

***VIRTUAL REALITY* SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN RELATIVITAS KHUSUS BERBASIS *GOOGLE CARDBOARD* PADA *SMARTPHONE* ANDROID**

Dadan Sumardani

Ida Midaraeni

Nur Ichsan Sumardani

Universitas Negeri Jakarta, Universitas Terbuka, Universitas Islam Negeri Bandung
dadansumardani_pfisika15s1@mahasiswa.unj.ac.id, 085779648527

Abstract. The Global Education Census 2018 shows that Indonesian students are the highest technology users in the world. Unfortunately, the level of Indonesian science education is at a low level indicated by the Program of International Student Assessment 2015. The Learning physics science is ideally done through the experiments, but the theory of special relativity is difficult to understand. It is difficult because the theory has not happened in real life and no technology has advanced at the speed of light. To understand the theory, Virtual Reality is able to visualize the real concept of relativity by presenting an artificial world to the students. In its development, many virtual reality have been developed in the field of education by the experts because of the students' interest in this application. Virtual reality is more easily developed because it is supported by Google technology. Based on this, the researchers are interested in designing Virtual Reality applications as a Learning Media for Relativity on Android Smartphones. This Research and Development uses the Lee and Owens Model which consists of analysis, design, development, implementation, and evaluation. This research specializes in the development process which includes pre-production, production, and post-production. The application content explains the journey of human beings traveling at the speed of light and feeling the effects of the special theory of relativity. This application was developed using Unity 5.6.2f1 software and Google VR Cardboard. The Tests on the gyroscope and accelerometer concluded that the sensitivity level of the application is very good so that the rotation of the application is the same as the user's rotation. The development of virtual reality technology is carried out systematically, easily and effectively. The development of Virtual Reality using Unity and Google Cardboard on smartphones can be an effective solution, because of Unity 5.6.2f1 applications are free and unity operation is relatively easy for new developers. Hopefully researchers with the existence of this research, other developers can have a guide article in developing virtual reality.

Keywords: Fisika, Relativitas Einstein, *Virtual Reality*.

How to cite: Sumardani, D., Midaraeni, I., & Sumardani, N.I. (2019). *Virtual reality* sebagai media pembelajaran relativitas khusus berbasis *Google Cardboard* pada *smartphone* Android. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan KALUNI*, Vol. 2, 309-321. Jakarta: LPPM Universitas Indraprasta PGRI. <http://dx.doi.org/10.30998/prokaluni.v2i0.80>

PENDAHULUAN

Global Education Census 2018 yang dilakukan *Cambridge International* menunjukkan bahwa pelajar Indonesia termasuk pengguna teknologi tertinggi di dunia di bidang pendidikan.

Data tersebut menunjukkan lebih dari 67% peserta didik di Indonesia menggunakan *smartphone* di dalam pembelajaran dan lebih sering mengerjakan pekerjaan rumah dengan menggunakan *smartphone* (81%). Meskipun pengguna teknologi dalam kelas terbanyak, tingkat pendidikan sains di Indonesia masih dalam tingkat rendah (UCLES, 2018).

Rendahnya pemahaman peserta didik terhadap sains tergambar berdasarkan survey *Programme of International Student Assessment (PISA) 2015* yang menggambarkan posisi prestasi sains Indonesia diperingkat 62 dari 69 negara yang di survey (OECD, 2015; Iswadi, 2016). Dari survey *PISA*, dapat disimpulkan bahwa proses, konten, dan aplikasi sains masih belum sesuai harapan, serta kemampuan berpikir yang masih sekadar mengingat (*recall*), menyatakan kembali (*restate*), atau merujuk tanpa melakukan pengolahan (*recite*) (Nugroho, 2018). Pengaruh teknologi dalam bidang pendidikan masih tertinggal dibandingkan dunia pertanian, industri, transportasi, dan komunikasi, namun intervensinya dalam bidang pendidikan telah mengejar dalam banyak bidang (Tirtarahardja, 2012).

Belajar fisika yang ideal adalah berinteraksi dengan alam melalui kegiatan percobaan atau praktikum (Suparno, 2005). Munculnya teori relativitas khusus yang dikemukakan Einstein membentuk konsep-konsep baru tentang ruang dan waktu. Sebagai akibat dari munculnya postulat Einstein, terjadi pemuluran waktu (*time dilation*), penyusutan panjang (*length contraction*), penyusutan massa (*mass contraction*), dan paradox kembar. Hal seperti ini sulit dipahami peserta didik yang sedang belajar fisika modern karena tampak seolah-olah bertentangan dengan pengalaman sehari-hari mereka (Hartono, 2007). Para ilmuwan dan guru fisika dari waktu ke waktu selalu mencari ide bagaimana meyakinkan orang mengenai teori relativitas secara logis dan mengemas teori agar mudah dipahami (Kustanto & Oktova, 2016).

Kesulitan yang dialami peserta didik dalam belajar fisika modern disebabkan karena konsep yang dimilikinya diperoleh melalui pengalaman empiris sehari-hari, sementara konsep-konsep fisika modern tampak seolah-olah bertentangan dengan pengalaman mereka. Faktor lain yang juga menjadi penyebab adalah sifat konsep fisika modern yang didominasi oleh konsep abstrak (Pospiech, 1999). Memberikan pemahaman yang baik tentang teori relativitas salahsatunya dapat menggunakan peristiwa gerak dipercepat beraturan dan menitikberatkan tinjauan lokal dari masing-masing objek mengenai pertukaran sinyal cahaya (Müller, T., King, A., dan Adis, 2008). Selain itu, untuk mempermudah penerimaan teori tersebut, dibutuhkan media yang bisa merealisasikan konsep relativitas yang dianggap tidak nyata menjadi sebuah realitas yang nyata dan dirasakan oleh panca indra. Konsep yang abstrak akan menjadi mudah dipahami salahsatunya dengan menggunakan media pembelajaran aplikasi *Virtual Reality* (Alqahtani, 2017). Media pembelajaran merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari proses belajar mengajar demi tercapainya tujuan pendidikan dan tujuan pembelajaran (Arsyad, 2017).

Virtual Reality bermula dari sebuah prototype dari visi yang dibangun oleh Morton Heilig pada tahun 1962 yang bernama *Senosorama*. Setelah itu, tahun 1966 *virtual reality* digunakan sebagai *visual simulator* penerbangan oleh tentara angkatan udara. Perkembangan selanjutnya Google akhirnya merilis aplikasi Google cardboard sebagai aplikasi penyangga *Virtual Reality* murah dan membuat *plugin* Unity. Kondisi ini menyokong pengembangan *Virtual Reality* dengan cepat (Mandal, 2013; Dougherty, 2015; Eadicicco, 2016; Pierce, 2015).



Gambar 1. Cara Penggunaan Aplikasi Virtual Reality (Gusti, 2015).

Virtual Reality hadir dalam menyediakan media interaktif yang dapat mempengaruhi indra pengguna, sehingga pengguna larut kedalam lingkungan simulasi (Mihelj et al, 2014).

Virtual Reality memungkinkan pengguna dan pelajar untuk melihat dunia eksternal dengan dimensi berbeda. Teknologi ini dapat menghadirkan sebuah dunia buatan dan mencoba hal yang tidak dapat diakses dalam kehidupan nyata dan menghadirkannya dalam pandangan pengguna (Mandal, 2013). Gagasan awal dari *Virtual Reality* adalah untuk memberikan pengguna kebebasan apa yang ingin disaksikannya. Teknologi ini juga dapat memberikan sensasi nyata seolah kita berada ditempat yang kita inginkan (Smith, S. & Lee, 2004).

Virtual Reality telah lama digunakan untuk pendidikan dan berbagai simulasi. Simulasi tersebut telah dikembangkan seperti operasi pesawat, tank, sistem pembangkit listrik, dan pembedahan manusia (Jin, 2011; Onyesolu, 2006). Banyaknya inovasi terjadi karena kekuatan *Virtual Reality* dalam meyakinkan pengguna dan meyakinkan kehadiran mereka di dalam lingkungan buatan (Wittenberg, 1993). *Virtual Reality* juga menawarkan lingkungan interaktif yang melibatkan peserta didik dan memungkinkan mereka memvisualisasikannya. Teknologi ini diperkenalkan sebagai alat inovasi untuk memecahkan masalah kompleks, sehingga menghasilkan solusi yang unik, realistis dan praktis bagi peserta didik (Kartiko et al, 2010).

Penelitian dari seorang guru sains bernama Winn and Bricken yang menggunakan *Virtual Reality* untuk menjelaskan materi matematika abstrak menyimpulkan bahwa *Virtual Reality* memiliki potensi meningkatkan cara belajar peserta didik secara signifikan (Winn & Bricken, 1992). Demikian juga penelitian dari Moses yang menggunakan *Virtual Reality* dalam menganalisis vektor dan geometri deskriptif, menunjukkan bahwa peserta didik menilai *Virtual Reality* sebagai tempat eksperimen yang sangat baik dan dapat berpikir lebih mudah untuk memahami konsep materi tersebut (Okechukwu & Eze, 2011).

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan, peneliti tertarik merancang aplikasi *Virtual Reality* Sebagai Media Pembelajaran Relativitas Khusus pada *Smartphone* Android Berbasis *Google Cardboard*.

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Penelitian *Research and Development* menggunakan Model Lee dan Owens yang terdiri dari 5 tahap, yaitu analisis (*analysis*), desain (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*). Alasan pemilihan model ini karena model ini merupakan model yang dikhususkan untuk mengembangkan multimedia. Metode ini relevan untuk mengembangkan aspek dari aplikasi komputer (Lee & Owens, 2004).

Pada penelitian ini, Model Lee dan Owens akan dikhususkan pada proses pengembangan komponen yang secara umum meliputi tiga tahapan yaitu, pra-produksi, produksi, dan paska produksi (Lee & Owens, 2004). Pada tahap pra-produksi kegiatan yang dilakukan adalah membuat *story board* untuk memberikan gambaran secara keseluruhan mengenai gagasan dari produk yang akan disajikan. Pada tahap produksi akan dideskripsikan bagaimana cara membuat aplikasi *virtual reality* untuk memberikan penjabaran mendetail mengenai proses pembuatan aplikasi. Pada tahap pasca produksi peneliti melakukan review dan perbaikan yang diperlukan sehingga produk dapat berjalan pada *smartphone android*.

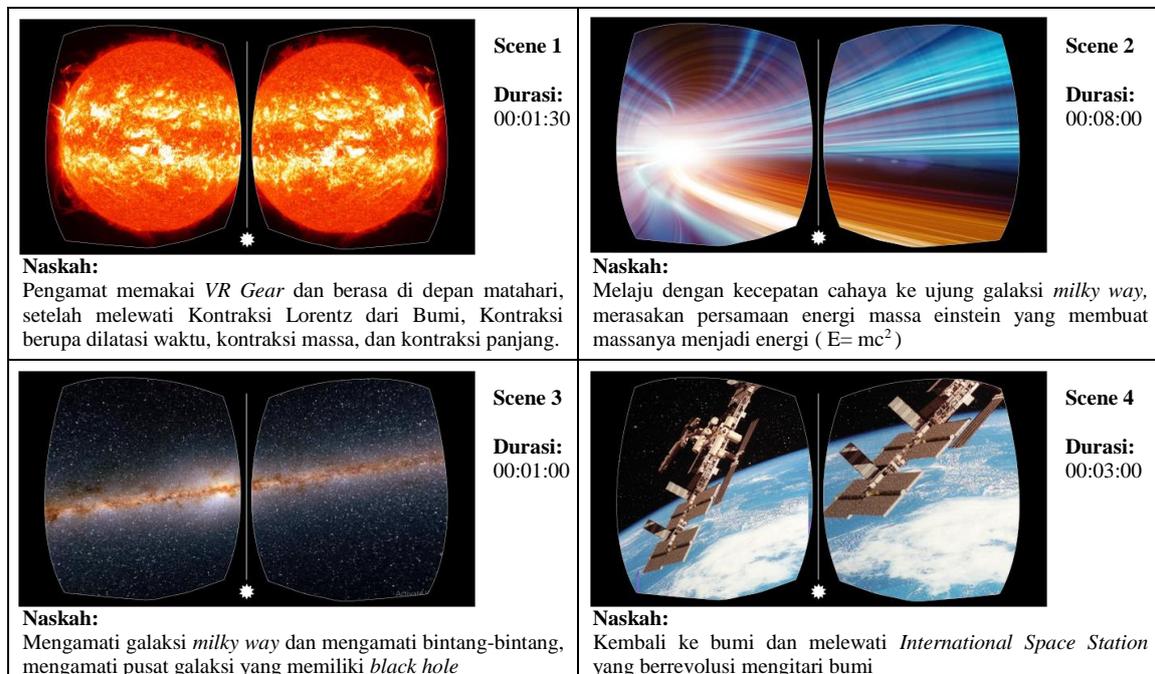
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pra-Produksi

Pada tahapan pra-produksi, dipersiapkan peralatan yang digunakan dalam penelitian diantaranya seperangkat komputer, buku rujukan fisika, *smartphone* dengan sistem operasi android dilengkapi *gyroscope*, koneksi internet, *software* unity 5.6.2f1, *Google Cardboard* (online), dan *software* Adobe Premier (offline). Buku rujukan fisika yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Introduction to Physics* edisi ke-9 dengan penulis John D. Cutnell & Kenneth W. Johnson yang diterbitkan oleh Wiley.

Membuat *story board* dilakukan untuk memberikan gambaran secara keseluruhan mengenai gagasan dari produk yang akan disajikan. *Story board* dari aplikasi yang ingin dirancang digambarkan pada gambar 3.



Gambar 2. Storyboard Aplikasi yang akan dikembangkan

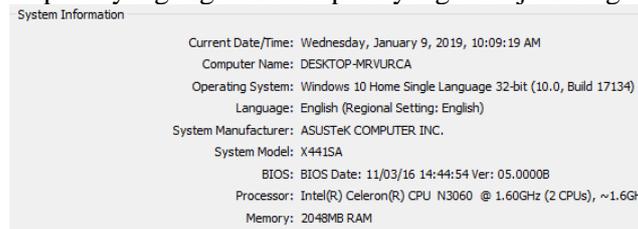
Aplikasi *virtual reality* yang sudah dibuat dengan unity 5.6.2f1 akan diinstal pada *smartphone* dengan sistem *android*. Aplikasi ini akan disimpan dalam format .apk dan bisa diunduh melalui *playstore* android. Konten pada aplikasi akan dibuat menggunakan Adobe Premier dan disimpan dalam format .mp4. Aplikasi ini juga memerlukan koneksi internet untuk mengakses *Google VR Cardboard* untuk platform unity. *Google VR Cardboard* dapat diunduh secara *open source* di link <https://developers.google.com/vr/>.

Informasi dalam kacamata *virtual reality* yang ingin disampaikan melalui aplikasi ini adalah perjalanan manusia ketika melaju dengan kecepatan cahaya. Melaju dengan kecepatan cahaya akan menyebabkan beberapa peristiwa terjadi. Peristiwa tersebut adalah kontraksi panjang, pemendekan waktu, peleburan massa menjadi energi, dan paradoks kembar. Peristiwa tersebut belum pernah terjadi pada kenyataan, namun telah dipastikan secara teori. Tidak pernahnya terjadi di kehidupan nyata disebabkan karena sampai saat ini belum ada teknologi

yang mampu melaju dengan kecepatan cahaya. Dengan menggunakan teknologi *Virtual Reality* dan dunia virtual, konsep ini bisa disaksikan dengan indra pengguna seolah kejadian tersebut nyata terjadi. Aplikasi ini ditampilkan dengan perpaduan antara konsep dunia nyata dan maya yang divisualisasikan oleh aplikasi *virtual reality*.

Produksi

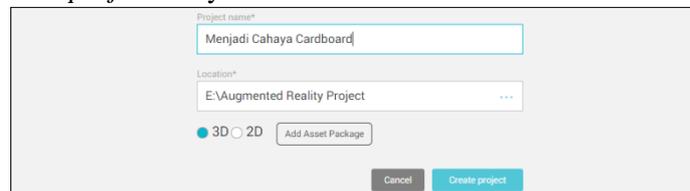
Pada tahapan produksi, digunakan peralatan seperangkat komputer, koneksi internet, *software* unity 5.6.2f1, *Google Cardboard* (online), dan *software* Adobe Premier (offline). Adapun spesifikasi komputer yang digunakan seperti yang ditunjukkan gambar berikut.



Gambar 3. Spesifikasi Komputer yang digunakan

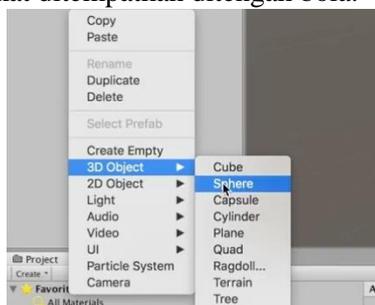
Berikut ini langkah-langkah perancangan media pembelajaran berupa aplikasi *Virtual Reality* berbasis *Google Cardboard* pada perangkat android:

Buka Aplikasi Unity yang telah terinstall. Pilih *projects > new project >* tuliskan nama pada *project name >* pilih tempat penyimpanan file pada *location >* klik 3D > selanjutnya *create project* untuk masuk ke *project unity*.

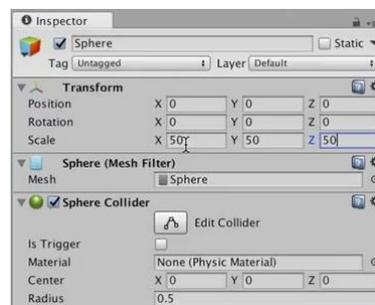


Gambar 4. Tampilan Panel *New Project*

Pada tampilan unity 5.6.2, atur *Main Camera* dan *Directional Light* menjadi posisi (0,0,0), selanjutny klik kanan pada scene yang aktif > klik 3D Object > Klik sphere, lalu atur posisi sphere menjadi (0,0,0), rotasi (0,0,0) dan skala yang digunakan diubah menjadi (50,50,50). Pembuatan sphere dilakukan untuk difungsikan sebagai layar berbentuk bola dan pengamat ditempatkan ditengah bola.



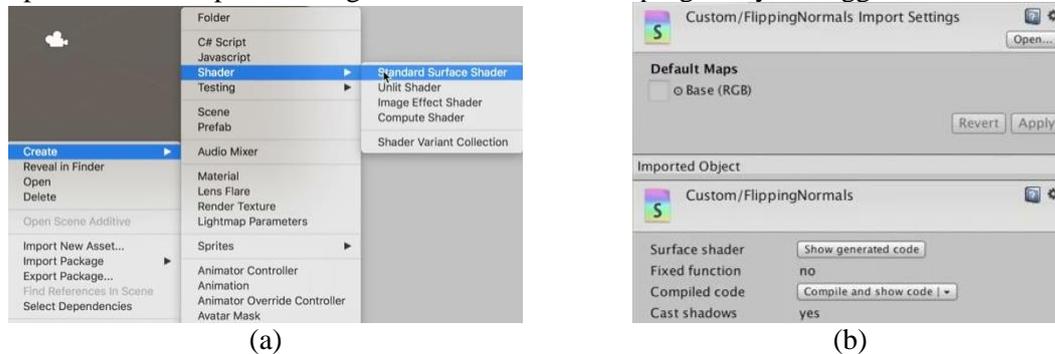
(a)



(b)

Gambar 5. (a) Menambahkan Objek Bola, (b) Konfigurasi Pengaturan Bola.

Pada folder assets unity, klik kanan pada folder assets > Create > Shader > Standard Surface Shader > klik kiri > rename menjadi FlippingNormal. Lalu selanjutnya pada taskpane Inspector, klik kiri pada show generated code dan memprogramnya menggunakan bahasa C#.



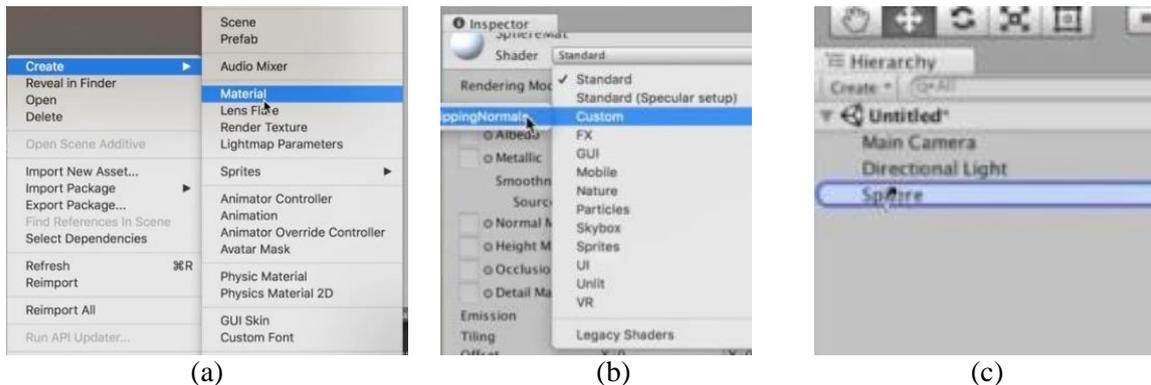
Gambar 6. (a) Menambahkan Shader ke Assets, (b) Inspector Shader Flipping Normal

Tabel 1. Pemrograman yang digunakan pada Shader Flipping Normal

```

Shader "Custom/Flippingnormal" {
    Properties {
        _MainTex ("Base (RGB)", 2D) = "white" {}
    }
    SubShader {
        Tags { "RenderType"="Opaque" }
        Cull Off
        CGPROGRAM
        #pragma surface surf Lambert vertex:vert
        sampler2D _MainTex;
        struct Input {
            float2 uv_MainTex;
            float4 color : COLOR;
        };
        void vert (inout appdata_full v) {
            v.normal.xyz = v.normal * -1;
        }
        void surf (Input IN, inout SurfaceOutput o) {
            fixed3 result = tex2D (_MainTex, IN.uv_MainTex);
            o.Albedo = result.rgb;
            o.Alpha = 1;
        }
        ENDCG
    }
    FallBack "Diffuse"
}
    
```

Selanjutnya pada folder assets unity, klik kanan pada folder assets > Create > Material > Klik Kiri. Lalu rename material menjadi SphereMat, dan drag SphereMat ke Object Sphere di bagian Scene Aktif.



Gambar 7. (a) Menambahkan material ke Assets, (b) mengganti format, (c) Mendrag Material

Untuk membuat konten didalam Virtual Reality diperlukan Video 360 yang dapat diunduh di website penyedia Video 360 ataupun membuatnya dengan Aplikasi Google 360. Saat video sudah terunduh > import ke dalam unity dengan cara drag dari folder download ke dalam layar kerja unity. Selanjutnya ketika sudah tersedia di assets Unity > drag video tersebut ke Object Sphere di Scene aktif > ketika proses drag berhasil, maka video player akan nampak seperti gambar.



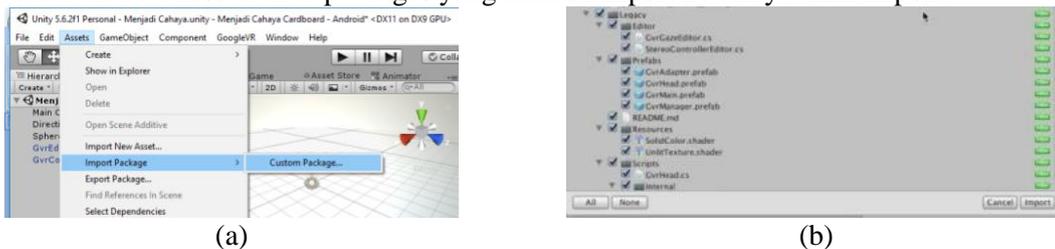
Gambar 8. (a) Drag File Video ke Objek Bola, (b) Konfigurasi Video Player

Unduh Google VR Cardboard untuk platform unity > lalu klik Get Started untuk mengunduh. Google Cardboard support bisa di akses <https://developers.google.com/vr/> lalu unduh unitypackage untuk support aplikasi Virtual Reality.



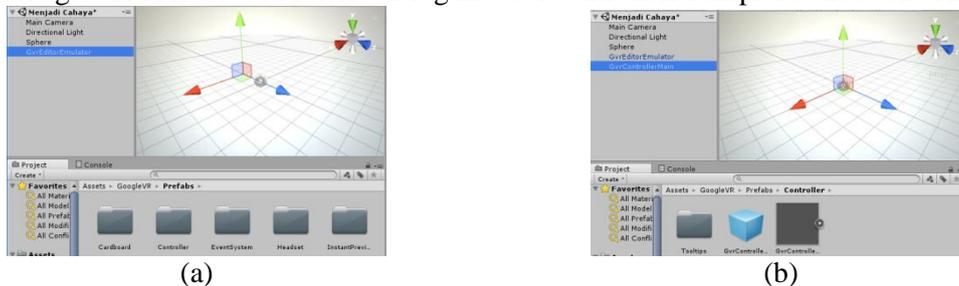
Gambar 9. (a) Memilih Platform Aplikasi, (b) Link unduh Google VR Unitypackage.

Import unitypackages ke layar kerja Unity dengan cara klik menu assets > import package > custom package > cari lokasi menyimpan unduhan google VR Support > Klik Open. Lalu akan muncul keseluruhan packages yang akan di import ke unity > klik import.



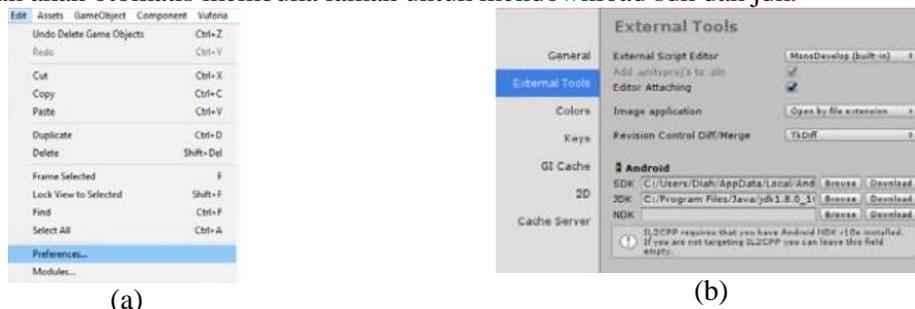
Gambar 10. (a) Import Custom Package dari Folder, (b) Memilih Komponen yang di Import

Setelah import Google VR Cardboard ke unity, buka folder Assets/GoogleVR/Prefabs > Drag file GvrEditorEmulator.prefab ke Scene yang Aktif > lalu buka folder Assets/GoogleVR/Prefabs/Controller > Drag file GvrControllerMain.prefab ke Scene Aktif.



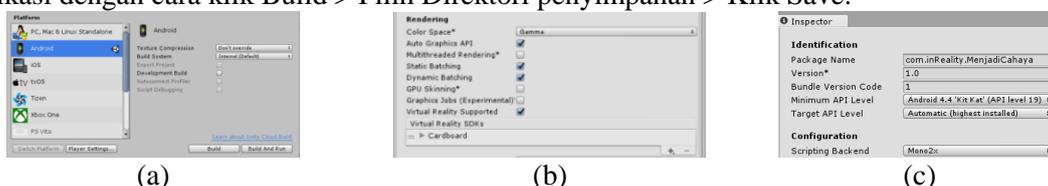
Gambar 11. (a) Menambahkan Gvr Editor Emulator, (b) Menambahkan Gvr Controller Main.

Mengatur external tools dengan cara pilih edit > preferences > external tools > klik download, dan akan otomatis membuka laman untuk mendownload sdk dan jdk.



Gambar 12. (a) Mengatur Preferensi Aplikasi, (b) Mengatur eksternal tool Unity

Persiapan proses Build Aplikasi, klik File > klik Build Setting > Lalu setelah muncul Panel Build Setting > Klik Add Open Scenes > klik platform android > lalu klik Switch Platform. Selanjutnya untuk mengatur identitas aplikasi, klik player setting dan isi Nama Perusahaan dan Nama Produk, dan Icon Aplikasi, Identifikasi Minimal Handphone dan Versi Aplikasi. Lalu untuk menjalankan VR, klik Virtual Reality Support pada Configuration > Add Cardboard. Setelah proses pemberian identitas aplikasi selesai, selanjutnya klik lakukan build aplikasi dengan cara klik Build > Pilih Direktori penyimpanan > Klik Save.



Gambar 13. (a) Build Setting, (b) Konfigurasi Identitas, (c) Konfigurasi Spesifikasi.

Pasca Produksi

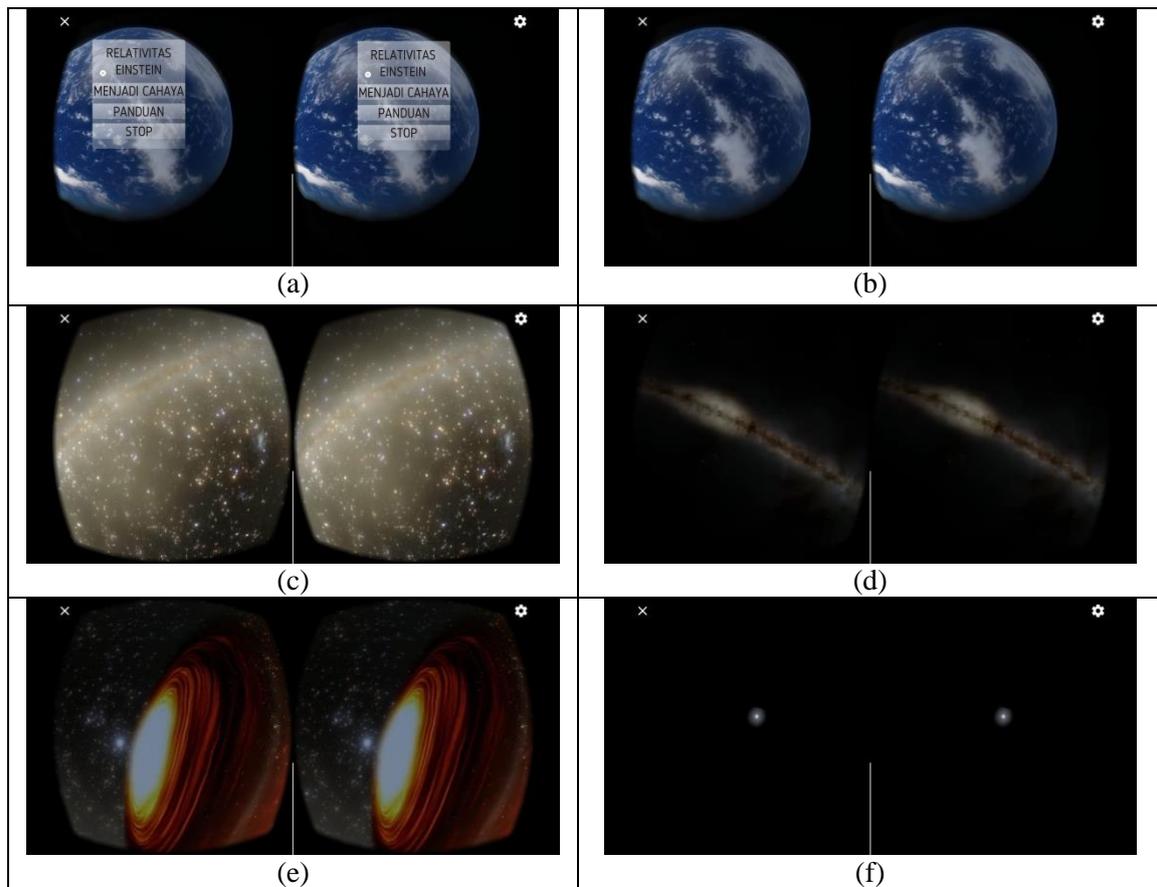
Setelah aplikasi dibuat, pengujian dilakukan dengan cara menguji fungsi perangkat aplikasi *virtual reality*. Pengujian akan diujicoba dengan cara menguji respon aplikasi, sensor Akselerometer dan *Gyroscope*. Pengujian dilakukan dengan cara merotasi device baik dengan posisi roll, pitch, ataupun yaw. Kemudian kesesuaian pergeseran gambar ketika perangkat tersebut digerakkan akan menjadi bagian penting yang akan diujikan, karena kesesuaian tersebut sangat berpengaruh terhadap hidup atau tidaknya dunia maya yang disajikan kepada pengguna.

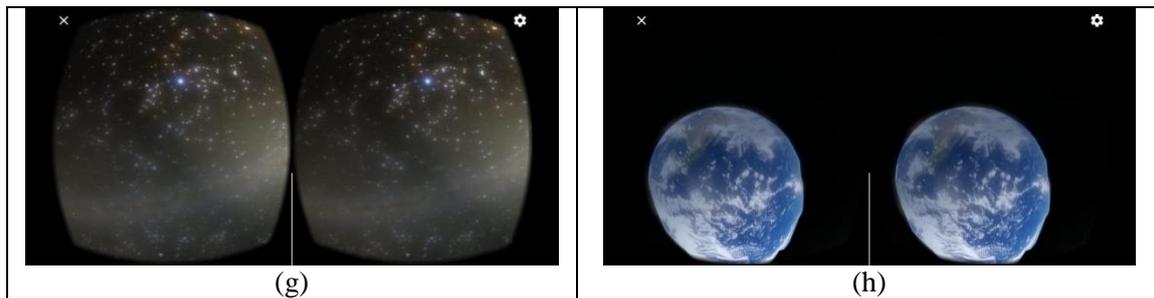
Adapun beberapa pengujian yang dilakukan dalam proses respon aplikasi *virtual reality* ditampilkan pada Tabel 2. Pengujian dilakukan menggunakan *smartphone android* dengan sistem *android 8.1.0 (System Android Oreo)* dan menggunakan kacamata *Virtual Reality Gear*.

Tabel 2. Deskripsi Poses Pengujian Aplikasi

NO	Pengujian	Waktu	Keterangan
1	Install Aplikasi	30 sekon	Aplikasi terinstall dengan baik
2	Membuka Aplikasi	4 sekon	Aplikasi terbuka dengan baik
3	Menekan Tombol	1 sekon	Tombol aplikasi berjalan sedikit lambat
4	Masuk Dunia Virtual Reality	2 sekon	Sedikit Lambat ketika menekan tombol
5	Menggerakkan Akselerometer	∞	Sangat lancar ketika maju dan mundur
6	Menggerakkan <i>Gyroscope 360^o</i>	∞	Sangat lancar sesuai arah kepala pengguna

Pengujian perangkat *virtual reality* menghasikan kesimpulan bahwa aplikasi berjalan sangat lancar pada *smartphone android 8.1.0 (System Android Oreo)*. Proses *install* berlangsung selama 30 sekon dan proses masuk ke aplikasi membutuhkan waktu 4 sekon. Ketika aplikasi sudah terbuka, menekan tombol menu dan tombol menuju dunia *virtual reality* nambak ringan dan sedikit lambat. Keterlambatan itu dimungkinkan terjadi karena proses penyiapan google cardboard pada *smartphone* mengalami kendala teknis. Sensor akselerometer menunjukkan kesempurnaannya dengan tidak mengalami kendala saat digerakan maju dan mundur. Sensor Gyroscope juga menunjukkan kesempurnaan saat pengujian rotasi berlangsung.





Gambar 14. Prespektif langit VR dengan sensor gyroscope pada smartphone, (a) menu perintah pada aplikasi, (b) *scene* keluar dari bumi, (c) *scene* menjauh dari pusat tata surya, (d) *scene* menjauh dari pusat galaksi *milky way*, (e) *scene* memasuki lubang hitam, (f) *scene* keadaan didalam *black hole*, (g) *scene* setelah keluar dari *black hole*, (h) *scene* kembali ke bumi.

Pada gambar ditunjukkan beberapa hasil pengujian pada aplikasi virtual reality dan beberapa scene pada aplikasi. Berdasarkan ujicoba Aplikasi terlihat berlancar lancar dan tidak mengalami kendala. Hanya saja harus diakui bahwa pada saat baterai smartphone mulai dibawah 10%, kemampuan Akselerometer dan *Gyroscope* mulai melemah dan terlihat tersendat.

Pembahasan

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Penelitian *Research and Development* menggunakan Model Lee dan Owens yang terdiri dari 5 tahap, yaitu analisis (*analysis*), desain (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*). Pada penelitian ini, Model Lee dan Owens akan dikhususkan pada proses pengembangan komponen yang secara umum meliputi tiga tahapan yaitu, pra-produksi, produksi, dan paska produksi.

Pada tahapan pra-produksi, dibuat storyboard aplikasi. Informasi yang ingin disampaikan melalui aplikasi *virtual reality* ini adalah perjalanan manusia ketika melaju dengan kecepatan cahaya. Melaju dengan kecepatan cahaya akan menyebabkan beberapa peristiwa terjadi. Peristiwa tersebut adalah kontraksi panjang, pemendekan waktu, peleburan massa menjadi energi, dan paradox kembar. Peristiwa tersebut belum pernah terjadi pada kenyataan, namun telah dipastikan secara teori. Tidak pernahnya terjadi di kehidupan nyata disebabkan karena sampai saat ini belum ada teknologi yang mampu melaju dengan kecepatan cahaya. Dengan menggunakan teknologi *Virtual Reality* dan dunia virtual, konsep ini bisa disaksikan dengan indra pengguna seolah kejadian tersebut nyata terjadi. Aplikasi ini ditampilkan dengan perpaduan antara konsep dunia nyata dan maya yang divisualisasikan oleh aplikasi *virtual reality*.

Pada tahapan produksi, aplikasi ini dikembangkan menggunakan *software open source* yaitu Unity 5.6.2f1. aplikasi ini memiliki kelebihan dalam penggunaannya yang offline dan mudah dalam pembuatan kontennya, sehingga peneliti tertarik menggunakan aplikasi ini. Peralatan lainnya adalah seperangkat komputer dengan spesifikasi *Processor Intel(R) Celeron(R) CPU N3060 @1.60GHz* dan RAM 2048Mb. Buku rujukan fisika yang digunakan adalah *Introduction to Physics* edisi ke-9 dengan penulis John D. Cutnell & Kenneth W. Johnson yang diterbitkan oleh Wiley. Aplikasi ini akan disimpan dalam format .apk dan bisa diunduh melalui *playstore* android. Konten pada aplikasi akan dibuat menggunakan Adobe Premier dan disimpan dalam format .mp4. Aplikasi ini juga memerlukan koneksi internet untuk mengakses *Google VR Cardboard* untuk platform unity. *Google VR Cardboard* dapat diunduh secara *open source* di akses <https://developers.google.com/vr/>.

Adapun beberapa langkah yang memerlukan waktu dalam proses produksi aplikasi dari awal hingga akhir ditunjukkan Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Waktu saat Mengembangkan Aplikasi

NO	Langkah Kerja	Waktu
1	<i>Import</i> Video 360 ke Unity	15 Menit
2	Import Google VR dari Web Penyedia	20 Menit
3	<i>Switch Platform</i> ke Android	5 Menit
4	<i>Build Up</i> Aplikasi Virtual Reality dari unity	3 Menit
5	Install Aplikasi di <i>Smartphone</i>	30 Detik

Waktu dari beberapa langkah tersebut berbanding lurus dengan jumlah atau besarnya media konten dan spesifikasi yang digunakan. Tampilan yang dihasilkan dari aplikasi ini sangat menarik dan interaktif, sehingga akan menarik minat dari peserta didik.

Pada tahapan Pasca Produksi, pengujian dilakukan dengan cara menguji respon aplikasi, sensor Akselerometer dan *Gyroscope*. Pengujian dilakukan dengan cara merotasi device baik dengan posisi *roll*, *pitch*, ataupun *yaw* menyesuaikan dengan arah putaran kepala pengguna yang menggunakan kacamata *Virtual Reality Gear*. Kesesuaian pergeseran aplikasi ketika digerakkan akan menjadi bagian penting yang akan diujikan, karena kesesuaian tersebut sangat berpengaruh terhadap hidup atau tidaknya dunia maya yang disajikan kepada pengguna. Pengujian dilakukan menggunakan *smartphone* android dengan sistem android 8.1.0 (*System Android Oreo*) bermerk dagang samsung A7 dan kacamata *Virtual Reality Gear* bermerk dagan VR BOX. Pengujian perangkat virtual reality menghasilkan kesimpulan bahwa aplikasi berjalan sangat lancar pada *smartphone* tersebut dan konten terlihat jelas.

PENUTUP

Riset ini telah dilakukan dengan tujuan awal memberikan penyajian cara mengembangkan teknologi *virtual reality* secara mudah, murah dan efektif menggunakan *software* unity 5.6.2f1. Untuk mengembangkan aplikasi virtual reality dibutuhkan *Google VR Cardboard* yang telah disediakan *Google Developer*. Aplikasi *virtual reality* yang telah dibuat dapat diinstall dengan baik pada *smartphone* dengan sistem *android* minimal 4.1.1 (Kitkat) dan dilengkapi *gyroscope* dan akselerometer. Pemanfaatan teknologi *Virtual Reality* disertai kacamata *Virtual Reality Gear* pada aplikasi ini berjalan sesuai dengan perancangan, yaitu konten mengenai perjalanan manusia ketika melaju dengan kecepatan cahaya yang menyebabkan peristiwa relativitas terjadi. Peristiwa yang tersedia tersebut adalah kontraksi panjang, pemendekan waktu, peleburan massa menjadi energi, dan paradoks kembar. Pengembangan *Virtual Reality* menggunakan Unity dan *Google Cardboard* pada *smartphone* dapat menjadi solusi yang sangat efektif, karena dapat menghadirkan konten interaktif bagi peserta didik, serta aplikasi pengembangannya gratis. Pengoperasian *Software* unity juga relatif mudah bagi pengembang baru dibidang aplikasi karena teknik pembuatan aplikasi dilakukan dengan drag dan mengisi kolom kosong. Aplikasi ini membutuhkan spesifikasi *smartphone* yang relatif tinggi dari segi ukuran prosesor, kapasitas RAM, dan support sensor *gyroscope* dan akselerometer. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, pengembang lain dapat memiliki panduan dalam mengembangkan virtual reality.

DAFTAR PUSTAKA

- Alqahtani, A. S. (2017). Environments and System Types of Virtual Reality Technology in STEM : A Survey. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8(6), 77–89.
- Arsyad, A. (2017). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Dougherty, C. (2015). Google Intensifies Focus on its Cardboard Virtual Reality Device. Retrieved January 5, 2019, from www.nytimes.com/2015/05/29/technology/google-intensifies-focus-on-its-cardboard-virtual-reality-device.html.
- Eadicicco, L. (2016). Google's Cheap Virtual Reality Headset Is About to Get Better. Retrieved January 8, 2019, from <http://time.com/4180621/googlecardboard-headset-audio/>
- Gusti, K. (2015). Virtual Reality Komponen Baru untuk Gaming yang Mengguncangkan Dunia Game. Retrieved January 9, 2019, from <https://carisinyal.com/ini-dia-7-kacamata-virtual-reality-terbaik/>
- Hartono. (2007). Melatih Kemampuan Berpikir Alternatif Melalui Pembelajaran Fisika Modern. In *SEMINAR NASIONAL MIPA 2007*. Yogyakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNY.
- Iswadi, H. (2016). Sekelumit Dari Hasil PISA 2015 Yang Baru Dirilis. Retrieved December 3, 2018, from http://www.ubaya.ac.id/2014/content/articles_detail/230/Sekelumit-dari-Hasil-PISA-2015-yang-Baru-Dirilis.html
- Jin, W. (2011). Virtual reality technology in the design of the space environment research. *2011 International Conference on Control, Automation and Systems Engineering*. <https://doi.org/10.1109/ICCASE.2011.5997892>
- Kartiko, I., Kavakli, M., & Cheng, K. (2010). Learning science in a VR application: The impacts of animated-virtual actors' visual complexity. *Computers & Education*, 55(2), 881–891.
- Kustanto, H., & Oktova, R. (2016). the Twin Paradox in the Theory on Special Relativity As an Enrichment Topic for High School Physics. *Berkala Fisika Indonesia*, 8(1), 10–16.
- Lee, W., & Owens, D. . (2004). *Multimedia Based Instructional Design, Second Edition*. San Fransisco: Pfeiffer.
- Mandal, S. (2013). Brief Introduction of Virtual Reality & its Challenges. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(4), 304–309.
- Mihelj, M., Novak, D., & Beguš, S. (2014). *Virtual Reality Technology and Applications (Vol. 68)*. (S. G. Tzafestas, Ed.) New York, London: Springer.
- Müller, T., King, A., dan Adis, D. (2008). A trip to the end of the universe and the twin “paradox.” *Am. J. Phys.*, 76(4), 360–373.
- Nugroho, R. A. (2018). *HOTS (Higher Order Thinking Skill)*. Jakarta: Grasindo.
- OECD. (2015). Programme for International Student Assessment 2015: Results in Focus. Retrieved January 1, 2019, from www.oecd.org/pisa
- Okechukwu, M., & Eze, F. (2011). Understanding Virtual Reality Technology: Advances and Applications. *Advances in Computer Science and Engineering*. <https://doi.org/10.5772/15529>
- Onyesolu, M. O. (2006). Virtual reality: An emerging computer technology of the 21st century. *International Journal of Electrical and Telecommunication Systems Research*, 1(1), 36–40.
- Pierce, D. (2015). Google Cardboard is VR's Gateway Drug. Retrieved January 8, 2019, from <http://www.wired.com/2015/05/try-googlecardboard/>
- Pospiech, G. (1999). Teaching the EPR paradox at high school? *Physics Education*, 34(5).
- Smith, S. & Lee, S. (2004). A pilot study for integrating virtual reality into an introductory design and graphics course. *Journal of Industrial Technology*, 20(4), 2–7.

- Suparno, P. (2005). Miskonsepsi & perubahan konsep dalam pendidikan fisika. *Jakarta: PT. Grasindo*.
- Tirtarahardja, U., & Sulo, L. (2012). *Pengantar Pendidikan*. Jakarta: PT RINEKA CIPTA.
- UCLES. (2018). *Global Education Census Report 2018*. United Kingdom. Retrieved from <https://www.cambridgeinternational.org/Images/514611-global-education-census-survey-report.pdf>
- Winn, W., & Bricken, W. (1992). Designing virtual worlds for use in mathematics education: The example of experiential algebra. *Educational Technology, 32*(12), 12–19.
- Wittenberg, G. (1993). Virtual reality in engineering. *The Industrial Robot, 20*, 21–22.