.6. Kerangka Kerja Pra Produksi sampai Pasca Produksi

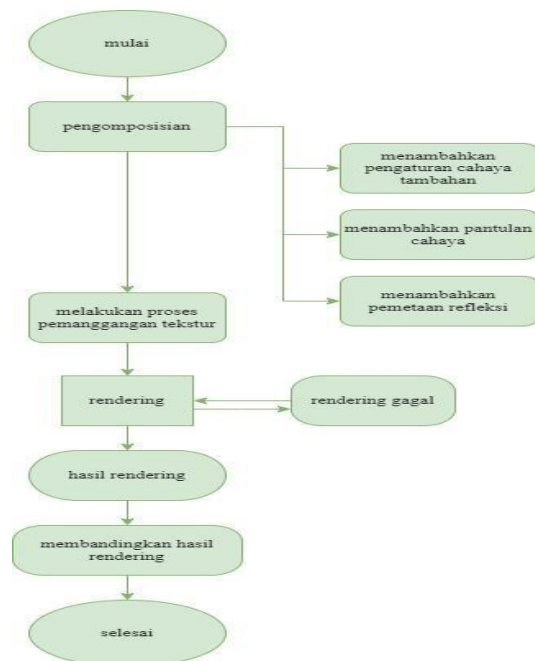
Kerangka kerja pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada gambar 5 sebagai berikut:



Gambar 5. kerangka kerja Pra Produksi sampai Pasca Produksi.

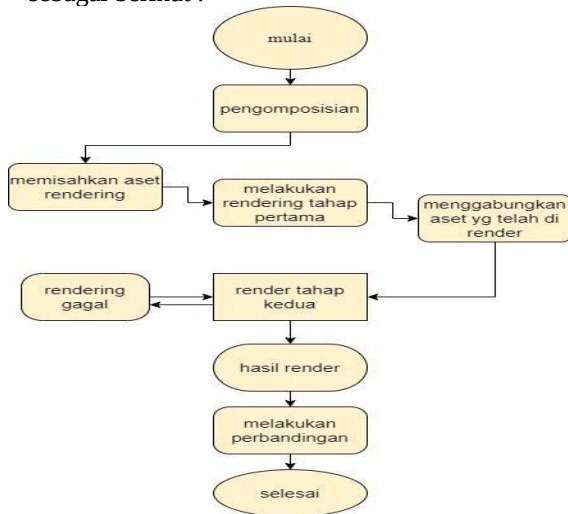
2.7. Teknik *render eevee*

Adapun alur kerangka kerja modifikasi komposisi teknik *rendering Eevee* dapat dilihat pada gambar 6 sebagai berikut :

Gambar 6. kerangka kerja teknik *render eevee*.

2.8. Teknik *render cycles*

Adapun alur kerangka kerja modifikasi komposisi teknik *rendering Cycles* dapat dilihat pada gambar 7 sebagai berikut :



Gambar 7. kerangka kerja teknik *render cycles*.

3. Hasil dan Pembahasan

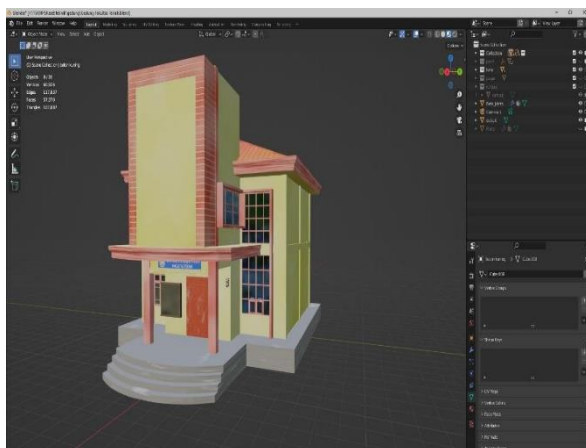
Tahapan-tahapan mengumpulkan aset, pembuatan adegan, *rendering*, pengujian teknik *rendering* dan pengoptimalan teknik *rendering* secara lebih rinci.

3.1. Proses tahapan penelitian

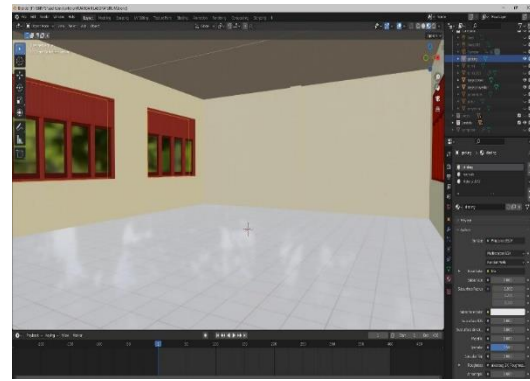
Pada tahap ini akan dilakukan proses pemodelan, pemetaan tekstur, adegan, kemudian juga menambahkan pencahayaan, agar nantinya dapat ditampilkan secara utuh dalam bentuk visual maupun video.

3.1.1. Pemodelan dan Pemetaan Tekstur

Pada tahapan ini kita akan membuat objek-objek 3D model yang sudah tersedia akan diberi tekstur, warna, atau detail yang diperlukan untuk membuat hasil render nantinya terlihat lebih nyata:



Gambar 8. Proses model dan tekstur gedung fakultas teknik



Gambar 9. Proses model dan tekstur objek ruang laboratorium komputer

Pada gambar 8 sampai dengan gambar 9 menjelaskan tahapan proses pembentukan objek model yang menggunakan teknik *primitive modeling*, teknik teknik ini merupakan teknik dasar pemodelan 3D ini menggunakan objek-objek solid yang sudah ada pada standar geometri. Objek-objek yang dimaksud adalah *box*, *sphere*, *cylinder*, *plane* dan objek standar lainnya. Tahapan proses selanjutnya teknik pemetaan tekstur digunakan untuk membuat *tekstur* pada objek tampak realistis seperti dunia nyata.

3.2. Rendering

Dalam tahapan ini objek-objek model 3D yang telah disusun ke dalam sebuah adegan tadinya akan disusun secara otomatis oleh program kedalam sebuah bahasa atau data struktur, bisa berupa geometri, sudut pandang, tekstur, Pencahayaan, dan informasi bayangan sebagai sebuah deskripsi dari adegan virtual, yang kemudian nantinya dapat ditampilkan dalam bentuk visual maupun video. Disini kita akan melakukan proses *rendering* dengan teknik *rendering cycles* dan juga teknik *rendering eevee*.

Disini kita akan melakukan proses *rendering* dengan teknik *rendering cycles* dan juga teknik *rendering eevee*.



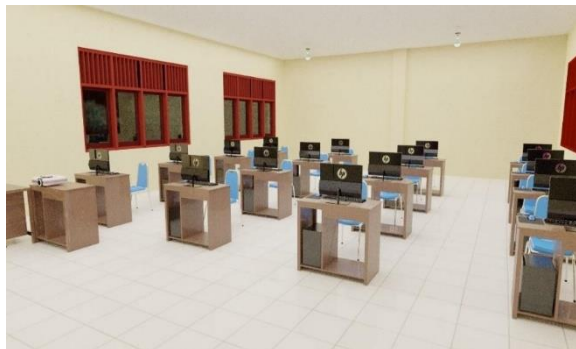
Gambar 10. Hasil *rendering eevee* gedung fakultas teknik



Gambar 11. Hasil rendering cycles gedung fakultas teknik



Gambar 12. Hasil rendering eevee objek ruang Lab Fakultas



Gambar 13. Hasil rendering cycles objek ruang Lab Fakultas

Tahapan rendering pada gambar 10 sampai gambar 13 menggunakan teknik *Physically Based Rendering* atau PBR. Teknik ini adalah teknik merender untuk mendapatkan / mendekati hasil akhir yang realistis. Teknik PBR sering dipakai untuk pembuatan *games* hingga perfilman.

3.4. Pengujian teknik rendering

Setelah hasil dari kedua teknik rendering tersebut keluar dalam bentuk visual maupun video, kemudian akan dilakukan perbandingan dalam hal kecepatan dan kualitas rendering. Pengujian akan dilakukan dengan cara menyesuaikan banyaknya jumlah vertices yang dibutuhkan pada satu adegan, menghitung kecepatan proses rendering, melihat seberapa besar file output render yang dihasilkan dengan menggunakan komputer

rumahan yang dimiliki. 3.3.1. Jumlah vertex jumlah vertex yang dibutuhkan untuk adegan gedung fakultas teknik adalah 1,431,077 titik, dan untuk adegan ruang laboratorium memiliki vertices sebanyak 1,638,433 titik.

3.5. Hasil perbandingan teknik rendering eevee

Hasil perbandingan teknik rendering eevee dan cycles akan dilihat dari kuantitas dan kualitas render, berikut rincian tabelnya sebagai berikut.

Tabel 1. perbandingan kuantitas hasil teknik rendering

No	Teknik rendering	Waktu rendering	Ukuran penyimpanan
1.	Eevee gedung	34.41 detik	289 KB
2.	Cycles gedung	1 menit 30.22 detik	420 KB
3.	Eevee laboratorium	14.28 detik	215 KB
4.	Cycles laboratorium	3 menit 11.62 detik	497 KB

Tabel 2. perbandingan kualitas hasil teknik rendering

No	Teknik rendering	Bayangan	Kontak bayangan	Pantulan bayangan	Kontak cahaya	Detail tekstur	Noise
1.	Eevee gedung	✗	✗	✗	✗	✓	✗
2.	Cycles gedung	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.	Eevee laboratorium	✗	✗	✗	✗	✓	✗
4.	Cycles laboratorium	✓	✓	✓	✓	✓	✓

3.5.1. Hasil perbandingan Teknik Eevee dan Cycles

Tabel 3. Perbandingan kuantitas hasil rendering teknik Eevee dan Cycles

No	Teknik	Waktu rendering	Ukuran penyimpanan
1.	Eevee	44.14 detik	353 KB
2.	Cycles	1.29 detik	2.79 MB

Tabel 4. Perbandingan kualitas hasil rendering teknik Eevee dan Cycles

No	Teknik	baya ngan	Kontak baya ngan	Pantu lan Baya ngan	Kontak cahaya	Detail tekstur	noise
----	--------	--------------	------------------------	------------------------------	------------------	-------------------	-------

1	Non-komposisi	✓	✓	✓	✓	✓	✗
2	komposisi	✓	✓	✓	✓	✓	✗

4. Kesimpulan

implementasi dan optimalisasi teknik *rendering eevee* dan *cycles*: mempunyai perbedaan dalam teknik *rendering eevee* dapat dirender dalam waktu yang lebih singkat cenderung memiliki ukuran penyimpanan yang lebih kecil. Setelah menambahkan teknik komposisi gambar yang dihasilkan dari teknik *rendering eevee* mengalami peningkatan, bahkan dapat menyaingi gambar dari teknik *rendering cycles*. Dalam hal waktu teknik *rendering cycles* memiliki waktu *rendering* yang cenderung lebih lama, dan memiliki ukuran penyimpanan yang lebih besar. Setelah memisahkan aset *rendering* dan memberikan *de-noise* waktu untuk melakukan perenderan menjadi lebih singkat, dan kualitas gambar menjadi lebih baik, dan tentu saja tanpa adanya *noise*.

Menurut hasil pengujian yang dilakukan teknik *rendering cycles* lebih baik daripada *eevee* untuk *merender animasi photo realistic* yang biasa digunakan didalam dunia *design* kendaraan, pakaian, rumah dan juga untuk memudahkan CGI didalam *film – film live action*, walaupun dengan kendala waktu *rendering* yang lebih lama. Sedangkan teknik *rendering eevee* ini lebih cocok digunakan untuk *merender animasi non-photo realistic* seperti film kartun, dan juga *video game*.

Daftar Rujukan

- [1] Hardisaraswati, R. (2021). *TA: Analisis Penggunaan Teknologi Computer Generated Imagery (CGI) pada Film Wiro Sableng* (Doctoral dissertation, Universitas Dinamika).
- [2] Aryanto, A., Umar, T. H. M., & Winarso, D. (2020). Analisis Perbandingan Teknik 3D Rendering Cycles Dan Eevee Pada Software Blender. *Jurnal Fasilkom*, 10(1), 11-19. DOI: <https://doi.org/10.37859/jf.v10i1.1902>.
- [3] Rizqi, G., & Suhendra, A. (2019). Pembuatan Lingkungan Virtual 3D Yang Berintegrasi dengan Data Gerakan Dari Motive Pada Simulasi Ruangan. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 23(1), 11-20. DOI: <http://dx.doi.org/10.35760/ik.2018.v23i1.2063>.
- [4] Blender.org (25 juni 2011) "the freedom to create". Diakses 18 mei 2022, dari <https://www.blender.org/about/>.
- [5] Handayani, U. (2017). *Pembuatan Film Pendek Animasi 3D Tentang Edukasi Bahaya Narkoba* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Batam).
- [6] Wijaya, A. B., & Albana, I. Implementasi Render Engine EEVEE Pada Teknik Perancangan Video Animasi Station ID TV. DOI: <https://journal.educollabs.org/>
- [7] Hartawan, I. N. B., & Dirgayusari, A. M. (2018). Analisis Rendering Video Animasi 3D Menggunakan Aplikasi Blender Berbasis Network Render. *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)*, 1(1), 25-33. DOI: <https://doi.org/10.31598/jurnalresistor.v1i1.223>.
- [8] Hermawan, H., Albana, I., Prasetyo, A. B., & Deden, D. (2021). Penerapan Pencahayaana Pada Animasi Tiga Dimensi Teater Merah Putih Untuk Mengatur Dinamika Dan Kualitas Gambar Animasi. *Jurnal Riset Teknologi dan Inovasi Pendidikan (Jartika)*, 4(1), 49-58.
- [9] Zanitra, R. L., & Sari, J. N. (2022). Pembuatan Video Animasi 3D Company Profile Kampus Politeknik Caltex Riau Menggunakan Teknik Low Poly. *Jurnal Infomedia: Teknik Informatika, Multimedia & Jaringan*, 7(2), 95-100. DOI: <http://dx.doi.org/10.30811/jim.v7i2.3204>.
- [10] Bustari, M., Rahman, S., & Usman, A. (2021). Perancangan Interior Kantin Modern Universitas Harapan Medan Fakultas Teknik Dan Komputer Berbasis 3d. *METHOMIKA: Jurnal Manajemen Informatika & Komputerisasi Akuntansi*, 5(2), 169-175. DOI: <https://doi.org/10.46880/jmika.Vol5No2.pp169-175>.
- [11] Limbong, T., & Simarmata, J. (2020). *Media dan Multimedia Pembelajaran: Teori & Praktik*. Yayasan Kita Menulis.
- [12] Ardi, A., Nurrahman, A. R., Aurum, E. V., & Styawan, B. (2022). 3D Animasi Menggunakan Blender 3D Sebagai Media Promosi Pada Usaha Kafe. *Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 11(3), 741-752. DOI: <https://doi.org/10.35889/jutisi.v11i3.983>.
- [13] Putra, F. D. B. S., Umar, R., & Sunardi, S. (2020). Visualisasi Museum Muhammadiyah Menggunakan Teknologi Augmented Reality. *JUST IT: Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi dan Komputer*, 11(1), 81-89. DOI: <https://doi.org/10.24853/justit.11.1.81-89>.
- [14] Novaliendry, D., KOM, S., & KOM, M. (2020). *PENGENALAN VISUALISASI 3D BLENDER 2.80*. Penerbit CV. SARNU UNTUNG.
- [15] Syahputra, H., & Sahrin, A. (2020). Desain Animasi 3d Profil Fakultas Teknik Universitas Gajah Putih Takengon. *Pixel: Jurnal Ilmiah Komputer Grafis*, 13(2), 150-159. DOI: <https://doi.org/10.51903/pixel.v13i2.926>.
- [16] Hidayat, R., Gunawan, H., & Susandi, D. (2019). Pembuatan Video Profil Perusahaan Berbasis Animasi 3D di PT. Krakatau Insan Mandiri. *Jurnal Sistem Informasi dan Informatika (Simika)*, 2(1), 64-80. DOI: <https://doi.org/10.47080/simika.v2i1.353>.
- [17] Caesaria, C. A., Jannah, M., & Nasir, M. (2020). Pengembangan Video Pembelajaran Animasi 3D Berbasis Software Blender Pada Materi Medan Magnet. *Southeast Asian Journal of Islamic Education*, 3(1), 41-57. DOI: <https://doi.org/10.21093/sajie.v3i1.2918>.
- [18] Rao, G. R. K., Sgar, P. V., Bikku, T., Prasad, C., & Cherukuri, N. (2021, October). Comparing 3D rendering engines in blender. In *2021 2nd International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC)* (pp. 489-495). IEEE. DOI: [10.1109/ICOSEC51865.2021.9591800](https://doi.org/10.1109/ICOSEC51865.2021.9591800)
- [19] Novaliendry, D., KOM, S., & KOM, M. (2020). *PENGENALAN VISUALISASI 3D BLENDER 2.80*. Penerbit CV. SARNU UNTUNG.

- [20] Astuti, I. A., Purwanto, I. H., Hidayat, T., Satria, D. A., & Purnama, R. (2022, September). Comparison of Time, Size and Quality of 3D Object Rendering Using Render Engine Eevee and Cycles in Blender. In *2022 5th International Conference of Computer and Informatics Engineering (IC2IE)* (pp. 54-59). IEEE. DOI: [10.1109/IC2IE56416.2022.9970186](https://doi.org/10.1109/IC2IE56416.2022.9970186)