

Pembuatan Konten Model 3D Augmented Reality Pada Aplikasi Pengenalan Jenis Sampah Untuk Anak 5 Tahun

Moza Nadindra Fawwaz
Fakultas Ilmu Terapan
Telkom University

Bandung, Indonesia
mozanadindrafawwaz@student.telkom
university.ac.id

Ady Purna Kurniawan
Fakultas Ilmu Terapan
Telkom University

Bandung, Indonesia
ady.purna.kurniawan@tass.telkomunive
rsity.ac.id

Anang Sularsa
Fakultas Ilmu Terapan
Telkom University

Bandung, Indonesia
ananks@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Sampah adalah material yang tidak diinginkan setelah suatu proses. Sampah berpotensi menjadi masalah jika penanganannya tidak dilakukan dengan baik. Penanganan sampah dimulai dari pengumpulan dimulai pada rumah tangga kemudian diangkut oleh petugas dinas kebersihan, dan berakhir di Tempat Pembuangan Akhir. Disanalah berbagai jenis sampah bercampur, dari sampah organik hingga sampah anorganik. Agar sampah tidak menjadi masalah lingkungan, perlu partisipasi masyarakat dalam pengelolaannya. Masyarakat perlu paham jenis-jenis sampah, kegunaan dan bahayanya. Diperlukan edukasi menerus agar masyarakat mampu mengelola sampah dari sejak awal pembuangannya, mampu memilah mana yang bisa didaur ulang dan mana yang harus dibuang. Dengan pembuatan Model 3D dalam mendukung Augmented Reality (AR) pada Aplikasi Pengenalan Jenis Sampah Augmented Reality berbasis Android menggunakan aplikasi Unity, diharapkan masyarakat terbantu untuk dapat membedakan jenis sampah kemudian memilah untuk proses selanjutnya. Sistem yang akan dibangun ini tentunya harus kompatibel dengan perangkat yang akan digunakan dan dilakukan perbaikan berulang agar sistem dapat dimanfaatkan secara maksimal sesuai dengan tujuan pembuatannya. Dalam pembangunan aplikasi penulis menggunakan metode MDLC dan mendapatkan hasil penilaian yang sangat bagus menggunakan pengujian UEQ dengan hasil nilai *attractiveness* yang bernilai 2.63, *pragmatic quality* yang bernilai 2.32, dan *hedonic quality* yang bernilai 2.30, dengan hasil nilai rata – rata 2.54 yang berarti sangat baik.

Kata kunci— *augmented reality, model 3D, unity, android, MDLC*

I. PENDAHULUAN

Pada masa ini sampah merupakan salah satu permasalahan yang harus diperhatikan oleh negara-negara berkembang maupun negara-negara maju di dunia termasuk Indonesia, sampah merupakan bagian yang tidak dapat terpisahkan dari kehidupan manusia. Sampah merupakan ancaman yang serius bagi masyarakat, karena membuang sampah sembarangan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan juga banjir [1].

Masih banyak warga Indonesia yang seringkali melakukan praktek pembuangan sampah secara sembarangan tanpa mengikuti ketentuan cara pembuangan sampah sesuai dengan jenis – jenisnya yang akan merusak lingkungan sekitar nya. Perbedaan jenis sampah sangat berpengaruh untuk bumi. Memilah sampah sangat bermanfaat untuk memudahkan proses daur ulang dan

juga menjaga kesehatan, sampah yang menumpuk kerap kali menjadi sarang bakteri dan kuman yang dapat mengganggu kesehatan.

Augmented Reality atau biasa disebut AR adalah sebuah teknologi yang menggabungkan objek dari dunia nyata dan objek virtual atau maya dalam kondisi *realtime* [2][3]. *Augmented Reality* bisa digunakan sebagai media pembelajaran untuk menjelaskan informasi agar dapat diterima dan juga memberikan interaksi dalam proses pembelajarannya. Maka dari itu kami berupaya untuk membuat aplikasi *Augmented Reality* yang berjudul “Trash AR”, yang bertujuan untuk mengenalkan perbedaan jenis sampah yang ada di sekeliling. Aplikasi ini juga mempunyai fitur game dimana pengguna akan diberikan *quiz* tentang jenis-jenis sampah.

II. KAJIAN TEORI

A. Solusi yang Sudah Ada Sebelumnya

Ferry Kurniawan dan Alfannisa Annarullah Fajrin dengan Proyek Akhir berjudul “Aplikasi *Augmented Reality* Pengenalan Jenis Sampah Berbasis Android” [4] telah merancang sebuah aplikasi Pengenalan Jenis Sampah Berbasis Android dengan Fitur *Augmented Reality* yang berguna untuk menampilkan objek 3D beberapa jenis- jenis sampah. Aplikasi ini memiliki bentuk model 3D yang kurang jelas, model ini bisa membuat pengguna bingung.

Atmoko Nugroho dan Basworo Ardi Pramono dengan Proyek Akhir berjudul “Aplikasi *Mobile Augmented Reality* Berbasis *Vuforia* dan *Unity* Pada Pengenalan Objek 3D Dengan Studi Kasus Gedung M Universitas Semarang”

[5] telah membuat aplikasi *Augmented Reality* yang menampilkan model 3D salah satu Gedung di Universitas Semarang. Model 3D pada aplikasi ini terlihat sangat kecil dan markernya pun sangat *simple* jadi terlihat membosankan.

Safar, Jaka Permadi dan Hendrik Setyo Utomo dengan proyek akhir berjudul “Aplikasi *Augmented Reality* (AR) Sebagai Media Pembelajaran Siklus Embrio Manusia Berbasis Android” [6] telah membuat aplikasi *Augmented Reality* yang dapat memperlihatkan siklus embrio manusia. Model 3D dalam aplikasi ini tidak mempunyai animasi, hal ini membuat aplikasi menjadi membosankan untuk dilihat.

B. Augmented Reality (AR)

Augmented Reality atau AR merupakan teknologi yang bisa membuat pengguna melihat benda nyata dan maya secara bersamaan di lingkungan nyata yang berjalan secara *real time* atau pada waktu yang nyata [7]. Sistem AR terdiri dari tiga langkah sederhana yaitu Pengenalan, Pelacakan, dan Campuran. Dalam pengenalan setiap gambar, objek, wajah, tubuh atau ruang diakui di mana objek virtual akan ditampilkan.

C. Unity

Unity merupakan sebuah game *engine* yang digunakan dan memiliki fitur untuk pengembangan game dalam berbagai macam platform. *Unity* tidak hanya dapat digunakan untuk pengembangan game, tetapi juga bisa digunakan untuk membuat media pembelajaran. *Unity* dapat membuat game berbasis 2D maupun 3D [8][9], saat ini *Unity* juga bisa digunakan untuk mengembangkan *Augmented Reality*.

D. 3D Modelling

3D adalah sebuah objek atau ruang yang memiliki volume, panjang, lebar, dan tinggi yang memiliki bentuk [10]. Sedangkan 3D *Modelling* adalah proses untuk menciptakan objek 3D yang ingin dituangkan dalam bentuk visual nyata, baik secara bentuk tekstur, dan ukuran objeknya [12].

E. Zetcil

Zetcil merupakan sebuah mekanik permainan yang dapat diaplikasikan dalam *Unity*. *Zetcil* dibangun untuk memudahkan pengguna saat menggunakan *Unity* untuk membuat sebuah game tanpa harus menulis satupun kode pemrograman [13].

F. Vuforia

Vuforia merupakan *Augmented Reality Software Development Kit (SDK)* untuk perangkat *mobile* yang memungkinkan dalam pembuatan marker pada aplikasi *Augmented Reality* agar dapat dipindai dan menampilkan objek 2D maupun 3D [14].

G. Free3D

Free3D merupakan *website* yang menyajikan berbagai macam model 3D yang dibagikan menjadi beberapa kategori seperti tumbuhan, kendaraan, olahraga, hewan, dan elektronik [15]. Model-model 3D yang ada dalam *website* ini dapat di *download* secara gratis dan dapat langsung digunakan oleh pengguna.

H. Model 3D Augmented Reality

Model 3D *Augmented Reality* adalah objek atau ruang yang memiliki volume, panjang, lebar, dan tinggi yang akan muncul ketika marker yang sesuai dipindai menggunakan kamera dan model 3D yang diperlihatkan dapat berjalan secara *real time* atau pada waktu yang nyata [7][12].

I. MDLC

MDLC adalah metode pengembangan sistem yang terdiri dari enam tahap yaitu: konsep (*Concept*), desain (*Design*), pengumpulan materi (*Material collecting*), pembuatan (*Assembly*), pengujian (*Testing*), sampai distribusi (*distribution*) [16].

III. METODE

A. Nomad Sculpt

Nomad Sculpt sendiri merupakan aplikasi *mobile* yang berguna untuk membuat objek 3D, menambah tekstur, mewarnai model, dan *rendering* 3D [11]. Aplikasi ini bisa melakukan PBR *rendering* atau *Physically Based Rendering* untuk mendapatkan hasil akhir yang realistis dan memiliki kemampuan *rendering* waktu nyata.

B. Konsep

Dikarenakan aplikasi *Trash AR* dibuat untuk murid

1. murid TK maka model 3D yang dibuat sesuai dengan apa yang murid sekiranya sering jumpai dalam kehidupan sehari
2. hari, contohnya untuk sampah organik yaitu sisa makanan, buah – buahan busuk, dan sampah kertas, sedangkan untuk sampah anorganik yaitu botol plastik, kaleng *Styrofoam cup*, dan kaleng soda. Dalam pengonsepan Penulis juga mengajukan beberapa pertanyaan kepada Mitra melalui kuesioner, pertanyaan yang diajukan dapat dilihat pada tabel kuesioner di bawah.

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apa saja contoh dari masing-masing jenis sampah atau limbah yang telah di kenalkan kepada murid-murid TK?	-Untuk organik guru sudah memberikan contoh semacam kotoran hewan yang bisa dijadikan sebagai pupuk -Sedangkan untuk anorganik guru sudah memberikan contoh seperti plastik yang tidak bisa dibakar sampai habis
2	Apa saja materi yang ingin dimasukkan kedalam aplikasi yang akan dibangun?	Jenis-jenis sampah dalam bentuk 3D yang menarik untuk anak. (contoh: jenis-jenis dan contoh sampah atau limbah, contoh sampah dalam bentuk 3D)
3	Apakah murid-murid TK akan tertarik dengan fitur aplikasi yang dapat mengeluarkan objek 3D saat memindai kartu?	Tentu, karna tingkat keingintahuan anak sangat tinggi
4	Apakah contoh jenis-jenis sampah	Ya, karena gambar umum yang sering mereka lihat

seperti sisa makanan, buah busuk, kertas, botol plastik, kaleng bekas minuman, gelas styrofoam, obat-obatan, baterai, dan cairan serta botol detergen akan menarik jika dijadikan objek 3D yang akan muncul?	akan lebih menarik jika dilihat di smartphone
--	---

Aplikasi yang dikembangkan ini merupakan aplikasi berbasis *mobile* yang dijalankan pada perangkat *smartphone Android*. Pembuatan aplikasi ini membutuhkan komponen *hardware*, *software*, dan kebutuhan fungsional lainnya untuk dapat dijalankan dengan baik pada perangkat *smartphone Android*. Perangkat keras dan perangkat lunak yang penulis gunakan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Perangkat Keras	Perangkat lunak
Asus TUF Gaming FX504 <ul style="list-style-type: none"> Intel Kaby Lake Core i7-8750H CPU Intel HD 630 + Nvidia GT 1050Ti 4GB Hardisk 1TB Samsung A52 <ul style="list-style-type: none"> Qualcomm Snapdragon 720G SM7125 (8 nm) RAM 6GB LPDDR4 OS Android (11) 	<ul style="list-style-type: none"> Unity 2019.2.17f1 Nomad Sculpt Vuforia

C. Design

Pada tahap ini penulis membuat desain model 3D jenis sampah menggunakan aplikasi *Nomad Sculpt* seperti gambar dibawah adalah contoh desain sisa makanan, buah busuk, dan sampah kertas, penulis juga mencari model 3D menggunakan aplikasi *Free3D* yang bisa diakses online. Seluruh model 3D yang sudah dibuat dan di dapat akan diterapkan pada marker.

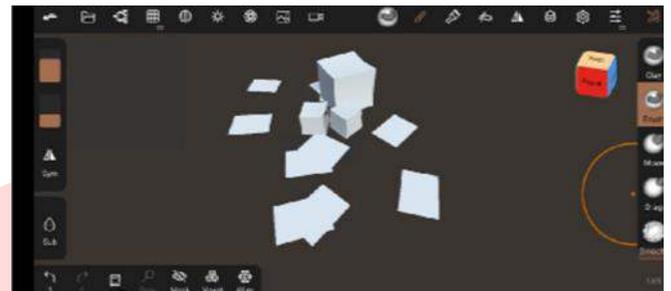


GAMBAR 1 (Desain 3D sisa makanan pada Nomad

Sculpt)

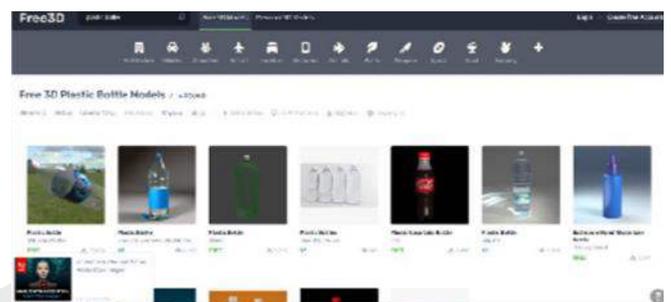


GAMBAR 2 (Desain 3D buah busuk pada Nomad Sculpt)



GAMBAR 3 (Desain 3D sampah kertas pada Nomad Sculpt)

D. Assembly



GAMBAR 6 (Proses material collecting)

Gambar dibawah ini adalah beberapa contoh 3D model yg akan digunakan dalam fitur AR pada aplikasi “*TrashAR*”. Bisa dilihat pada gambar dibawah adalah contoh dari sampah organik yaitu sisa makanan, buah – buah busuk, dan kertas dan contoh dari sampah anorganik yaitu botol plastik, *Styrofoam* cup, dan kaleng soda, penulis mendapat model 3D untuk sampah anorganik dari website *Free3D* karena model yang tersedia sangat bagus dan berwarna terang sehingga cocok untuk diperlihatkan pada anak umur5 tahun.



GAMBAR 4

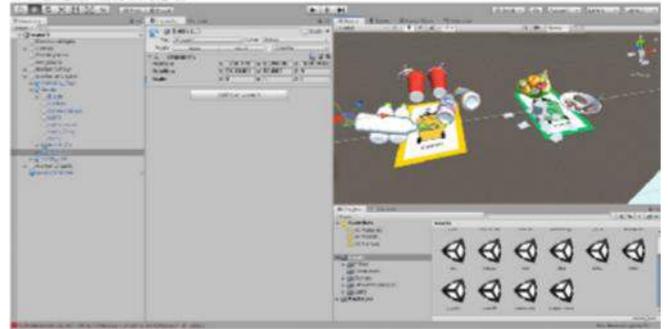
(Model 3D sampah organik)



GAMBAR 5

(Model 3D sampah anorganik)

model 3D ke dalam marker yang sesuai agar model 3D tersebut dapat muncul pada fitur *augmented reality* seperti gambar dibawah.



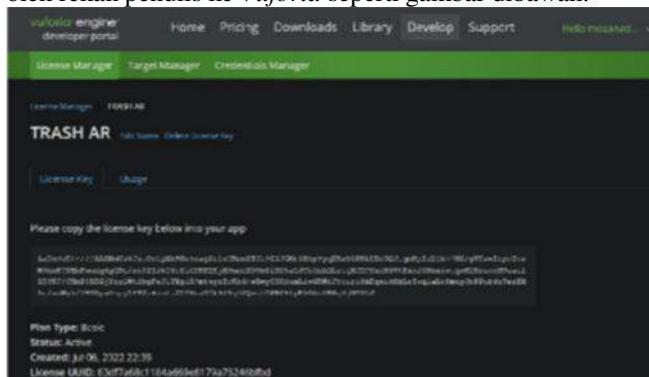
GAMBAR 9 (Menerapkan 3D ke dalam fitur augmented reality)

E. Material Collecting

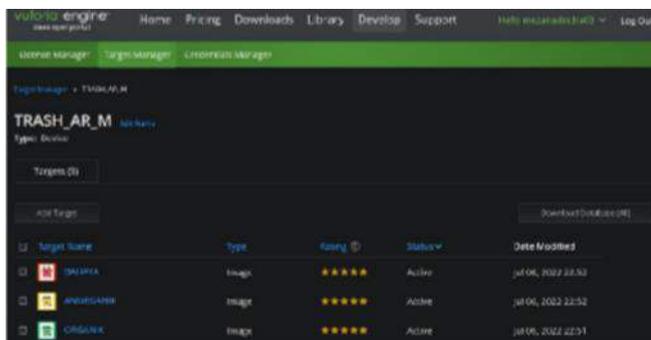
Dalam proses *material collecting* penulis menggunakan website *Free3D* untuk mendapatkan model 3D sampah anorganik seperti botol plastik, *Styrofoam cup*, dan kaleng soda, yang akan muncul pada fitur *augmented reality*. Model 3D yang di download juga memiliki warna yang terang sesuai kebutuhan mitra agar terlihat menarik oleh murid seperti gambar dibawah.

1. Pengaplikasian Vuforia

Proses pembuatan marker dilakukan oleh rekan penulis dengan menggunakan aplikasi *canva*, disini penulis mempunyai tugas untuk mengaplikasikan marker ke dalam *Unity* menggunakan *Vuforia* untuk mendapatkan *license key* yang harus di masukan ke dalam *Unity*, dan juga menambahkan target marker yang sudah di desain oleh rekan penulis ke *Vuforia* seperti gambar dibawah.



GAMBAR 7 (Proses pembuatan license key)



GAMBAR 8 (Menambahkan target marker)

2. Penerapan Augmented Reality

Pada tahap ini penulis menerapkan *license key* yang didapat pada *Vuforia* ke dalam *Unity*, dan menambahkan

3. Pengaplikasian Tombol

Pada tahap ini penulis mempunyai tugas untuk mengaplikasikan tombol – tombol yang sudah dibuat oleh rekan penulis ke dalam *Unity*. tombol yang penulis aktifkan antara lain tombol mulai pada tampilan awal aplikasi, tombol info, keluar, pembelajaran, scan *sticker*, dan permainan pada menu utama, tombol organik, anorganik, dampak, pengolahan pada menu pembelajaran, tombol Kembali, selanjutnya, tombol tentang aplikasi, tutorial cara menggunakan fitur AR, dan cara menggunakan fitur permainan dalam menu info, serta tombol konfirmasi pada menu keluar. Pertama – tama penulis harus *mengimport* semua UI tombol yang sudah dibuat, lalu mengubah semua tombol dari *default* menjadi *sprite* agar dapat dimasukkan ke dalam *canvas* seperti pada gambar dibawah. Setelah itu penulis memfungsikan tombol yang ada menggunakan *level controller*, dengan kode yang disediakan oleh *Zetcil* seperti pada gambar dibawah.



GAMBAR 10 (Mengubah UI tombol menjadi sprite)



GAMBAR 11 (Memfungsikan tombol dengan level)

controller)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi

Dalam tahapan implementasi, Penulis memfungsikan bagian fitur *Augmented Reality*, tombol – tombol yang tersedia dan menampilkan seluruh model 3D contoh jenis sampah, penulis juga menguji serta mendokumentasikan hasil dari perancangan yang telah penulis bangun menggunakan *Software Unity*. Adapun implementasi dari Perancangan Penerapan fitur AR yang telah dibuat :

No	Gambar	Keterangan
1		Ketika user pertamakali membuka aplikasi <i>Trash AR</i> maka <i>user</i> akan disambut oleh tampilan berikut, dan jika user mengklik tombol ' <i>Get started</i> ' maka user akan dialihkan ke menu utama.
2		Dalam menu utama terdapat beberapa tombol yang memiliki fungsi masing-masing, seperti tombol belajar, <i>scan sticker</i> , permainan, info, dan <i>exit</i> .

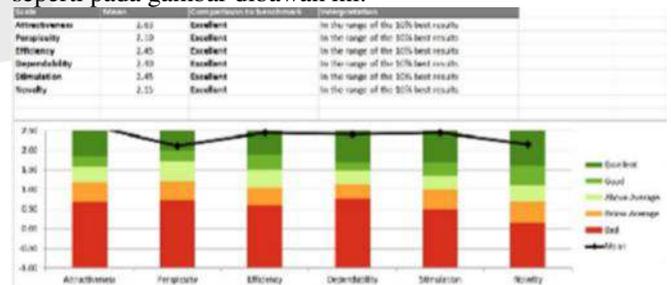
3		Jika tombol info di klik maka akan muncul tombol info aplikasi yang menjelaskan tentang aplikasi dan info tentang tim pembangun aplikasi, kemudian tombol panduan cara menggunakan fitur AR, tombol panduan cara menggunakan fitur permainan, dan tombol back untuk Kembali ke menu utama.
4		Dalam menu belajar terdapat beberapa tombol lagi yaitu tombol organik yang berisi materi tentang sampah organik, tombol anorganik yang berisi materi tentang sampah anorganik, tombol dampak yang berisi materi tentang dampak membuang sampah sembarangan, tombol pengolahan yang berisi tentang cara mengolah sampah, dan tombol back untuk Kembali ke menu utama.
5		Jika tombol scan sticker dibuka maka aplikasi akan otomatis membuka kamera handphone agar dapat digunakan untuk memindai marker yang sudah tersedia, yang nantinya akan muncul objek 3D dari masing – masing jenis sampah.

<p>6</p>		<p>Di dalam fitur Augmented Reality, ketika user memindai marker yang berwarna hijau maka contoh model 3D jenis sampah yang akan muncul adalah jenis dari sampah organik, dan gambar berikut menunjukkan model 3D yang muncul yaitu buah – buahan busuk, sampah kertas, dan sisa makanan.</p>
<p>7</p>		<p>Di dalam fitur Augmented Reality, ketika user memindai marker yang berwarna kuning maka contoh model 3D jenis sampah yang akan muncul adalah jenis dari sampah anorganik, dan gambar berikut menunjukkan model 3D yang muncul yaitu Styrofoam cup, botol plastik, dan kaleng soda.</p>
<p>8</p>		<p>Jika user mengklik tombol permainan maka akan muncul 5 soal quiz dimana user harus menjawab soal – soalnya, dan diakhir akan terlihat score yg user dapatkan.</p>

<p>9</p>		<p>Ketika user sudah selesai menggunakan aplikasi Trash AR, user dapat mengklik tombol exit pada menu utama, kemudian klik tombol ya maka aplikasi akan tertutup.</p>
----------	--	---

B. Pengujian

Pada tahapan ini Penulis melakukan pengujian untuk mengetahui seberapa menarik tampilan dari model 3D yang muncul ketika marker yang sesuai di pindai. Pengujian ini dikumpulkan melalui metode survei dengan menyebarkan kuesioner pada guru – guru di TK RA. Plus Al-Islah, penyebaran kuesioner dilakukan setelah mendapat izin penelitian dari pihak mitra. Penulis melakukan pengujian menggunakan UEQ atau *User Experience Questionnaire* untuk mendapatkan data hasil uji pengalaman pengguna setelah menggunakan aplikasi secara keseluruhan. Hasil pengujian bisa dikatakan sangat bagus jika nilai memiliki rata -rata 2.25 sampai 2.50, hasil pengujian bisa dikatakan bagus jika memiliki rata – rata nilai 1.50 sampai 2.00, hasil pengujian bisa dikatakan diatas rata – rata jika memiliki nilai 1.25 sampai 1.50, hasil pengujian bisa dikatakan dibawah rata – rata jika memiliki nilai 0.55 sampai 1.00, Hasil pengujian bisa dikatakan buruk jika memiliki nilai 1.00 sampai -0.50, seperti pada gambar dibawah ini.



GAMBAR 12 (Hasil Rata-Rata Pengujian)

Pada gambar diatas hasil rata – rata pengujian di atas, kategori attractiveness mempunyai nilai 2.63 yang berarti aplikasi mempunyai daya Tarik yang bagus , perspicuity mempunyai nilai 2.10 yang berarti perintah pada aplikasi sudah jelas dan user dapat mudah mengerti cara menggunakan aplikasi, efficiency mempunyai nilai 2.45 yang berarti aplikasi dapat digunakan dengan efisien, dependability mempunyai nilai 2.40 yang berarti user dapat berinteraksi dengan aplikasi dengan baik, stimulation mempunyai nilai 2.45 yang berarti user

tertarik untuk menggunakan aplikasi, dan novelty mempunyai nilai 2.15 yang berarti aplikasi sudah menangkap minat pengguna juga kreatif. Hasil dari pengujian UEQ juga dapat disimpulkan lagi menjadi 3 penilaian kategori menjadi *attractiveness* yaitu persepsi daya tarik produk yang bernilai 2.63, kualitas pragmatis (*pragmatic quality*) yaitu persepsi atas aspek teknis yang fokus pada tercapainya tujuan (fitur) dalam desain produk, sistem, atau layanan yang bernilai 2.32, dan kualitas kesenangan (*hedonic quality*) yaitu aspek non- teknis yang bersentuhan dengan emosi pengguna yang bernilai 2.30, dengan hasil nilai rata – rata 2.54. Dengan nilai rata – rata yang ada aplikasi Trash AR memiliki nilai yang sangat baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi Trash AR menarik, mudah, dan nyaman digunakan oleh user.

V. KESIMPULAN

Dengan menggunakan metode penelitian MDLC atau *Multimedia Development Life Cycle*, penulis sudah membuat sebuah aplikasi pengenalan jenis sampah untuk anak usia 5 tahun yang bekerjasama dengan TK RA. PLUS AL-ISLAH sebagai mitra. Pengujian dilakukan oleh murid TK RA. PLUS AL-ISLAH dengan cara menggunakan aplikasi Trash AR dan UEQ yang diberikan kepada 5 guru pendamping murid. Hasil dari pengujian UEQ mendapatkan nilai *attractiveness* yang bernilai 2.63, *pragmatic quality* yang bernilai 2.32, dan *hedonic quality* yang bernilai 2.30, dengan hasil nilai rata – rata 2.54 yang memiliki arti aplikasi sudah sangat bagus. Dapat disimpulkan, bahwa tujuan dari proyek akhir yang Penulis buat yaitu menerapkan fitur Augmented Reality beserta model 3D nya telah terealisasi dan aplikasi Trash AR dapat digunakan dengan mudah, nyaman dan menarik bagi murid – murid TK Al-Ishlah, dan aplikasi Trash AR telah berhasil menjadi media pembelajaran tentang pengenalan jenis – jenis sampah untuk anak – anak berumur 5 tahun.

REFERENSI

- [1] O. Putu, A. Prasetya, N. M. H. Stahn, and M. Kuturan Singaraja, "PERLINDUNGAN HUKUM LINGKUNGAN TERHADAP DAMPAK PERILAKU MASYARAKAT YANG MEMBUANG SAMPAH DI SUNGAI."
- [2] R. E. Saputro, D. Intan, and S. Saputra, "Pengembangan Media Pembelajaran Mengenal Organ Pencernaan Manusia Menggunakan Teknologi Augmented Reality."
- [3] L. Kamelia, "PERKEMBANGAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF PADA MATA KULIAH KIMIADASAR," vol. IX, no. 1, 2015.
- [4] F. Kurniawan and A. A. Fajrin, "APLIKASI AUGMENTED REALITY PENGENALAN JENIS SAMPAH BERBASIS ANDROID," JURNAL COMASIE, 2022.
- [5] A. Nugroho and B. A. Pramono, "APLIKASI MOBILE AUGMENTED REALITY BERBASIS VUFORIA DAN UNITY PADA PENGENALAN OBJEK 3D DENGAN STUDI KASUS GEDUNG M UNIVERSITAS SEMARANG," 2017.
- [6] S. Safar, J. Permadi, and H. S. Utomo, "Aplikasi Augmented Reality (AR) Sebagai Media Pembelajaran Siklus Embrio Manusia Berbasis Android," *J. Hum. Teknol.*, vol. 4, no. 1, Dec. 2018, doi: 10.34128/jht.v4i1.41.
- [7] T. Ramadhan et al., "MEDIA PENGENALAN AKSARA SUNDA MENGGUNAKAN AUGMENTED REALITY BERBASIS ANDROID (STUDI KASUS SMKN 1 RANCABALI)," vol. 02, 2020.
- [8] E. Setiawan, U. Syaripudin, and Y. A. Gerhana, "IMPLEMENTASI TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY PADA BUKU PANDUAN WUDHU BERBASIS MOBILE ANDROID," no. 1, 2016.
- [9] M. P. Tjahyadi(1), A. Sinsuw(2), V. Tulenan(3), and S. Sentinuwo, "Prototipe Game Musik Bambu Menggunakan Engine Unity 3D," *E-journal Teknik Informatika*, vol. 4, no. 2, 2014.
- [10] A. Nugroho and B. A. Pramono, "APLIKASI MOBILE AUGMENTED REALITY BERBASIS VUFORIA DAN UNITY PADA PENGENALAN OBJEK 3D DENGAN STUDI KASUS GEDUNG M UNIVERSITAS SEMARANG," 2017. [Online]. Available: www.unity3d.com.
- [11] K. K. Vukovic, "DIGITAL SCULPTING IN VR," p. 5.
- [12] H. Silmi, "Analisis Virtual Reality pada Game VR Escape Room : The Last Breakout."
- [13] R. Roedavan, A. Pratondo, R. K. Utoro, and A. P. Sujana, "Zetcil: Game Mechanic Framework for Unity Game Engine," *IJAIT Int. J. Appl. Inf. Technol.*, p. 96, Jul. 2020, doi: 10.25124/ijait.v3i02.2779
- [14] A. Nugroho and B. A. Pramono, "APLIKASI MOBILE AUGMENTED REALITY BERBASIS VUFORIA DAN UNITY PADA PENGENALAN OBJEK 3D DENGAN STUDI KASUS GEDUNG M UNIVERSITAS SEMARANG," *J. Transform.*, vol. 14, no. 2, p. 86, Jan. 2017, doi: 10.26623/transformatika.v14i2.442.
- [15] N. A. Ali, A. M. S. Rahma, and S. H. Shaker, "3D Textured Model Encryption Using 2D Logistic and 3D Lorenz Chaotic Map," *Syst. Eng.*, vol. 21, no. 4, p. 14, 2021.

- [16] N. Nuraeni, "Rancang Bangun VirtualReality Pengenalan Tari Daerah di Jawa BaratPada Sanggar Tari Cineur," vol. 5, no. 2, p. 8, 2021.

