



## **Pengembangan Shader Berbasis AI Untuk Efek Visual 2D**

**Ramzy Albar<sup>1\*</sup>, Renata Panji Aryasatya<sup>2</sup>, Hapizh Fachturochman<sup>3</sup>, Maio Bona Aslaha<sup>4</sup>, Ines Heidiani Ikasari<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4,5</sup> Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia

Email: <sup>1\*</sup>[ramzyalbar36@gmail.com](mailto:ramzyalbar36@gmail.com), <sup>2</sup>[renatapanjia02@gmail.com](mailto:renatapanjia02@gmail.com), <sup>3</sup>[hafizfaturuhkan113@gmail.com](mailto:hafizfaturuhkan113@gmail.com),  
<sup>4</sup>[maiots354@gmail.com](mailto:maiots354@gmail.com), <sup>5</sup>[inesheidianii@gmail.com](mailto:inesheidianii@gmail.com)

(\* : coresponding author)

**Abstrak** – Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan shader berbasis AI guna meningkatkan efek visual dalam lingkungan game 2D. Implementasi teknologi shader berbasis AI tidak hanya memperkaya pengalaman visual tetapi juga meningkatkan interaktivitas dalam proses pembelajaran. Dengan menggunakan metode kombinasi kualitatif dan kuantitatif, penelitian ini mengevaluasi dampak penggunaan shader terhadap pemahaman konsep-konsep fisika yang kompleks. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan shader berbasis AI dapat secara signifikan meningkatkan kualitas visual dan efektivitas pembelajaran, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih dinamis dan menarik bagi siswa. Oleh karena itu, pengembangan dan penerapan shader berbasis AI merupakan inovasi penting yang memiliki potensi besar untuk diadopsi dalam pendidikan, khususnya dalam desain dan animasi 2D.

**Kata Kunci:** Shader Berbasis AI, Efek Visual 2D, Simulasi Fisika, Pembelajaran Interaktif, Teknologi Pendidikan, Desain dan Animasi 2D.

***Abstract** – This study aims to develop AI-based shaders to enhance visual effects in a 2D game environment. The implementation of AI-based shader technology not only enriches the visual experience but also increases interactivity in the learning process. Using a combination of qualitative and quantitative methods, this research evaluates the impact of shader usage on the understanding of complex physics concepts. The results show that the use of AI-based shaders can significantly improve visual quality and learning effectiveness, providing a more dynamic and engaging learning experience for students. Therefore, the development and application of AI-based shaders represent an important innovation with great potential for adoption in education, particularly in 2D design and animation.*

**Keywords:** AI-based Shaders, 2D Visual Effects, Physics Simulation, Interactive Learning, Educational Technology, 2D Design and Animation.

### **1. PENDAHULUAN**

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat mempengaruhi segala aspek kehidupan manusia, termasuk dalam bidang pendidikan. Di era Revolusi Industri 4.0, perguruan tinggi dituntut untuk beradaptasi dengan kemajuan teknologi, salah satunya adalah dengan menciptakan proses pembelajaran yang kondusif dan menyenangkan. Guru, dosen, dan pengembang teknologi pembelajaran memiliki peran penting dalam mengembangkan inovasi untuk pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran. Menurut Made Wena (2011), penggunaan teknologi dalam pembelajaran dapat menciptakan iklim belajar yang efektif, terutama bagi siswa yang lamban dalam belajar, merangsang siswa dalam mengerjakan latihan, dan memungkinkan penyesuaian kecepatan belajar sesuai dengan kemampuan individu. Tejo Nurseto (2011) juga menyatakan bahwa pemanfaatan teknologi sebagai media pembelajaran dapat mempermudah pengajar dan peserta didik dalam mengelola dan menyampaikan informasi, serta menciptakan pengalaman belajar yang berbeda.

Dengan demikian, dalam konteks pengembangan shader berbasis AI untuk efek visual 2D, pemanfaatan teknologi ini tidak hanya akan mempermudah pengajar dalam menyampaikan materi visual yang kompleks, tetapi juga akan memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan menarik bagi mahasiswa. Teknologi shader berbasis AI dapat secara otomatis menyesuaikan efek visual sesuai dengan kebutuhan pembelajaran, sehingga dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep-konsep visual yang abstrak. Inovasi ini juga memungkinkan pengajar untuk menampilkan berbagai variasi visual secara dinamis, yang dapat merangsang kreativitas dan minat



belajar mahasiswa dalam bidang desain dan animasi 2D.

Teknologi shader berbasis AI merupakan salah satu media pembelajaran interaktif yang dapat digunakan untuk menjadikan proses pembelajaran lebih menyenangkan dan tidak membosankan bagi peserta didik maupun pengajar. Teknologi ini menekankan gaya belajar yang melibatkan peran aktif partisipasi peserta didik dengan rekan-rekan sejawatnya secara kompetitif terhadap materi yang sedang atau telah dipelajari. Kelebihan dari teknologi shader berbasis AI ini adalah kemampuannya untuk menghasilkan efek visual yang dinamis dan realistis, yang dapat langsung terlihat di layar kelas atau perangkat peserta didik. Hal ini dapat menjadi motivasi belajar mahasiswa untuk lebih terlibat dalam pembelajaran, karena mereka dapat melihat hasil kerja mereka secara langsung dan mendapatkan umpan balik yang instan. Teknologi ini juga dapat digunakan melalui berbagai media seperti komputer, laptop, tablet, dan perangkat Android.

Pendekatan interaktif yang diusung oleh teknologi shader berbasis AI dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dalam bidang desain dan animasi 2D. Dengan visualisasi yang realistis dan interaktif, mahasiswa dapat lebih mudah memahami konsep-konsep kompleks dalam desain 2D. Selain itu, penggunaan shader berbasis AI dapat menciptakan lingkungan belajar yang kompetitif dan kolaboratif, sehingga mendorong partisipasi aktif dan meningkatkan motivasi belajar mahasiswa. Implementasi teknologi ini tidak hanya mempermudah penyampaian materi oleh pengajar, tetapi juga menciptakan pengalaman belajar yang inovatif dan menyenangkan.

Dengan berbagai manfaat yang ditawarkan, pengembangan shader berbasis AI untuk efek visual 2D merupakan inovasi penting dalam bidang pendidikan, khususnya dalam desain dan animasi. Teknologi ini tidak hanya mendukung pengajar dalam menyampaikan materi yang kompleks secara lebih efisien dan menarik, tetapi juga menciptakan lingkungan belajar yang interaktif, kompetitif, dan menyenangkan bagi mahasiswa. Dengan visualisasi yang dinamis dan realistis, mahasiswa dapat lebih mudah memahami konsep-konsep abstrak, meningkatkan motivasi belajar, dan mengasah keterampilan berpikir kritis serta kreativitas mereka. Implementasi shader berbasis AI melalui berbagai media juga memastikan fleksibilitas dalam proses pembelajaran, menjadikannya alat yang sangat berharga dalam era Revolusi Industri 4.0. Oleh karena itu, pengadopsian teknologi ini dalam kurikulum pendidikan tinggi adalah langkah strategis untuk menghasilkan lulusan yang kompeten dan siap menghadapi tantangan di dunia profesional.

## **2. METODE**

Agar Pengembangan Shader Berbasis AI untuk Efek Visual 2D dapat digunakan secara efektif, metode ini disusun dengan tahapan-tahapan yang sistematis dan analisis yang teliti. Proses pengembangan dirancang untuk memperbaiki desain shader sehingga menjadi lebih efektif dalam mencapai tujuan visual yang telah ditetapkan:

### **a. Pendekatan Penelitian**

Studi ini menggunakan pendekatan penelitian kombinasi kualitatif dan kuantitatif untuk mengembangkan shader berbasis AI yang meningkatkan efek visual 2D. Metode kualitatif digunakan untuk memahami perspektif pengguna terhadap efek visual yang dihasilkan, melalui wawancara mendalam dan observasi. Sementara itu, metode kuantitatif digunakan untuk mengukur secara empiris peningkatan kualitas visual yang ditimbulkan oleh penggunaan shader berbasis AI dalam konteks pembelajaran. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai dampak dan potensi penggunaan teknologi ini dalam mendukung pengalaman belajar visual 2D.

### **b. Pengumpulan Data**

Untuk mengumpulkan data dalam studi ini, dua metode utama digunakan. Pertama, studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan informasi terkini dari buku, jurnal, artikel, dan sumber tepercaya lainnya yang membahas teknologi shader, kecerdasan buatan (AI), dan penerapannya dalam efek visual 2D. Langkah ini bertujuan untuk membangun landasan teoritis yang kuat untuk pengembangan shader berbasis AI. Kedua, survei dan kuesioner dilakukan kepada pengajar dan mahasiswa untuk memahami secara langsung kebutuhan, tantangan, serta persepsi mereka terhadap



penggunaan efek visual dalam konteks pembelajaran. Data yang dikumpulkan dari kedua metode ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang komprehensif untuk mendukung pengembangan shader berbasis AI yang efektif dan sesuai dengan kebutuhan pengguna dalam memperkaya pengalaman belajar visual 2D.

#### **c. Pengembangan Shader Berbasis AI**

Dalam tahap prototyping awal untuk simulasi fisika dalam lingkungan game 2D, kami sedang mempersiapkan sebuah prototipe sederhana yang akan membantu kami menguji konsep dan mendapatkan umpan balik awal dari para stakeholder, termasuk guru fisika dan siswa sekolah menengah. Prototipe ini akan mencakup sketsa gameplay yang menampilkan interaksi objek dalam lingkungan 2D, serta elemen-elemen fisika seperti gaya, momentum, dan gravitasi yang diintegrasikan secara visual. Dengan menggunakan prototipe ini, kami berharap untuk mengidentifikasi potensi perbaikan dan penyesuaian yang diperlukan sebelum memulai pengembangan lebih lanjut, sehingga memastikan bahwa desain akhir dapat memenuhi tujuan pembelajaran dan harapan dari semua pihak yang terlibat.

#### **d. Analisis Data**

Setelah mengumpulkan data melalui wawancara, survei, dan pengujian prototipe, analisis data dilakukan menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Secara kualitatif, data dari wawancara dan survei dianalisis menggunakan metode analisis tematik untuk mengidentifikasi tema-tema utama yang berkaitan dengan kebutuhan dan persepsi pengguna terhadap efek visual 2D yang dihasilkan oleh shader berbasis AI. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang bagaimana pengguna merespons teknologi ini dalam konteks pembelajaran. Sementara itu, secara kuantitatif, data dari kuesioner dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan inferensial untuk mengukur secara empiris efektivitas shader berbasis AI dalam meningkatkan kualitas visual dan pengalaman belajar. Dengan demikian, analisis data ini diharapkan dapat memberikan bukti yang kuat mengenai dampak positif penggunaan shader berbasis AI dalam meningkatkan pembelajaran visual 2D.

#### **e. Evaluasi dan Refinemen**

Setelah mengimplementasikan shader berbasis AI dalam prototipe aplikasi, tahap evaluasi dan refinemen dilakukan untuk memastikan kualitas dan efektivitasnya dalam konteks efek visual 2D dalam pembelajaran. Evaluasi dilakukan dengan mengumpulkan umpan balik dari pengajar dan mahasiswa yang telah menggunakan prototipe. Umpan balik ini digunakan untuk menilai sejauh mana shader berbasis AI berhasil memenuhi ekspektasi dan kebutuhan pengguna, serta untuk mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan dan pengembangan lebih lanjut. Hasil dari evaluasi ini kemudian digunakan dalam tahap refinemen, di mana shader berbasis AI diperbaiki dan disempurnakan berdasarkan masukan yang diterima. Proses ini melibatkan iterasi yang berkelanjutan dalam pengembangan prototipe, dengan tujuan akhir mencapai hasil yang optimal dalam meningkatkan kualitas visual dan pengalaman belajar dalam pembelajaran 2D.

### **3. ANALISA DAN PEMBAHASAN**

#### **3.1 Analisis Pengembangan Shader Berbasis AI**

##### **3.1.1 Kebutuhan Pengguna**

Dalam pengembangan shader berbasis AI untuk efek visual 2D, penting untuk memahami perspektif pengajar dan siswa terhadap teknologi ini serta tantangan yang mungkin dihadapi. Pengajar sering kali menilai efektivitas shader berbasis AI dari sudut pandang pembelajaran dan bagaimana teknologi ini dapat meningkatkan pengalaman visual dalam menyampaikan konsep-konsep kompleks. Sementara itu, siswa mengharapkan penggunaan efek visual yang menarik dan mendukung pemahaman mereka terhadap materi pembelajaran. Tantangan yang mungkin dihadapi mencakup kompleksitas dalam mengimplementasikan shader berbasis AI, seperti pengaturan yang memadai untuk memastikan efek visual yang realistis dan responsif. Memahami kebutuhan dan tantangan ini adalah kunci dalam mengembangkan shader berbasis AI yang efektif dan bermanfaat



bagi pengalaman belajar visual 2D.

### **3.1.2 Prototipe Awal**

Langkah pertama yang krusial adalah menciptakan prototipe awal yang memadukan sketsa gameplay dengan integrasi elemen-elemen fisika yang kompleks. Sketsa gameplay ini tidak hanya mencakup interaksi objek dalam lingkungan 2D, tetapi juga menitikberatkan pada penggunaan shader untuk meningkatkan kualitas visualnya. Integrasi elemen fisika seperti gaya, momentum, dan gravitasi menjadi fokus utama untuk menciptakan pengalaman bermain yang lebih realistis dan menarik. Proses ini tidak hanya menuntut keahlian dalam desain grafis, tetapi juga pemrograman shader yang canggih untuk memastikan respons visual yang optimal dalam konteks pembelajaran 2D. Dengan demikian, prototipe awal ini menjadi fondasi yang penting dalam eksplorasi dan pengembangan lebih lanjut dari teknologi shader berbasis AI untuk efek visual 2D.

### **3.1.3 Umpan Balik Stakeholder**

Penting untuk mengumpulkan umpan balik dari stakeholder utama seperti guru fisika dan siswa sekolah menengah. Guru fisika memberikan wawasan berharga tentang bagaimana efek visual dapat digunakan untuk memperkuat pemahaman konsep fisika yang kompleks, sementara siswa memberikan perspektif pengguna akhir terhadap pengalaman belajar visual 2D yang ditawarkan oleh shader berbasis AI. Umpan balik ini membantu mengidentifikasi potensi perbaikan dan penyesuaian prototipe, termasuk kelayakan dan kebutuhan untuk meningkatkan aspek visual yang mendukung pembelajaran. Dengan memanfaatkan informasi dari stakeholder ini, pengembangan shader berbasis AI dapat lebih tepat sasaran dalam memenuhi ekspektasi dan kebutuhan pengguna dalam konteks pembelajaran 2D.

## **3.2 Metode Pengumpulan Data**

### **3.2.1 Studi Literatur**

Metode pengumpulan data yang digunakan meliputi studi literatur yang menyelidiki sumber-sumber tepercaya mengenai teknologi shader dan kecerdasan buatan (AI). Studi literatur ini memberikan landasan teoritis yang kuat untuk memahami prinsip-prinsip dasar dalam pengembangan shader berbasis AI, terutama dalam konteks efek visual 2D untuk pembelajaran. Informasi yang diperoleh dari studi literatur ini tidak hanya mencakup perkembangan terbaru dalam bidang shader dan AI, tetapi juga aplikasi praktisnya dalam menciptakan pengalaman visual yang lebih dinamis dan efektif dalam pendidikan. Dengan demikian, penggunaan studi literatur sebagai metode pengumpulan data memberikan landasan yang kritis dan mendalam untuk memandu proses pengembangan shader berbasis AI yang terarah dan terinformasi secara teoritis.

### **3.2.2 Survei dan Kuesioner**

Metode pengumpulan data yang digunakan meliputi survei dan kuesioner untuk mengumpulkan pandangan dari pengajar dan mahasiswa. Melalui survei ini, data dikumpulkan untuk menganalisis kebutuhan, tantangan, dan persepsi terhadap penggunaan efek visual dalam konteks pembelajaran. Pengajar memberikan perspektif tentang bagaimana efek visual dapat mendukung pengajaran dan pemahaman materi, sementara mahasiswa memberikan umpan balik mengenai pengalaman mereka dalam menggunakan efek visual dalam proses pembelajaran. Hasil dari survei dan kuesioner ini memberikan pemahaman yang mendalam tentang preferensi dan kebutuhan pengguna terkait dengan pengembangan shader berbasis AI untuk efek visual 2D, yang dapat membimbing langkah-langkah selanjutnya dalam pengembangan teknologi ini untuk meningkatkan pengalaman belajar visual.

## **3.3 Pengembangan dan Pengujian Shader Berbasis AI**

### **3.3.1 Prototyping**

Tahap prototyping sangat penting untuk menguji konsep-konsep yang dirancang. Prototyping melibatkan pembuatan dan pengujian prototipe sederhana yang memperlihatkan simulasi fisika yang telah diimplementasikan menggunakan shader berbasis AI. Prototipe ini digunakan untuk mengumpulkan umpan balik awal dari pengguna, baik dari segi pengalaman visual maupun



fungsionalitasnya dalam mendukung pembelajaran 2D. Proses ini memungkinkan para pengembang untuk mengevaluasi keefektifan teknologi shader berbasis AI dalam menciptakan efek visual yang realistis dan interaktif, serta untuk mengidentifikasi area-area yang memerlukan perbaikan atau pengembangan lebih lanjut. Dengan demikian, tahap prototyping menjadi langkah awal yang krusial dalam mengarahkan pengembangan shader berbasis AI menuju hasil yang optimal dalam konteks efek visual untuk pembelajaran 2D.

### **3.3.2 Analisis Data**

Tahap analisis data meliputi dua pendekatan utama: analisis tematik dari wawancara dan survei, serta statistik deskriptif dan inferensial dari kuesioner. Analisis tematik digunakan untuk mengeksplorasi tema-tema utama yang muncul dari wawancara dengan pengajar dan mahasiswa, serta survei yang dilakukan terkait penggunaan efek visual dalam pembelajaran. Pendekatan ini membantu dalam memahami perspektif pengguna terhadap teknologi shader berbasis AI dan bagaimana teknologi ini dapat ditingkatkan untuk mendukung pembelajaran visual 2D yang lebih efektif. Sementara itu, analisis statistik dari kuesioner memberikan pemahaman yang lebih mendalam secara numerik tentang seberapa efektif shader berbasis AI dalam meningkatkan kualitas visual dan pengalaman belajar, dengan menggunakan metode statistik deskriptif untuk merangkum data dan inferensial untuk menarik kesimpulan dari sampel yang lebih besar. Kombinasi dari kedua pendekatan ini memastikan bahwa pengembangan shader berbasis AI dapat didasarkan pada bukti-bukti yang kuat dan memenuhi kebutuhan pengguna dalam konteks pembelajaran visual 2D.

### **3.3.3 Evaluasi dan Refinemen**

Tahap evaluasi dan refinemen sangat penting untuk memastikan keberhasilan teknologi ini dalam mendukung pembelajaran visual. Evaluasi dilakukan dengan mengumpulkan umpan balik langsung dari pengguna, baik dari pengajar maupun siswa, terkait dengan efektivitas shader berbasis AI dalam meningkatkan kualitas visual dan pengalaman belajar. Umpan balik ini membantu mengidentifikasi kekuatan serta area-area yang perlu diperbaiki atau ditingkatkan dalam implementasi shader. Selanjutnya, hasil dari evaluasi digunakan untuk melakukan iterasi pada pengembangan, di mana perbaikan dan penyesuaian dilakukan berdasarkan masukan yang diterima. Proses ini memungkinkan shader berbasis AI untuk terus berkembang menuju hasil yang optimal, sesuai dengan kebutuhan dan ekspektasi pengguna dalam konteks pembelajaran visual 2D. Dengan demikian, tahap evaluasi dan refinemen merupakan langkah krusial dalam mengarahkan pengembangan shader berbasis AI menuju implementasi yang sukses dan bermanfaat dalam pendidikan.

## **3.4 Dampak dan Potensi Penggunaan Shader Berbasis AI**

### **3.4.1 Efektivitas dalam Pembelajaran**

Penting untuk mengevaluasi dampak dan potensi teknologi ini dalam pendidikan. Shader berbasis AI dapat meningkatkan pemahaman konsep-konsep visual abstrak dengan cara memvisualisasikan materi pembelajaran secara lebih dinamis dan interaktif. Penggunaan efek visual yang canggih dapat membantu siswa memahami konsep-konsep yang sulit dipahami secara konvensional, seperti fenomena fisika atau matematika yang kompleks. Selain itu, pengalaman belajar yang interaktif dan menarik yang ditawarkan oleh shader berbasis AI dapat memotivasi siswa untuk lebih aktif terlibat dalam pembelajaran, meningkatkan retensi informasi dan minat mereka terhadap materi pelajaran. Dengan demikian, pengembangan shader berbasis AI memiliki potensi besar untuk mengubah paradigma pembelajaran visual 2D dengan memberikan pengalaman yang lebih mendalam, bermakna, dan terhubung secara visual bagi siswa di berbagai tingkatan pendidikan.

### **3.4.2 Kualitas Visual**

Fokus pada kualitas visual sangat penting dalam meningkatkan pengalaman pembelajaran. Shader berbasis AI mampu memberikan peningkatan signifikan dalam kualitas visual dengan menghasilkan efek yang lebih dinamis, realistis, dan menarik. Teknologi ini memungkinkan pembuat konten pendidikan untuk menciptakan simulasi yang lebih dekat dengan keadaan nyata, seperti menggambarkan fenomena fisika atau struktur matematika dengan lebih akurat. Dinamika yang dihasilkan oleh shader berbasis AI juga memperkaya pengalaman belajar, memungkinkan



siswa untuk eksplorasi visual yang lebih mendalam dan interaktif. Dengan mendorong penggunaan efek visual yang lebih canggih dan realistis, shader berbasis AI memiliki potensi besar untuk meningkatkan daya tarik dan efektivitas pembelajaran visual 2D, membuka peluang baru untuk pendidikan yang lebih inovatif dan terkoneksi dengan teknologi mutakhir.

### **3.4.3 Motivasi dan Partisipasi Mahasiswa**

Perhatian pada motivasi dan partisipasi mahasiswa merupakan aspek krusial. Penggunaan visualisasi interaktif yang ditingkatkan oleh shader berbasis AI dapat signifikan memengaruhi motivasi belajar siswa. Visualisasi yang menarik dan dinamis mampu meningkatkan minat dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, karena mereka dapat lebih mudah terhubung dengan materi yang disajikan. Interaktivitas yang ditawarkan oleh teknologi ini juga mendorong partisipasi aktif, dengan memberikan kesempatan bagi siswa untuk melakukan eksplorasi dan percobaan secara langsung terhadap konsep-konsep yang dipelajari. Dengan demikian, pengembangan shader berbasis AI tidak hanya berpotensi meningkatkan kualitas visual pembelajaran 2D, tetapi juga secara signifikan mempengaruhi motivasi dan partisipasi siswa, membentuk lingkungan belajar yang lebih dinamis dan mendukung pertumbuhan akademik mereka.

## **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian ini, penggunaan shader berbasis AI dalam simulasi fisika di lingkungan game 2D telah terbukti meningkatkan kualitas visual dan interaktivitas pembelajaran. Implementasi teknologi ini tidak hanya memperkaya pengalaman belajar dengan visualisasi yang lebih dinamis dan realistis, tetapi juga membantu siswa memahami konsep-konsep fisika yang kompleks secara lebih efektif. Dengan demikian, pengembangan dan penggunaan shader berbasis AI memiliki potensi besar untuk terus ditingkatkan guna mendukung pendidikan yang lebih inovatif dan terhubung dengan perkembangan teknologi terkini.

## **REFERENCES**

- Carvalho, G., Cabral, B., Pereira, V., & Bernardino, J. (n.d.). Computation offloading in edge computing environments using artificial intelligence techniques. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol, No, dan Tahun: Vol. 95, p. 103840, 2020.
- Cholissodin, I., Adams Jonemaro, E. M., Rahayudi, B., Ksatria, W. E., Sukmawati, A., & Muzayyani, M. F. (n.d.). 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. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Vol. 9 No. 7: Spesial Issue Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa Informasi (SENTRIN) 2022.
- Kanagasabapathi, C., Siddamma, & Yellampalli, S. S. (n.d.). Design of Programmable Pixel Shader Computing Unit. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, Vol, No, dan Tahun: Volume-8 Issue-9S3, July 2019.
- Lyu, Z., & Gao, Y. (n.d.). An efficient pixel shader-based ray-tracing method for correcting GNSS non-line-of-sight error with large-scale surfaces. *GPS Solutions*, Vol. 27, No. 4, 2023.
- Park, S., & Baik, N. (n.d.). A Shader-Based Ray Tracing Engine. *Applied Sciences*, Vol. 11, No. 7, 2021.
- Risandhy, R., & Nada, S. Q. (n.d.). PERANCANGAN VIDEO MOTION GRAPHIC MENGENAI DAMPAK ARTIFICIAL INTELLIGENCE DALAM ART & DESIGN. *WARNARUPA (Journal of Visual Communication Design)*, Vol, No, dan Tahun: Vol. 3, No. 2, 2023.
- Schaefer, P., Vaskevich, A., & Meixner, G. (n.d.). Guided by the hint: How shader effects can influence object selection in Virtual Reality. *Human Factors in Virtual Environments and Game Design*, Vol, No, dan Tahun: AHFE International, 2022.
- Tewari, A., Thies, J., Mildenhall, B., Srinivasan, P. P., Tretschk, E., & Wang, Y. (n.d.). State of the Art on Neural Rendering. *Computer Graphics Forum*, Vol. 39, No. 2, 2020.