
ANALISIS PERBANDINGAN TEKNIK 3D RENDERING CYCLES DAN EEVEE PADA SOFTWARE BLENDER

Tengku Hisyam Muhammad Umar¹⁾, Aryanto²⁾, Doni Winarso³⁾

¹Fakultas Ilmu komputer, Universitas Muhammadiyah Riau (penulis 1)
email: 17042088@student.ac.id

²Fakultas Ilmu komputer, Universitas Muhammadiyah Riau (penulis 2)
email: aryanto@umri.ac.id

³Fakultas Ilmu komputer, Universitas Muhammadiyah Riau (penulis 3)
email: doniwinarso@umri.ac.id

Abstract

This research discusses the analysis comparison of three-dimensional rendering techniques between the Cycles with rendering Eevee in opensource software Blender 3D. The test results will help each CG Artist or three-dimensional application user to choose a suitable rendering engine for the creation or 3D artwork they are working on. The rendering technique analyzed is a Cycles render that represents the type of Pre-rendering Engine whose rendering process can take a long time due to complicated processing, then Eevee is a Real-time rendering process that does not require a long time rendering itself, because the process itself is done by realtime. Vertices and Texture are used as measurement parameters for the both technical rendering test. Analysis comparison of Cycles and Eevee will result in testing of rendering speed, output render file size, and image quality of rendering results. The results of this study can state that Eevee outperforms the Cycles in the rendering speed, Cycle and Eevee at the output render makes not much different file size, and the image quality of the rendering states Eevee is superior to Cycle.

Key word : Blender, Cycles, Eevee, Rendering.

Abstrak [Times New Roman 11]

Penelitian ini membahas tentang menganalisis perbandingan teknik rendering tiga dimensi antara render Cycles dengan render Eevee yang ada didalam perangkat lunak opensource Blender 3D. Hasil pengujiannya akan membantu setiap CG Artist atau pengguna aplikasi tiga dimensi dalam memilih render engine yang cocok untuk karya atau 3D Artwork yang mereka kerjakan. Teknik render yang dianalisis yaitu Cycles yang merupakan jenis render engine pre-rendered yang proses rendernya bisa menghabiskan waktu lama karena pemrosesannya yang rumit, kemudian Eevee merupakan real-time render yang proses render-nya sendiri tidak begitu membutuhkan waktu yang lama, karena prosesnya sendiri dilakukan secara realtime. Vertices dan Texture digunakan sebagai parameter pengukuran untuk pengujian kedua teknik rendering. Analisis perbandingan Cycles dan Eevee akan menghasilkan pengujian kecepatan render, ukuran file hasil render, dan kualitas gambar dari hasil render. Hasil dari penelitian ini mampu menyatakan bahwa Eevee mengungguli Cycles dalam dalam perbandingan kecepatan rendering, Cycles dan Eevee pada output hasil render tidak jauh berbeda ukuran file-nya, dan kualitas gambar dari render menyatakan Eevee lebih unggul dibandingkan Cycles.

Kata kunci : Blender, Cycles, Eevee, Rendering.

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Implementasi grafik tiga dimensi dalam bentuk model 3D telah sering digunakan banyak orang dalam pembuatan desain kendaraan, pakaian, bangunan atau karakter. Bahkan grafik tiga dimensi saat ini dibutuhkan dalam industri kreatif, baik itu dalam produksi film animasi atau film yang menggunakan *visual effect*, serta dalam pembuatan video gim. Menurut Monkbot (2019) proses grafis 3D pada komputer yang mengkonversi model 3D ke dalam bentuk gambar 2D di komputer disebut sebagai 3D *Rendering*. Render 3D dapat mencakup efek *photorealistic* atau gaya *non- photorealistic* (Monkbot, 2019).

3D rendering adalah representasi dua dimensi dari model *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. Mungkin jarang disadari bahwa sebagian besar produk iklan, setidaknya sampai taraf tertentu, menggunakan visualisasi *rendering 3D*. Karya seni digital berbasis tiga dimensi dapat ditemukan pada lembaran majalah, di layar televisi, di sampul buku, dan ada di mana saja dalam bentuk media cetak maupun media layar. (Easyrender, 2019).

Rendering engine yang membutuhkan perangkat keras yang begitu memadai harus selalu berhadapan dengan kecepatan *rendering*. Kecepatan *rendering* menjadi masalah pada setiap orang yang berada di industri kreatif yang bisa menghabiskan waktu hanya untuk menunggu *render-an*, sehingga membuat komputer yang digunakan belum bisa disentuh sama sekali, dikarenakan seluruh perangkat keras yang tertanam pada komputer sedang digunakan seluruhnya untuk melakukan proses *rendering*. Menurut Steve Theodore (2016) dalam menjawab diskusinya di *Quora*, render yang berkualitas biasa membutuhkan waktu hingga lima menit, render yang kualitasnya lebih baik membutuhkan waktu hingga satu jam, sedangkan render yang lebih bagus lagi

kualitasnya bisa menghabiskan waktu hingga semalaman. Hal ini sudah terjadi semenjak awal tahun 90-an, meskipun jumlah daya komputasi yang tersedia untuk *CG Artist* sekarang sudah 30.000 kali lebih besar kemudahannya daripada saat itu. Mengenai *render* hingga lima menit, kebanyakan orang masih rela menoleransi hal tersebut. Namun, render yang mencapai waktu satu jam, bisa terasa cukup lama. Dan render yang menghabiskan waktu semalaman, hanya bisa dilakukan oleh *CG Artist* yang sangat penyabar dan mampu menunggunya hanya untuk melihat hasil renderan (Theodore, 2016).

Menurut Michael Hugh Anderson (2006) dalam penelitiannya menyatakan bahwa banyaknya kebutuhan memori untuk penyimpanan dan banyak waktu yang dibutuhkan untuk pemrosesan dapat dialami ketika merender semua *vertices* (Anderson, 2008:1). Menurut Marisa Lewis (2017) *vertices (vertex)* adalah sebuah titik dalam 3D dimana dua atau lebih *edge* bertemu, *edge* adalah sebuah garis yang terkoneksi antara 2 *vertices*, dan *face* tercipta antara *edges* yang bisa diwarnai atau dicat (Lewis, 2017:16). Kecepatan *rendering* bisa meningkat jika jumlah dari piksel pada tekstur (*texels*) yang sedang diproses berjumlah sedikit dibandingkan tekstur sederhana (Dobbins, 2012:54). *Texture* merupakan salah satu aset layaknya geometri, yang membutuhkan banyak *RAM* pada komputer, dan pada tingkat yang lebih rendah, ukuran dan resolusinya dapat memengaruhi waktu *render*. Secara keseluruhan kebutuhan ruang penyimpanan untuk tekstur pada *hard drive* bisa lebih besar dari ukuran *file* suatu *scene*. Karena itu, ketika *rendering* dilakukan, *file* tekstur yang besar dapat menghasilkan waktu *render* yang lebih tinggi (Mos, 2018). Untuk kualitas *render* yang maksimal biasanya akan menghasilkan ukuran *file* yang besar dan kebutuhan kapasitas penyimpanan yang tidak sedikit. Jika menginginkan ukuran *file* hasil *render* yang kecil, maka kualitas *render* yang didapat tidak maksimal, namun kebutuhan penyimpanan tidak begitu banyak (Apriyani, 2016).

Banyaknya jumlah *render engine* yang tersedia untuk digunakan pada setiap *3D Artist* dan studio bisa menjadi pilihan yang

sulit. Sementara sebagian besar *render engine* menawarkan fitur terkini dan kualitas render, kinerja, lisensi, dan kesesuaian untuk setiap alur kerja tertentu yang menentukan pemilihan tersebut. Untuk *artist freelance* yang individual dan studio yang masih kecil, biaya lisensi dan kebutuhan perangkat keras untuk setiap *render engine* yang diberikan sering kali menjadi perhatian utama ketika memilih *engine* untuk digunakan dan sangat membatasi pilihan seseorang (Sairiala, 2015).

Cycle render engine merupakan mesin render fotorealistik berdasarkan teknik *ray tracing* yang terdapat pada aplikasi *Blender*. Namun, ini membutuhkan sumber daya yang intensif dan perangkat keras yang kuat untuk dijalankan. *Eevee render engine* yang singkatan dari *Extra Easy Virtual Environment Engine* adalah mesin render yang bekerja mirip dengan kebanyakan *game engine* (Seidler, 2018).

Berdasarkan uraian diatas penulis bermaksud untuk meneliti bagaimana perbandingan teknik *3D rendering* pada *Cycles render* dan *Eevee render* menggunakan *software opensource Blender* berdasarkan hasil dari analisis yang dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat perbandingan kecepatan *render*, ukuran *file* hasil *rendering* dan kualitas hasil *rendering* pada kedua *render engine*.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, maka dapat diambil identifikasi masalah yaitu proses *rendering* membutuhkan waktu yang lama, kebutuhan memori penyimpanan relatif besar, dan sulitnya memilih teknik *rendering* untuk menghasilkan gambar yang sesuai kebutuhan.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana perbandingan kecepatan *rendering* antara teknik *rendering Cycles* dan *Eevee*.

2. Bagaimana perbandingan ukuran *file output render* hasil dari *rendering* pada teknik *rendering Cycles* dan *Eevee*.
3. Bagaimana kualitas gambar yang dihasilkan melalui teknik *rendering Cycles* dan *Eevee*.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diberikan batasan masalah agar dalam penjelasannya menjadi lebih terarah, dapat dipahami dan sesuai dengan yang diharapkan serta terorganisasi dengan baik. Adapun batasan masalahnya sebagai berikut :

1. Teknik *3D Rendering* yang dibandingkan adalah *Cycles render* dan *Eeveerender*.
2. Software yang digunakan adalah *Blender 2.81*.
3. Model 3D yang diuji coba berekstensi *.blend*.
4. Teknik pencahayaan yang digunakan adalah *three-point lighting*.
5. Hasil *rendering* dengan file format *PNG*.
6. Resolusi gambar *FHD* (1920 x 1080 pixel).
7. Parameter pengukuran yang digunakan adalah *vertices* dan *textures*.
8. Background hasil *render* berwarna *alpha transparent*.
9. Shader utama yang digunakan adalah *Principled BSDF*.
10. Pembuatan Grafik menggunakan program *Microsoft Excel*.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan judul penelitian dan latar belakang masalah yang telah dikemukakan sebelumnya, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah membandingkan dua teknik *rendering Cycles* dan *Eevee*, pada perangkat lunak *opensource Blender 2.81*, untuk menganalisis kecepatan *render*, ukuran *file* hasil *render*, dan kualitas gambar hasil *render*.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi Peneliti

Menambah pengetahuan dan mampu mengimplementasikan ilmu yang didapat untuk bisa membandingkan dua teknik rendering yang ada pada aplikasi *Blender*.

2. Bagi Masyarakat Umum

Dapat mengetahui perbandingan *Cycles render* dan *Eevee render* dan mampu memilih teknik *rendering* tersebut sesuai dengan kebutuhan.

1.7 Sistematika Laporan

Sistematika laporan ini disusun untuk memberikan gambaran tentang penelitian yang dijalankan. Sistematika penulisan laporan ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan latar belakang masalah dari penelitian yang akan dilakukan serta rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang tinjauan terhadap objek yang diteliti dan berisi tentang teori-teori yang mendukung penelitian dan penelitian terdahulu.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahap penelitian, perangkat keras yang digunakan, pengumpulan data, objek penelitian, dan parameter pengukuran.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang *setting render*, hasil *rendering*, dan pengujian teknik *rendering*.

BAB V KESIMPULAN

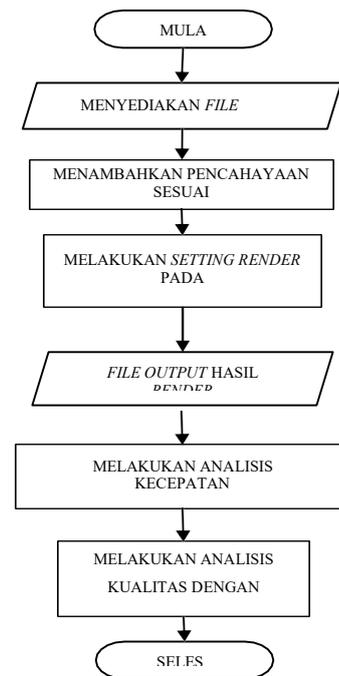
Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran untuk penerapan dan pengembangan selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

METODE PENELITIAN

3.1 Tahap penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahapan tersebut dimaksudkan untuk mempermudah pelaksanaan dalam penelitian yang dilakukan dan agar pelaksanaannya lebih terstruktur. Tahapan penelitian tersebut disajikan pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Prosedur Analisis Rendering

3.2 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*. Studi literatur ini dilakukan dengan menggali informasi dari jurnal, buku, dan website.

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan pada teknik rendering *Cycles* dan *Eevee* adalah procedural texture dan Model 3D yang proses pembuatannya menggunakan aplikasi *Blender 3D*. Setiap model dan tekstur diberi Kode untuk memudahkan penyebutan dan

penamaannya dalam proses pengujian nanti. Daftar model tiga dimensi yang berisi banyaknya jumlah vertices yang dibutuhkan ditampilkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Daftar Model dan Jumlah Vertices yang Digunakan

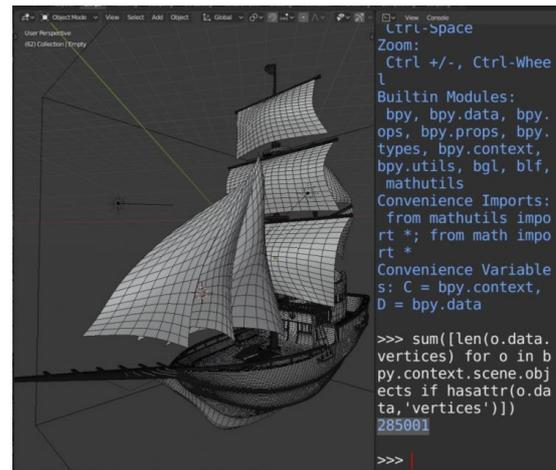
No	Kode	Model	Vertices
1	M01	Kapal	285001
2	M02	Gubuk	240696
3	M03	BaseMesh	197327
4	M04	Pohon	78176
5	M05	Gong	36870
6	M06	Tembikar	7934
7	M07	Awan	6144
8	M08	Meja	4754
9	M09	Kursi	4104
10	M10	Karpet	2562

Daftar *Procedural Texture* berisi banyaknya jumlah *Node Texture* yang digunakan ditampilkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Daftar Texture dan Jumlah Node yang Digunakan

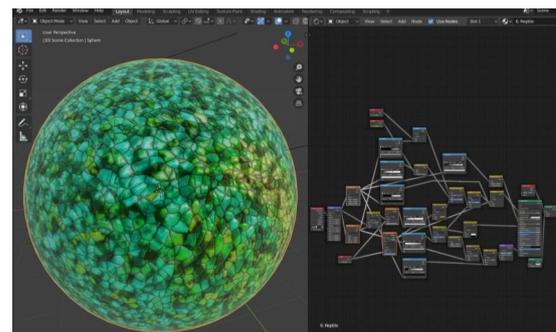
No	Kode	Texture	Node
1	PT01	Lava	9
2	PT02	Clouds	7
3	PT03	Lightning	8
4	PT04	Tornado	6
5	PT05	Snow	5
6	PT06	Reptile	4
7	PT07	Moss	8
8	PT08	Coral	9
9	PT09	Microbe	5
10	PT10	Flower	6

Pembuatan beberapa model tiga dimensi yang digunakan untuk mengetahui pengaruh banyaknya *vertices* dalam *rendering* dibuat secara *poly modelling*, dengan menggunakan *subdivision surface* untuk menambah *polygon* dan mengaktifkan *shade smooth* agar pada bagian tepi terlihat lebih halus.



Gambar 3.2 Jumlah Vertices

Penggunaan *Mesh* berbentuk *sphere* pada pembuatan *procedural texture*, bertujuan agar jumlah *vertices* disetiap tekstur tidak mempengaruhi kecepatan *rendering*, ukuran *file*, dan kualitas gambar. Beberapa *node texture* seperti *Noise node*, *Voronoi node*, *Musgrave node*, dan beberapa *node operator* yang dirangkai dalam pembuatan teksturnya.



Gambar 3.3 Jumlah Node Texture

3.4 Parameter Pengukuran

Menurut Sayan (2016) yang menyatakan bahwa banyaknya jumlah vertices dapat melambatkan kecepatan render, dan sedikit penggunaan material dan tekstur dalam scene bisa membantu meningkatkan kecepatan render (Sayan, 2016). Maka parameter yang digunakan untuk pengukuran variabel pada penelitian adalah Vertices dan Textures. Pada parameter Texture berisi informasi jumlah node texture yang digunakan dalam pembuatan *procedural*

texture dan parameter vertices menginformasikan jumlah vertices (vertex) yang dibutuhkan pada 3D model.

Menurut Alias (2004) kunci utama dalam *rendering* adalah mencari keseimbangan antara kompleksitas (kualitas) visual yang dibutuhkan dan kecepatan *rendering* yang menyampaikan bagaimana banyaknya *frames* yang bisa *render* dalam periode waktu tertentu (Alias, 2014:14). Maka pengukuran variabel yang akan dilakukan adalah untuk mengetahui kecepatan *rendering* dan kualitas hasil *render*. Tabel parameter pengukuran ditampilkan pada tabel 3.3.

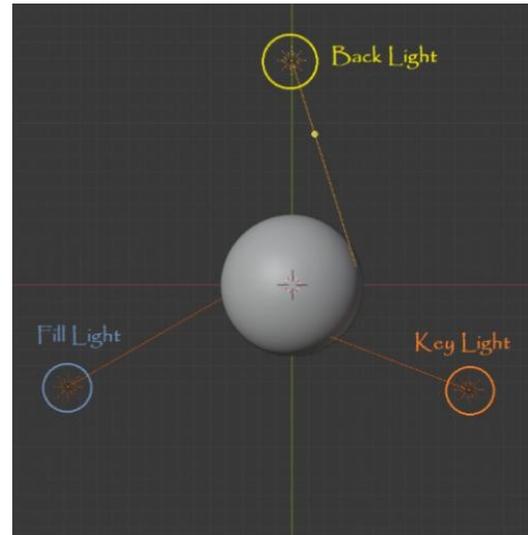
Tabel 3.3 Parameter Pengukuran

No	Pengukuran Variabel	Indikator Variabel	Skala Pengukuran
1	Kecepatan <i>rendering</i> menggunakan <i>Cycles</i> dan <i>Eevee</i>	Membandingkan kecepatan saat proses <i>rendering</i> pada <i>Procedural Texture</i> PT01 – PT10 dan <i>3D Model</i> M01-M10	Hour, Minute, Seconds, Milliseconds (hh:mm:ss.ms)
2	Ukuran File Hasil <i>render</i> menggunakan <i>Cycles</i> dan <i>Eevee</i>	Membandingkan ukuran file <i>output</i> <i>render</i> pada <i>Procedural Texture</i> PT01 – PT10 dan <i>3D Model</i> M01-M10	megabyte (mb)
3	Kualitas Gambar Hasil <i>Render</i> menggunakan <i>Cycles</i> dan <i>Eevee</i>	Membandingkan kualitas gambar hasil <i>render</i> dari waktu <i>rendering</i> terlama dengan metode kuesioner kepada para <i>Graphic Artist</i> .	Skala 1-5

HASIL DAN PEMBAHASAN

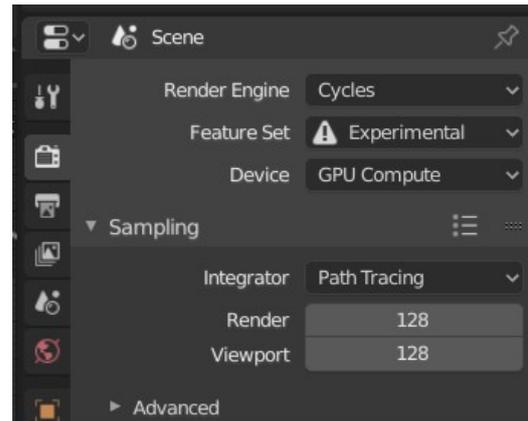
4.1 Setting Render

Menambahkan beberapa objek *Light* sebagai pencahayaan sesuai teknik *Three Point Lighting* pada *viewport*. *Key light* sebagai sumber cahaya utama, *Fill light* sebagai cahaya pengisi bagian gelap, dan *Back light* sebagai cahaya yang memisahkan *background* dengan subjek. Teknik pencahayaan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Three Point Lighting

Melakukan beberapa *setting-an* pada *Render Engine Cycles* dan *Eevee* untuk membantu dalam menghasilkan *output* yang kualitasnya tidak jauh berbeda diantara kedua teknik *rendering*. 128 *samples* digunakan sesuai standar aplikasi *Blender*. *Setting Render Cycles* dapat dilihat pada Gambar 4.2

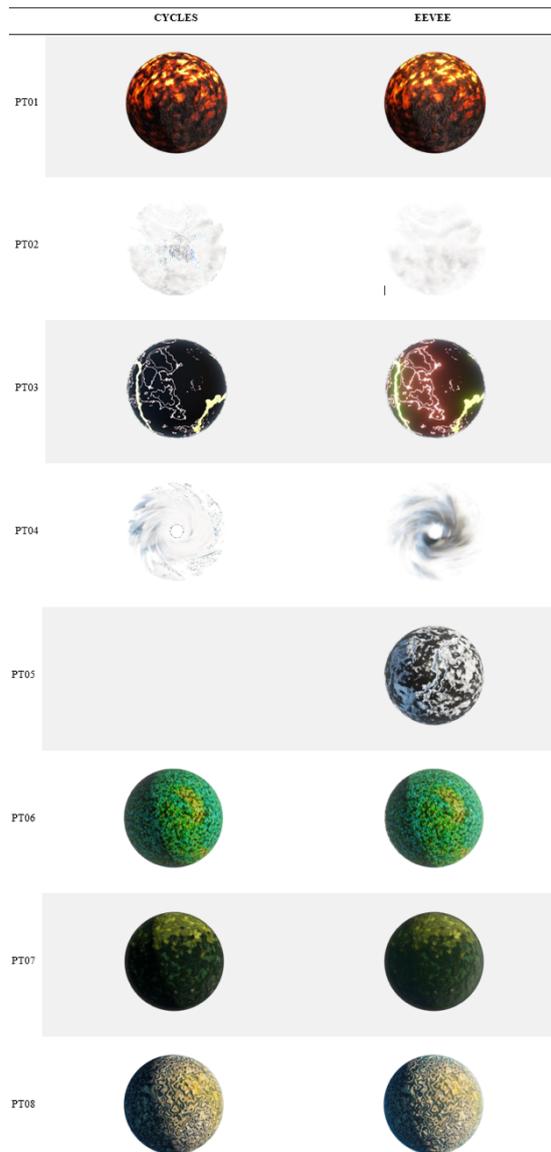


Gambar 4.2 Setting Render Cycles

4.2 Hasil Rendering

Proses *rendering* dilakukan setelah penyetingan *setting render* dilakukan, kemudian hasil *render* dengan teknik *rendering* *Cycles* dan *Eevee* yang menggunakan *procedural texture* sebagai objek penelitian berdasarkan pada parameter *Texture* ditampilkan pada Tabel 4.1.

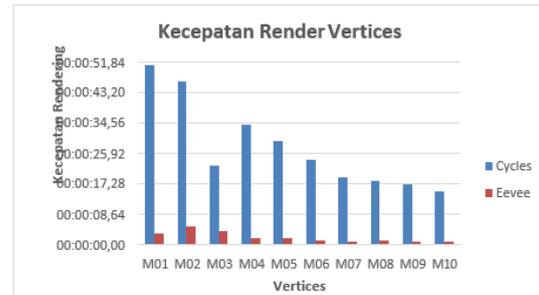
Tabel 4.1 Hasil Render Procedural Texture



Tabel 4.3 Hasil Analisa Kecepatan Rendering Pada Parameter Vertices

No	Kode	Objek	Kecepatan Rendering		Perbandingan Kecepatan Rendering (rasio)		Ukuran File		Perbandingan Ukuran File (rasio)		Vertices
			Cycles	Eevee	Cycles : Eevee	Cycles	Eevee	Cycles : Eevee			
1	M01	Kapal	00:00:51,05	00:00:03,24	25,53	1,62	1,68	1,48	1,7	1,5	285001
2	M02	Gubuk	00:00:46,28	00:00:05,05	23,14	2,53	1,52	1,29	1,5	1,3	240696
3	M03	BaseMesh	00:00:22,34	00:00:03,75	11,17	1,88	1,26	1,21	1,3	1,2	197327
4	M04	Pohon	00:00:34,25	00:00:01,76	17,13	0,88	1,35	1,22	1,4	1,2	78176
5	M05	Gong	00:00:29,30	00:00:01,97	14,65	0,99	1,74	1,46	1,7	1,5	36870
6	M06	Tembikar	00:00:24,15	00:00:01,19	12,08	0,60	1,36	1,34	1,6	1,3	7934
7	M07	Awan	00:00:19,15	00:00:00,82	9,58	0,41	1,2	1,15	1,2	1,2	6144
8	M08	Meja	00:00:18,02	00:00:01,14	9,01	0,57	1,47	1,25	1,5	1,3	4754
9	M09	Kursi	00:00:17,30	00:00:00,78	8,65	0,39	1,45	1,25	1,5	1,3	4104
10	M10	Karpet	00:00:15,30	00:00:00,96	7,65	0,48	1,26	1,2	1,3	1,2	2562
Total			00:04:37,14	00:00:20,66	138,6	10,3	14,49	12,85	14,5	12,9	863588,0
Rata-rata			00:00:27,71	00:00:02,07	13,9	1,0	1,45	1,29	1,4	1,3	86356,8

Pengujian beberapa model yang sesuai dengan parameter Vertices dilakukan untuk mencari perbedaan kecepatan rendering dengan menggunakan teknik rendering Cycles dan Eevee, kemudian menganalisa perbandingan kecepatan rendering-nya, serta disajikan dalam bentuk grafik batang yang dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Grafik perbandingan kecepatan rendering pada parameter Vertices

4.3 Pengujian Teknik Rendering

4.3.1 Pengujian Berdasarkan Parameter Vertices

Melakukan pengujian dan menganalisa ke 10 model tiga dimensi yang digunakan sesuai banyaknya jumlah Vertices yang dibutuhkan pada model tersebut dan untuk mengetahui kecepatan selama proses rendering dan berapa besar ukuran file output render yang dihasilkan. Hasil analisa pengujian kecepatan render sesuai parameter Vertices ditampilkan pada tabel 4.3.

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa dari Gambar2 yang diuji melalui 6 responden yang menjawab kuesioner dinyatakan bahwa Cycles mendapatkan rata-rata hitung skor 2,93 (bernilai Netral) dengan persentase 58,57%. Sedangkan Eevee mendapatkan rata-rata hitung skor 3,26 (bernilai Netral) dengan persentase 65,24%. Maka, perbandingan kualitas hasil render antara teknik rendering Cycles dan Eevee dinyatakan Eevee lebih berkualitas dibandingkan Cycles.

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang sudah dilakukan, maka kesimpulan dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut.

1. Kecepatan rendering menggunakan teknik rendering Eevee lebih cepat dibandingkan menggunakan teknik rendering Cycles yang memakan waktu begitu lama, baik itu dipengaruhi dengan banyaknya jumlah vertices pada model tiga dimensi, atau banyaknya jumlah node texture pada procedural texture. Rasio perbandingan rata-rata antara Cycles dan Eevee terhadap kecepatan rendering pada model tiga dimensi, yaitu 14:1, sedangkan pada procedural texture, yaitu 6,4:1,3.
2. Ukuran file hasil render pada teknik rendering Cycles dan Eevee tidak begitu jauh berbeda. Pada hasil render menggunakan model tiga dimensi didapatkan rasio perbandingan rata-rata 1,4:1,3, kemudian hasil render menggunakan procedural texture didapatkan rasio perbandingan rata-rata 1,0:1,1. Maka, Cycles lebih rendah ukuran file output render-nya ketika me-render model tiga dimensi, kemudian Eevee lebih rendah ukuran file output render-nya ketika me-render procedural texture.
3. Kualitas hasil *render* menggunakan teknik *rendering Eevee* lebih berkualitas dibandingkan menggunakan teknik *rendering Cycles*. Pada hasil kuesioner dari beberapa responden yang memberi skor terhadap Gambar1 didapatkan persentase kualitas 65,24% dan Gambar2 didapatkan persentase kualitas 58,57% menggunakan *Cycles*. Sedangkan hasil *render* dari *Eevee* pada Gambar1 didapatkan persentase kualitas 67,24% dan Gambar2 didapatkan persentase kualitas 65,24%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adewinata, Heru. 2017. ANALISIS PERBANDINGAN ENGINE RENDER MENTAL RAY, MAYA SOFTWARE DAN MAYA HARDWARE 2.0 PADA TEKNIK LOW POLY ANIMASI 3D "JATI DIRI SI KACANG". Tugas Akhir.
- Alias. 2004. Rendering. Canada. Silicon Graphics Limited.
- Anderson, Michael Hugh. 2006. 2D/3D LINE RENDERING USING 3D RASTERIZATION ALGORITHMS. QUALCOMM Incorporated.
- Apriyani, Meyti Eka dan Irwan Setyoko. 2016. ANALISIS PERBANDINGAN TEKNIK RENDERING V-RAY DAN MENTAL RAY PADA FILM ANIMASI 3D ROBOCUBE. JURNAL TEKNIK INFORMATIKA VOL. 9 NO. 1
- Blender 2013. About.[online]. Tersedia : <https://www.blender.org/about>. Diakses pada 7 November 2019.
- Blender 2019. Introduction Eevee.[online]. Tersedia <https://docs.blender.org/manual/en/latest/render/eevee/introduction.html>. Diakses 21 November 2019.
- Blender 2019. Introduction Rendering.[online]. Tersedia : <https://docs.blender.org/manual/en/latest/render/introduction.html>. Diakses 21 November 2019.
- Charliansyah, Candra. 2016. ANALISIS PERBANDINGAN HIGH POLY DAN LOW POLY PADA TAHAP RENDER MENGGUNAKAN MENTAL RAY PADA FILM ANIMASI 3D JATI DIRI SI KACANG. Tugas Akhir.
- Hartawan, I Nyoman Buda. 2018. ANALISIS RENDERING VIDEO ANIMASI 3D MENGGUNAKAN APLIKASI BLENDER BERBASIS NETWORK RENDER. JURNAL RESISTOR Vol. 1 No 1 - April 2018.
- Monkbot 2019. 3D rendering.[online]. Tersedia : <https://en.wikipedia.org/wiki/>

3D_rendering. Diakses pada 20
November 2019.

Mos, Michal 2018. Optimize your textures
for faster rendering.[online]. Tersedia :
<https://evermotion.org/tutorials/show/10991/optimize-your-textures-for-faster-rendering>. Diakses pada 21 November
2019.

Naziyah, Nurul. 2018. ANALISIS
PERBANDINGAN ENGINE RENDER
MAYA
2017. Tugas Akhir.

Nazir, Rahmi Santy. 2017. Analisis
Perbedaan Teknik Rendering
Menggunakan Mental Ray dan Arnold
Pada Film Animasi 3D “Gara-gara
HOAX”. Tugas Akhir.