

PENGEMBANGAN *FAST RENDER* OBJEK GRAFIS MENGGUNAKAN *SHADER* DAN *NON-SHADER* BERBASIS WEBGL DARI *PRIMITIVE OBJECT* UNTUK MEMBUAT *RAW METAVERSE MATERIAL* OBJEK *SKYBOX 3D* DI FILKOM UB

Imam Cholissodin^{*1}, Eriq Muhammad Adams Jonemaro², Bayu Rahayudi³, Willyan Eka Ksatria⁴, Annisa Sukmawati⁵, Muhammad Farid Muzayyani⁶

^{1,2,3,4,5,6}Universitas Brawijaya, Malang

Email: ¹imamcs@ub.ac.id, ²eriq.adams@ub.ac.id, ³ubayl@ub.ac.id, ⁴willyanek@student.ub.ac.id, ⁵nisasukma2281@student.ub.ac.id, ⁶faridmuzayyani@student.ub.ac.id

*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 01 Desember 2022, diterima untuk diterbitkan: 26 Desember 2022)

Abstrak

Dalam perkembangannya, teknologi komputer telah mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Seiring berkembangnya komputer sekarang, setiap pengembang dapat merekayasa suatu objek di dunia maya. Permasalahan pengembangan yang muncul biasanya terkait kecepatan proses render rekayasa objek yang dalam penelitian ini membuat raw metaverse material berupa penambahan objek dasar grafis 3D (bola, kubus, torus, silinder, dan lainnya) pada Skybox sebagai bagian dari augmented reality dengan disertai efek tekstur mapping, pencerminan, gradasi pewarnaan, dan animasi kontrol pergerakan objek. Salah satu hasil dari berkembangnya Grafika Komputer ini adalah munculnya WebGL yang mendukung penggunaan shader maupun non-shader untuk mengatasi permasalahan tersebut, yaitu sebuah JavaScript API yang digunakan untuk rendering grafis 3D interaktif dan grafis 2D dalam browser web yang kompatibel tanpa menggunakan plug-in. Semenjak kemunculan WebGL ini, banyak pengembang/developer browser yang telah memanfaatkannya ke dalam browser mereka. Karena sistemnya yang interaktif dan tidak memerlukan plug-in, WebGL mendapat sebutan “future of the internet” atau “masa depan dari internet”. Pada penelitian ini diberikan pengembangan contoh dari apa yang dapat dilakukan melalui Grafika Komputer dan WebGL, yaitu untuk pembuatan raw metaverse material objek Skybox 3D di FILKOM UB dengan beberapa macam penambahan augmented reality objek grafis 3D. Hasil pengamatan pengujian pada beberapa skenario yang berbeda berdasarkan lama waktu proses render objek untuk membuat raw metaverse material objek Skybox 3D tersebut, didapatkan rata-rata waktu 0,12668 detik.

Kata kunci: *grafika komputer, webgl, raw metaverse material, skybox, augmented reality, grafis 3d, tekstur mapping, pencerminan, gradasi pewarnaan, animasi control pergerakan objek*

DEVELOPMENT OF FAST RENDERING OF GRAPHIC OBJECTS USING WEBGL-BASED SHADERS AND NON-SHADERS FROM PRIMITIVE OBJECTS TO CREATE RAW METAVERSE MATERIAL OF 3D SKYBOX OBJECTS IN FILKOM UB

Abstract

In its development, computer technology has undergone a fairly significant improvement. Along with the development of computers today, any developer can engineer an object in the virtual world. The development problems that arise are usually related to the speedy rendering process of object engineering which in this study is making raw metaverse material in the form of adding basic 3D graphic objects (balls, cubes, torus, cylinders, and others) to the Skybox as part of augmented reality accompanied by effects of texture mapping, mirroring, coloring gradations, and animation control of object movements. One of the pillars of the development of Computer Graphics is the emergence of WebGL that supports the use of shaders and non-shaders to solve these problems, i.e., a JavaScript API utilized for rendering interactive 3D graphics and 2D graphics in compatible web browsers without using plug-ins. Since the emergence of WebGL, many browser developers have utilized it into their browsers. Because the system is interactive and does not require plug-ins, WebGL gets the name of “the future of the internet”. In this study, an example of the development of the thing can be performed through Computer Graphics and WebGL was given, i.e., for the creation of raw metaverse material of 3D Skybox objects at FILKOM UB with several kinds of addition of augmented reality 3D graphic objects. The results of testing

observations in several different scenarios based on the length of time for the object rendering process to create the raw metaverse material of the 3D Skybox object obtained an average time of 0.12668 seconds.

Keywords: *computer graphics, webgl, raw metaverse material, skybox, augmented reality, 3d graphics, texture mapping, mirroring, coloring gradation, animation control of object movement*

1. PENDAHULUAN

Teknologi grafika komputer untuk pengolahan visualisasi data sangat pesat perkembangannya, sehingga memberikan peluang besar kepada setiap pengembang untuk merekayasa objek di dalam dunia maya (Zhu et al., 2020). Hal ini sangatlah penting bagi para pengembang di dalam berbagai bidang keilmuan. Dengan adanya visualisasi data, pengembang dapat memperlihatkan kepada orang banyak apa yang ada dipikirkannya. Seringkali ketika seseorang ingin menunjukkan ide yang mereka miliki, namun tidak dapat/sulit untuk dijelaskan dengan kata-kata, mereka akan beralih ke bentuk komunikasi lain yaitu visual. Dengan menuangkan ide mereka ke dalam bentuk gambar/peragaan, ide tersebut dapat disampaikan bahkan lebih mudah dipahami oleh target yang dituju (Parkinson, 2020). Hal ini karena kita sebagai manusia terlebih dahulu memahami lingkungannya melalui penglihatan, sehingga memahami informasi visual seringkali jauh lebih mudah dilakukan dibandingkan melalui audio atau hanya dalam bentuk teks.

Fakta telaah hasil penjelasan di atas, dapat ditangkap lebih cepat dari informasi yang ditunjukkan secara visual tentang metaverse, AR dan VR (Palacios-Ibáñez et al., 2023). Tahapan sebagai langkah untuk memperlihatkan ide yang diusulkan, maka seseorang harus tahu terlebih dahulu memahami secara mendalam konsep keilmuan visualisasi grafis tentang apa yang ingin ditampilkan. Maka dari itu, harus ada informasi yang jelas untuk dapat memvisualisasikan apa yang di dalam pikiran pengembang. Itulah yang dimaksud dengan visualisasi data, yaitu tampilan dari informasi yang dikumpulkan. Dan hal ini dipelajari dalam bidang Grafika Komputer.

Grafika Komputer adalah teknik dalam ilmu komputer dan matematika yang berkaitan dengan pembuatan dan manipulasi gambar (visual) secara digital (Cholissodin and Kurniawati, 2014). Melihat dari sejarahnya, Grafika Komputer pada mulanya tidak terlalu cepat karena teknologi dan harga komputer yang mahal pada waktu itu, sehingga perlu dilakukan pengembangan secara berkesinambungan, terutama untuk mempercepat proses render objek grafis pada *platform* web (Liu et al., 2019). Dalam penelitian ini mengusulkan proses render cepat tersebut berbasis WebGL untuk pembuatan objek grafis umum, terutama pada pembuatan raw metaverse material Skybox 3D di area Fakultas Ilmu Komputer (Fikom) Universitas Brawijaya (UB).

2. DASAR TEORI

2.1 Tentang WebGL untuk Raw Metaverse Skybox

WebGL merupakan teknologi web untuk pemrograman dari keilmuan grafika komputer dengan menggunakan standar OpenGL ES 2.0, yang menampilkan info grafis 2D atau 3D ke dalam *browser* tanpa memasang perangkat lunak tambahan (Permana, 2016). WebGL merupakan kependekan dari Web Graphics Library. WebGL biasanya digunakan untuk mendesain game 3D dan website yang berbasis web (Matsuda dan Lea, 2013). Dengan diperkenalkannya standar OpenGL ES 2.0 menyebabkan program grafika komputer menjadi lebih mudah untuk didistribusikan ke berbagai komputer. Hal tersebut membuat beberapa pengembang program web, seperti Mozilla Developer Network dan Microsoft Developer Network telah menyediakan dokumentasi dan tutorial untuk memperkenalkan WebGL. Selain situs tersebut masih banyak lagi yang memberikan pembelajaran mengenai WebGL, misal pada kasus Skybox 3D dasar (Eck, 2021).

Kemudian apakah yang dimaksud dengan metaverse? Diambil dari novel tahun 1992 dengan judul *Snow Crash* yang dibuat oleh seseorang bernama Neal Stephenson, metaverse mengacu kepada lingkungan digital yang imersif dimana orang-orang dapat berinteraksi sebagai avatar/persona digital menggunakan teknologi augmented reality (Kolaei et al., 2022; Mathur et al., 2022). Perusahaan seperti Facebook saat ini sedang mengejar dan mengembangkan dunia digital ini, dan juga dapat membangun dasar-dasarnya menggunakan WebGL.

2.2 Shader dan Non-Shader

Pada saat membuat atau menggambar sebuah objek grafis, WebGL memerlukan yang namanya shader dan non-shader (GLSL). Shader adalah suatu program kecil yang bertumpu pada GPU. Terdapat 2 buah macam shader yaitu Vertex Shader dan Fragment Shader (Cholissodin, 2022). Vertex Shader digunakan untuk menghasilkan titik-titik koordinat. Vertex Shader membutuhkan beberapa data seperti attributes, uniforms, dan textures. Kemudian Fragment Shader bertujuan untuk memberikan warna pada setiap objek yang dibuat. Fragment Shader membutuhkan beberapa data seperti uniforms, textures, dan varyings.

Selain shader terdapat juga GLSL. GLSL atau Graphics Library Shader Language merupakan

shader yang ditulis dalam bahasa C-like GLSL. GLSL dirancang untuk digunakan pada sebuah grafik dan berisikan fitur yang berguna secara khusus ditargetkan pada manipulasi vektor dan matriks (Zhang, 2019). GLSL selalu dimulai dengan deklarasi versi, diikuti dengan daftar variabel input dan output, uniform dan main function.

2.3 Teknologi Cloud

Proses *deploy* project pada teknologi cloud seperti pada PythonAnywhere atau Heroku sangat mudah, karena dengan beberapa langkah maka project siap untuk dijalankan, selain itu dua teknologi cloud tersebut tidak berbayar atau free. PythonAnywhere menawarkan fitur yang cukup lengkap dan memudahkan dalam mendevlop aplikasi Python bahkan untuk versi gratisnya. Selain itu beberapa situs juga sudah membuat tutorial sederhana dan lengkap tentang PythonAnywhere. Kemudian pada Heroku juga merupakan sebuah *cloud platform* alternatif untuk menjalankan bahasa pemrograman tertentu. Bahasa yang dapat dijalankan pada heroku yaitu Ruby, Node.js, Python, Java, PHP, dan lain-lain, dan termasuk ke dalam kriteria *Platform as a Service* (PaaS) (Nusantara, 2021).

3. HASIL DAN ANALISIS

Skybox yang dibuat dalam penelitian ini merupakan prototipe untuk membuat Raw Metaverse objek 3D untuk FILKOM UB dan sekitarnya yang diimplementasikan berbasis WebGL menggunakan PythonAnywhere. Proses yang dibutuhkan untuk mengimplementasikan Skybox diperlukan foto panorama 360 derajat dengan format JPG seperti pada Gambar 3. Kemudian gambar tersebut harus dikonversi menjadi 6 file seperti pada Gambar 4 dan Gambar 5. *File* yang telah dikonversi tersebut diberi nama *posx, posy, posz, negx, negy, dan negz*. Maksud dari nama-nama tersebut yaitu digunakan untuk menginisialisasi dari 6 *file* hasil foto panorama 360 derajat. Nama yang diawali dengan kata *pos* untuk bagian belakang/*back*, kiri/*left*, dan atas/*top*, kemudian *neg* untuk bagian kanan/*right*, bawah/*bottom*, dan depan/*front*. Kemudian setelah pembuatan Skybox 3D seperti pada Gambar 6, maka dilihat hasil pengamatan lama waktu proses rendernya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1-5.

Hasil Raw Metaverse di Filkom UB dibuat sebagai prototipe di mana sebagian komponen di dalamnya ada seperti Skybox 3D atau semacam Virtual tour yang dikembangkan oleh UB pada link <https://virtualtour.ub.ac.id/> maupun seperti bentuk virtualisasi dari Pusat Peragaan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PP-IPTEK) Virtual di Inovasi Indonesia Expo (I2E), pameran Riset, Inovasi, Teknologi terbesar di Indonesia yang dihadirkan secara virtual. Tetapi, dalam penelitian ini ditekankan terkait analisis kecepatan render dengan menggunakan Shader dan Non-Shader. dengan uji coba pemberian

komponen implementasian penambahan objek 3D, efek *tekture mapping* untuk pencerminan objek, gradasi pewarnaan maupun untuk pembuatan animasi objek dengan manipulasi pergerakan. Hal ini sebagai dasar untuk *augmented reality*, di mana dari objek nyata di dunia pada Skybox 3D diberikan tambahan objek digital berupa misal grafis 3D (bola, kubus, torus, silinder, dan lainnya) seperti pada Gambar 1.



(a)



(b)

Gambar 1. Hasil Skybox dengan efek *tekture mapping* dan pencerminan pada Objek 3D (a) bola, (b) kuda.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Render depan gedung F FILKOM

Pengamatan	Waktu Render untuk Skybox depan gedung F FILKOM UB (detik)
Uji 1	0,28
Uji 2	0,28
Uji 3	0,33
Uji 4	0,30
Uji 5	0,43
Uji 6	0,30
Uji 7	0,28
Uji 8	0,32
Uji 9	0,31
Uji10	0,30

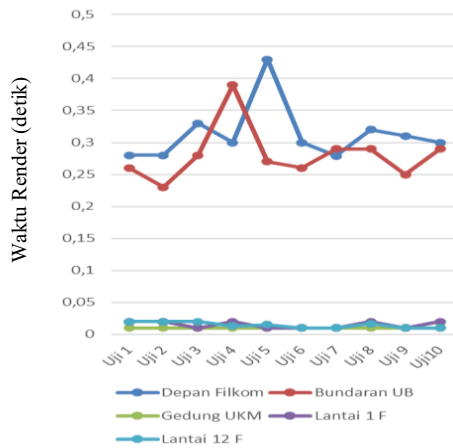
Tabel 2. Hasil Pengamatan Render bundaran depan Rektorat

Pengamatan	Waktu Render untuk Skybox bundaran depan Rektorat UB (detik)
Uji 1	0,26
Uji 2	0,23
Uji 3	0,28
Uji 4	0,39

Pengamatan	Waktu Render untuk Skybox bundaran depan Rektorat UB (detik)
Uji 5	0,27
Uji 6	0,26
Uji 7	0,29
Uji 8	0,29
Uji 9	0,25
Uji10	0,29

Tabel 3. Hasil Pengamatan Render gedung UKM FILKOM

Pengamatan	Waktu Render untuk Skybox depan gedung UKM FILKOM UB (detik)
Uji 1	0,01
Uji 2	0,01
Uji 3	0,01
Uji 4	0,01
Uji 5	0,01
Uji 6	0,01
Uji 7	0,01
Uji 8	0,01
Uji 9	0,01
Uji10	0,01



Gambar 2. Grafik Waktu Render Hasil Pengamatan Skybox dalam satuan detik

Tabel 4. Hasil Pengamatan Render Lantai 1 Gedung F

Pengamatan	Waktu Render untuk Skybox Lantai 1 Gedung F FILKOM UB (detik)
Uji 1	0,02
Uji 2	0,02
Uji 3	0,01
Uji 4	0,02
Uji 5	0,01
Uji 6	0,01
Uji 7	0,01
Uji 8	0,02
Uji 9	0,01
Uji10	0,02

Tabel 5. Hasil Pengamatan Render Lantai 12 Gedung F

Pengamatan	Waktu Render untuk Skybox depan Lantai 12 Gedung F FILKOM UB (detik)
Uji 1	0,02
Uji 2	0,02
Uji 3	0,02
Uji 4	0,01
Uji 5	0,02
Uji 6	0,01
Uji 7	0,01

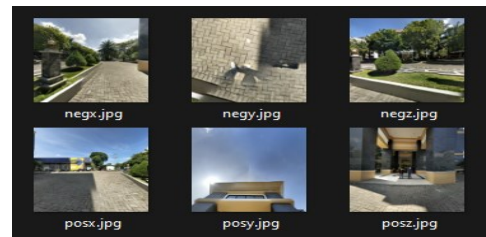
Uji 8	0,02
Uji 9	0,01
Uji10	0,01



Gambar 3. Hasil foto panorama 360 derajat depan gedung FILKOM UB



Gambar 4. Hasil Konversi Gambar 2 menjadi 6 bagian



Gambar 5. File yang akan di upload untuk Skybox depan gedung F FILKOM UB

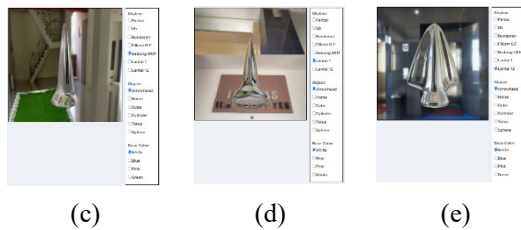
Hasil analisis dari Gambar 6 yang didapatkan dari pembuatan visualisasi file Skybox 3D tersebut didapatkan rata-rata waktu komputasi pada saat proses render yaitu sebesar 0,12668 detik. Hal ini menunjukkan bahwa WebGL untuk pembuatan objek grafis skybox 3D sangat direkomendasikan untuk proses render yang cepat (*fast render*), meskipun berbasis web dan untuk dikembangkan lebih lanjut pada semua sisi atau lokasi misal dari Filkom UB. Informasi tambahan yang disajikan dalam bentuk grafik tersebut untuk memudahkan dalam proses analisis dan penarikan kesimpulan dari tinggi rendahnya nilai waktu fast render jika dibandingkan hanya dengan tabel yang sulit untuk dibandingkan apalagi jika angkanya banyak variasinya.



(a)



(b)



Gambar 6. Hasil Skybox (a) Depan gedung F FILKOM UB, (b) Bundaran UB, (c) Gedung UKM FILKOM UB, (d) Lantai 1 gedung F FILKOM UB, (e) Lantai 12 gedung F FILKOM UB

4. KESIMPULAN

Pembuatan implementasi objek grafis skybox 3D untuk telah berhasil dibuat dan ditampilkan secara cepat proses rendernya berbasis WebGL. Beberapa proses yang digunakan untuk menghasilkan objek grafis tersebut, telah diimplementasikan teknologi atau *tools* pendukung dengan atau tanpa Shader yang digunakan untuk mendesain manipulasi objek grafis baik 2D maupun 3D serta PythonAnywhere yang digunakan untuk memudahkan dalam proses *deploy* akhir. Penerapan keilmuan dari Grafika Komputer dan juga dengan perpaduan teknologi yang ada di dalamnya, maka telah dapat menghasilkan dan mengembangkan proses render yang cepat (*fast render*) terhadap keseluruhan objek grafis menggunakan dalam lingkungan WebGL, yang sebenarnya mengolah dan memanfaatkan proses dari *primitive object* untuk membuat objek yang lebih kompleks, misal semacam *raw metaverse material* objek Skybox 3D di FILKOM UB dengan rata-rata waktu komputasinya hanya 0,12668 detik.

Saran untuk penelitian ke depannya pada objek Skybox 3D adalah penggunaan beberapa objek grafis 3D misal dalam bentuk virtual 3D robot humanoid dan banyak variasi lokasi di Filkom UB atau setiap titik pandang dapat dihubungkan dengan tekstur lain yang berbeda lokasi, yaitu semacam pengembangan filkom map 3D atau UB *earth* dalam skala local area untuk tujuan khusus seperti edukasi maupun pembelajaran interaktif berbasis Metaverse di lingkungan kampus UB sampai misal untuk eco-Tech pariwisata berbasis Metaverse. Kemudian juga dapat dipertimbangkan dibuatkan marketplace untuk menampung hasil pembuatan Metaverse pembuatan objek atau Skybox 3D itu sendiri, yang berisikan kumpulan hasil pembuatan objek-objek grafis karya seni digital yang menarik dan dapat dibuat sebagai aset bisnis kreatif masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- CHOLISSODIN, I., 2022. Materi MK Grafika Komputer 2022 Filkom UB [WWW Document]. URL <https://github.com/imamcs19/fpgrafkom-2022> (accessed 8.1.22).
- CHOLISSODIN, I., KURNIAWATI, M., 2014. Buku Grafika Komputer Pada Android.
- ECK, D.J., 2021. Introduction to Computer Graphics [WWW Document]. URL <https://math.hws.edu/graphicsbook/index.html> (accessed 8.1.22).
- KOLAEI, A.Z., HEDAYATI, E., KHANZADI, M., AMIRI, G.G., 2022. Challenges and opportunities of augmented reality during the construction phase. *Automation in Construction* 143, 104586. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104586>
- LIU, D., PENG, J., WANG, Y., HUANG, M., HE, Q., YAN, Y., MA, B., YUE, C., XIE, Y., 2019. Implementation of interactive three-dimensional visualization of air pollutants using WebGL. *Environmental Modelling & Software* 114, 188–194. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.01.019>
- MATHUR, M., BROZOVICH, J.M., RAUSCH, M.K., 2022. A brief note on building augmented reality models for scientific visualization. *Finite Elements in Analysis and Design* 103851. <https://doi.org/10.1016/j.finel.2022.103851>
- MATSUDA, K., LEA, R., 2013. WebGL Programming Guide [WWW Document]. URL <https://sites.google.com/site/webglbook/home> (accessed 8.1.22).
- NUSANTARA, P.H.I., 2021. Mengenal SaaS, IaaS, dan PaaS dalam Cloud Computing [WWW Document]. Helios. URL <https://www.helios.id/blog/detail/mengenal-saas-iaas-dan-paas-dalam-cloud-computing> (accessed 8.1.22).
- PALACIOS-IBÁÑEZ, A., NAVARRO-MARTÍNEZ, R., BLASCO-ESTEBAN, J., CONTERO, M., CAMBA, J.D., 2023. On the application of extended reality technologies for the evaluation of product characteristics during the initial stages of the product development process. *Computers in Industry* 144, 103780. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2022.103780>
- PARKINSON, M., 2020. The Power of Visual Communication. Billion Dollar Graphics. URL https://innovativeresearchmethods.org/wp-content/uploads/2020/10/The-Power-of-Visual-Communication_Parkinson.pdf (accessed 8.1.22).
- PERMANA, Y., 2016. Mengenal WebGL [WWW Document]. URL <https://codepolitan.com/mengenal-webgl> (accessed 8.1.22).
- ZHANG, Q., 2019. Medical data visual synchronization and information interaction using Internet-based graphics rendering and

message-oriented streaming. *Informatics in
Medicine Unlocked* 17, 100253.
<https://doi.org/10.1016/j.imu.2019.100253>