

Augmented Reality Ground Plane Technology Introduction to Waste Recycling

Teknologi Ground Plane Augmented Reality Pengenalan Daur Ulang Limbah

Erick Jeremy Merpati, Virginia Tulenan, Henry Valentino F. Kainde

Dept. of Electrical Engineering, Sam Ratulangi University Manado, Kampus Bahu St., 95115, Indonesia

e-mails : merpatierick@gmail.com, virginia.tulenana@unsrat.ac.id, valentkainde@unsrat.ac.id

Received: 26 October 2023; revised: 28 October 2023; accepted: 30 October 2023

Abstract — Waste is leftover material in an activity and/or production process. Excessive and unmanaged waste will cause environmental pollution. We can also feel environmental pollution in the environment around us. The government of course has tried to minimize the problem of waste which is the cause of environmental pollution. However, public awareness plays an important role in protecting the environment. Of the various ways that can be done to overcome the problem of accumulated waste, one of the things we can do is recycling. This research was made to introduce recycling. With the help of augmented reality technology, people can learn about waste recycling in a more efficient and interesting way. This Waste Recycling Introduction Application will be made using Unity and the Vuforia SDK, where one of Vuforia's features, namely the Ground Plane, allows users to place digital content on a horizontal surface in the surrounding environment, such as a floor or table. The development method that I use is the Multimedia Development Life Cycle. This research will produce an Augmented Reality application that introduces waste recycling which is expected to increase public awareness of recycling which can be done to reduce the impact of environmental pollution.

Key words— *Augmented Reality; Ground Plane; Multimedia Development Life Cycle; Waste Recycling*

Abstrak — Limbah adalah bahan sisa pada suatu kegiatan dan/atau proses produksi. Limbah yang berlebihan dan tidak dikelola dengan baik akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan juga dapat kita rasakan di lingkungan sekitar kita. Pemerintah tentunya sudah berupaya untuk meminimalisir masalah sampah yang merupakan penyebab pencemaran lingkungan ini. Namun kesadaran masyarakat berperan penting dalam menjaga lingkungan sekitar. Dari berbagai cara yang dapat dilakukan untuk menanggulangi masalah sampah yang menumpuk, salah satu hal yang dapat kita lakukan adalah daur ulang. Penelitian ini dibuat untuk mengenalkan daur ulang tersebut. Dengan bantuan teknologi augmented reality, maka masyarakat dapat mempelajari daur ulang limbah dengan lebih efisien dan menarik. Aplikasi Pengenalan Daur Ulang Limbah ini akan dibuat dengan menggunakan Unity dan Vuforia SDK, dimana salah satu fitur dari Vuforia yaitu Ground Plane, memungkinkan pengguna untuk menempatkan konten digital di permukaan horizontal pada lingkungan sekitar, seperti lantai atau meja. Metode pengembangan yang penulis pakai adalah Multimedia Development Life Cycle. Penelitian ini akan menghasilkan aplikasi Augmented Reality Pengenalan Daur Ulang Limbah yang

diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan daur ulang yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

Kata kunci — *Augmented Reality; Daur Ulang Limbah; Ground Plane; Multimedia Development Life Cycle*

I. PENDAHULUAN

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Pasal I, Limbah adalah sisa suatu Usaha dan/atau Kegiatan. Menurut wujudnya, Limbah dibagi menjadi 3 jenis, diantaranya adalah Limbah Padat (Sampah), Limbah Cair dan Limbah Gas. Limbah yang tidak dikelola dengan baik, akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan itu sendiri merupakan suatu masalah yang populer dan sering dibahas di kalangan masyarakat. Negara Indonesia sendiri menempati posisi 9 dalam Negara Terkotor di Dunia pada saat penelitian ini dibuat. Hal ini tentu sudah menjadi tanda bahaya bagi kita untuk lebih memperhatikan lingkungan sekitar kita. Masalah pencemaran lingkungan ini merupakan masalah yang perlu mendapat perhatian khusus oleh semua pihak dengan cara mencegah terjadinya pencemaran lingkungan.

Salah satu faktor yang menyebabkan pencemaran lingkungan adalah limbah rumah tangga. Menurut Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) pada tahun 2022, jumlah timbunan sampah (limbah padat) mencapai 22 juta ton. Berdasarkan sumbernya, 38% dari sampah tersebut berasal dari aktivitas rumah tangga. Pemerintah sudah banyak membuat banyak inovasi baru untuk mengatasi masalah ini. Banyak juga target yang dinaikkan dalam pengelolaan sampah di Indonesia. Akan tetapi masih banyak kota-kota besar di Indonesia yang diberi julukan kota Terkotor di Indonesia. Medan, Bandar Lampung dan Manado sayangnya masuk dalam kategori ini.

Kita sebagai bagian dari masyarakat harusnya lebih memperhatikan lingkungan sekitar kita. Semua upaya dan inovasi dari pemerintah akan menjadi hal yang sia-sia jika masyarakat tidak sadar akan bahaya dari permasalahan limbah ini. Salah satu cara mengurangi dampak dari permasalahan ini adalah dengan melakukan daur ulang. Namun, kebanyakan masyarakat masih enggan melakukan hal ini. Padahal hal ini merupakan salah satu cara kita untuk membantu mencegah terjadinya pencemaran di lingkungan kita. Maka dari itu, untuk

meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya daur ulang limbah, penulis membuat penelitian ini.

Pada zaman yang sudah sangat canggih ini, sudah begitu banyak macam teknologi yang ada. Salah satu teknologi yang sedang berkembang adalah *Augmented Reality* (AR). *Augmented Reality* (AR) sendiri adalah teknologi yang menggabungkan dunia maya 3 dimensi dengan dunia nyata dan menampilkannya dalam waktu nyata. Teknologi *Augmented Reality* diharapkan dapat membantu meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya Daur Ulang Limbah dalam mencegah terjadinya pencemaran lingkungan.

A. Penelitian terkait

Berikut penelitian terkait yang sudah pernah dilakukan:

1) Aplikasi Objek Wisata 3D Augmented Reality Berbasis Mobile

Penelitian ini menghasilkan Aplikasi *Augmented Reality* 3D Istana Siak yang berguna untuk mempromosikan objek wisata di Riau. Penulis juga menggunakan teknologi *Ground Plane*. [20]

2) Game Portal Virtual Tugu Pahlawan Dengan Mobile Device Menggunakan Augmented Reality

Penelitian ini menghasilkan Aplikasi *Game Portal Augmented Reality* yang berguna untuk mempromosikan Monumen Tugu Pahlawan di Surabaya. Penulis juga menggunakan teknologi *Ground Plane*. [13]

3) Development of Mobile Augmented Reality Based Media for an Electrical Measurement Instrument

Penelitian ini menghasilkan Aplikasi ARAVO yang dapat digunakan untuk mengembangkan kemampuan dalam pengukuran instrumen listrik. Penulis juga menggunakan teknologi *Ground Plane*. [14]

4) Waste Management (TEMAN): Media Penyuluhan Berbasis Augmented Reality Sebagai Upaya Edukasi Pengelolaan Sampah di Piyungan Yogyakarta

Penelitian ini menghasilkan Aplikasi *Augmented Reality* yang berguna sebagai penyuluhan betapa pentingnya pengurangan dan pengolahan sampah bagi masyarakat. [16]

5) Augmented Reality Pembelajaran Prakarya Interaktif Untuk Materi Keterampilan Dari Limbah Sampah Anorganik (Studi Kasus di SMP Marhas Marhagayu)

Penelitian ini menghasilkan Aplikasi Pembelajaran Prakarya Interaktif yang berguna untuk mempermudah guru dalam menyampaikan materi dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality*. [17]

6) Pembuatan Animasi 3 Dimensi Perbedaan Sampah Organik dan Anorganik Untuk Anak-Anak

Penelitian ini menghasilkan Animasi 3 Dimensi Perbedaan Sampah Organik dan Anorganik yang dapat membantu anak-anak dalam membedakan jenis sampah dengan tampilan menarik. [5]

7) Aplikasi Pengenalan Tanaman Obat Keluarga Khas Sulawesi Utara Menggunakan Teknologi Augmented Reality

Penelitian ini menghasilkan Aplikasi Pengenalan Tanaman Obat Keluarga yang ada di Sulawesi Utara yang berguna untuk memperkenalkan tanaman obat keluarga yang ada di Sulawesi Utara menggunakan teknologi *Augmented Reality*. [7]

8) Pengembangan Augmented Reality Interaktif Untuk Pengenalan Jajanan Tradisional Bali dengan Marker Based Tracking

Penelitian ini menghasilkan Aplikasi Arjaje yang dapat menampilkan objek 3 Dimensi dari jajanan dan menampilkan informasi terkait jajanan tersebut. [4]

B. Limbah

Limbah adalah bahan buangan tidak terpakai yang berdampak negatif terhadap masyarakat jika tidak dikelola dengan baik. [8] Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Pasal I, Limbah adalah sisa suatu Usaha dan/atau Kegiatan. Berdasarkan senyawa yang dimiliki, limbah dibagi menjadi 3 yaitu Limbah Organik, Limbah Anorganik dan Limbah B3. Berdasarkan wujudnya, limbah dibagi menjadi 3 yaitu Limbah Padat, Limbah Cair dan Limbah Gas.

C. Daur Ulang

Daur Ulang merupakan bagian ketiga dalam proses 3R (*Reduce, Reuse dan Recycle*). Daur Ulang merupakan kegiatan pemanfaatan kembali suatu barang atau produk dengan pemrosesan terlebih dahulu. [22] Dengan melakukan proses daur ulang, bahan bekas yang tidak berguna dapat menjadi bahan atau barang yang bermanfaat. Manfaat daur ulang diantaranya adalah mengolah limbah agar dapat terkendali dan dapat mencegah terjadinya pencemaran lingkungan.

D. Augmented Reality

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang menggabungkan benda maya 2 dimensi ataupun 3 dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata 3 dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata (*real time*). [9] Tidak seperti *Virtual Reality* yang menggantikan dunia nyata secara keseluruhan, *Augmented Reality* hanya menambah konten digital ke dalam dunia nyata. Teknologi ini hanya menambahkan atau melengkapi kenyataan jadi tidak menggantikan seperti Realitas Maya yang sepenuhnya. [6]

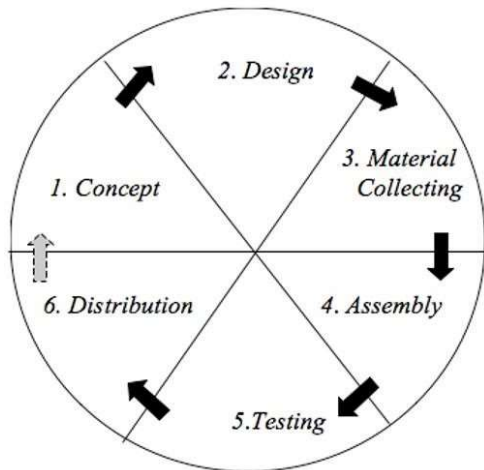
E. Ground Plane

Ground Plane adalah fitur Vuforia yang tergabung dalam *Smart Terrain* yang memungkinkan konten digital untuk ditempatkan pada permukaan horizontal, seperti meja atau lantai. [23] *Ground Plane* memanfaatkan gambar dari perangkat kamera untuk memahami geometri dasar di lingkungan sekitar kita. Oleh karena itu, penggunaan fitur *Ground Plane* harus dilakukan dalam pengaturan yang memungkinkan kamera secara akurat menangkap detail di lingkungan sekitar.

II. METODE

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat penelitian ini dilaksanakan yakni di Program Studi Informatika Universitas Sam Ratulangi, Kota Manado dan dimulai dari bulan Juli 2022.



Gambar 1. Multimedia Development Life Cycle (MDLC)

B. Metodologi Perancangan Sistem

Metodologi yang akan peneliti gunakan dalam membangun aplikasi pengenalan daur ulang limbah ini adalah metode *Multimedia Development Life Cycle*(MDLC) yang terdiri dari 6 tahap, diantaranya adalah. (lihat gambar 1)

1) Concept

Tahap ini merupakan tahap awal dari metode MDLC. Di tahap ini penulis akan menentukan tujuan aplikasi dan siapa saja yang akan menjadi pengguna (*user*) aplikasi ini.

2) Design

Tahapan ini bertujuan untuk menggambarkan apa saja yang akan ditampilkan dalam aplikasi. Pada tahap ini, penulis akan menggambarkan desain aplikasi dengan menggunakan 3 cara, yaitu dengan *Use Case Diagram*, *Activity Diagram* dan *UI Layout*.

3) Material Collecting

Pada tahapan ini, seluruh bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan aplikasi dikumpulkan. Bahan ini dapat berupa gambar, teks, audio ataupun animasi.

4) Assembly

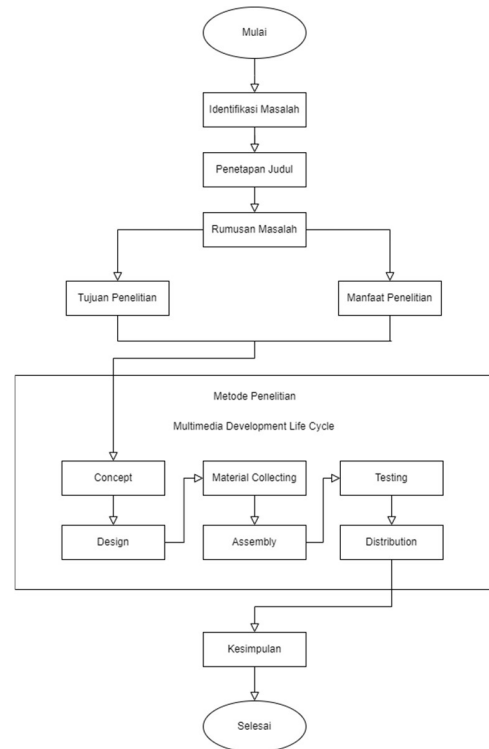
Pada tahapan *Assembly*, penulis akan mulai membuat aset atau objek yang akan digunakan di dalam aplikasi. Disini juga penulis akan mulai membangun aplikasi itu sendiri.

5) Testing

Tahapan *Testing* adalah tahapan dimana penulis menguji apakah aplikasi sudah dapat berjalan dengan baik atau tidak. Jika terdapat *error*, maka akan dilakukan perbaikan hingga aplikasinya dapat berjalan dengan baik. Pada tahap ini juga penulis akan membagikan kuisisioner kepada pengguna aplikasi untuk mengukur tingkat pemahaman pengguna aplikasi dan meminta *feedback* dari pengguna terkait aplikasi yang telah digunakan.

6) Distribution

Distribution adalah tahapan akhir dari metode MDLC. Pada tahapan ini, aplikasi yang sudah selesai dibuat akan disimpan di sebuah media penyimpanan dan akan diberikan kepada pengguna atau instansi.



Gambar 2. Kerangka Berpikir

C. Kerangka Berpikir

Penelitian ini bertujuan untuk membuat aplikasi *augmented reality* pengenalan daur ulang limbah. Berikut penjelasan alur Kerangka Berpikir yang ada pada penelitian ini. Alur diawali dengan mengidentifikasi masalah yang ada, lalu menetapkan judul penelitian dan rumusan masalah. Setelah itu tujuan dan manfaat penelitian akan ditentukan. Selanjutnya pembuatan aplikasi mulai dilakukan dengan menggunakan metode MDLC (*Multimedia Development Life Cycle*). Metode ini terdiri dari 6 tahapan dan setelah melewati seluruh tahapan dalam metode MDLC maka akan diambil kesimpulan. (lihat gambar 2)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

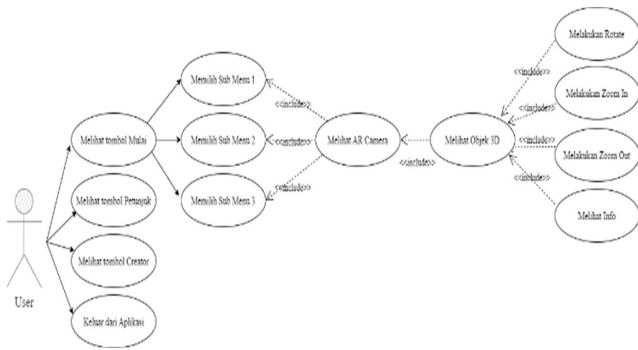
A. Concept

Pada tahap konsep, penulis menentukan tujuan dari aplikasi ini, untuk apa aplikasi ini dibuat dan untuk siapa saja aplikasi ini dibuat. Aplikasi ini dibuat dengan tujuan untuk menambah wawasan masyarakat terkait daur ulang limbah, karena daur ulang merupakan salah satu cara masyarakat menanggulangi banyaknya sampah di lingkungan sekitar dan mencegah terjadinya pencemaran lingkungan.

Aplikasi ini akan memanfaatkan teknologi *Ground Plane* dari *Vuforia SDK* untuk menaruh objek 3D pada dunia nyata dengan melakukan *scan* pada lingkungan sekitar dan mencari dataran yang dapat dijadikan *anchor* untuk objek 3D.

B. Design

Pada tahap konsep, penulis menggambarkan apa saja yang akan ditampilkan dalam aplikasi ini. Penulis akan menggambarkan desain aplikasi dengan 3 cara, yaitu *Use Case Diagram*, *Activity Diagram* dan *UI Layout*.



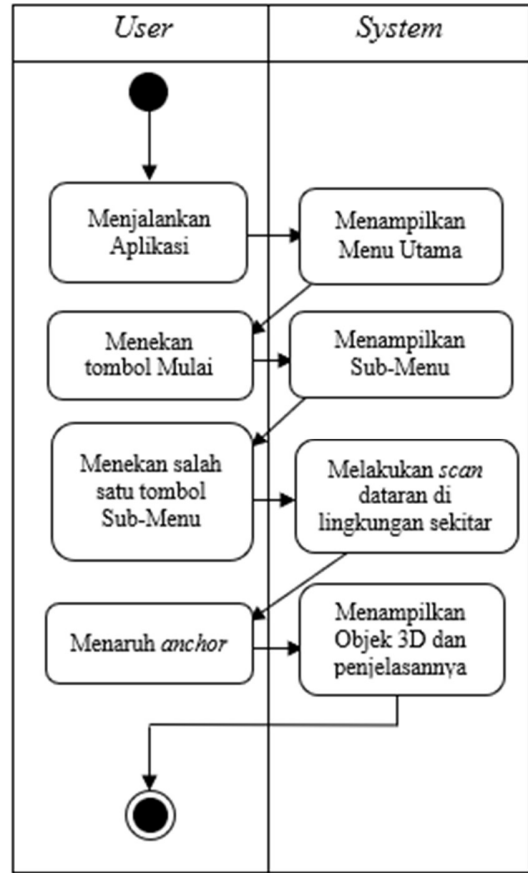
Gambar 3. Use Case Diagram

1) Use Case Diagram

Use Case Diagram adalah satu dari berbagai jenis diagram *Unified Modelling Language* (UML) yang menggambarkan hubungan interaksi antara pengguna dan sistem. Pengguna disini adalah orang yang menggunakan aplikasi ini dan sistem yang dimaksud adalah aplikasi yang telah dibuat. Hasilnya adalah skema sederhana interaksi pengguna dengan aplikasi. (lihat gambar 3)

2) Activity Diagram

Activity Diagram merupakan diagram yang menunjukkan aliran dari satu aktivitas ke aktivitas lainnya dalam suatu sistem atau proses dan merupakan salah satu dari berbagai jenis diagram *Unified Modelling Language* (UML) yang menggambarkan hubungan interaksi antara pengguna dan sistem. Pengguna disini adalah orang yang menggunakan aplikasi ini dan sistem yang dimaksud adalah aplikasi yang telah dibuat. Hasilnya adalah skema sederhana interaksi pengguna dengan aplikasi. (lihat gambar 5)



Gambar 5. Activity Diagram Mulai

3) UI Layout

UI Layout akan menggambarkan bagaimana pengguna aplikasi dapat menggunakan fitur dalam aplikasi dengan visualisasi gambar. Tampilan yang akan muncul pertama kali ketika membuka aplikasi, terdapat logo aplikasi dan 4 tombol, diantaranya adalah Mulai, Petunjuk, Creator dan Keluar. (lihat gambar 4)



Gambar 4. UI Layout Menu Utama

C. Material Collecting

Pada tahap *Material Collecting*, penulis mengumpulkan seluruh bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan aplikasi ini. Bahan yang penulis gunakan berasal dari berbagai sumber, diantaranya jurnal, buku penunjang, website pemerintahan dan pengamatan di lingkungan sekitar. Dan untuk *User Interface* (UI) dalam aplikasi dibuat dengan melakukan edit gambar di Canva.

TABEL I
MATERIAL COLLECTING

No	Gambar	Deskripsi
1.		Gambar Buku <i>Why? Recycle</i> yang dapat dibeli di toko buku terdekat. Buku ini membahas pentingnya daur ulang dan berbagai macam daur ulang yang ada



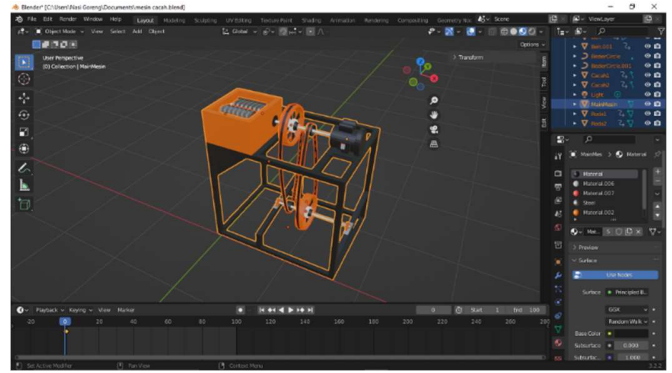
Gambar Bohlam Lampu yang diambil dengan menggunakan kamera. Lampu ini akan menjadi referensi pembuatan objek lampu 3D pada aplikasi ini.



Gambar *Background* Main Menu yang dibuat dengan menggunakan Canva. Gambar ini akan dijadikan *background* halaman Main Menu pada aplikasi ini.



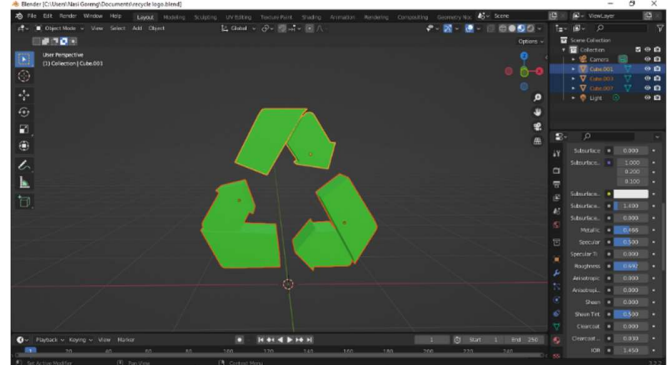
Gambar *User Interface*(UI) yang dibuat dengan menggunakan Canva. Gambar-gambar ini akan dipakai menjadi UI dalam aplikasi.



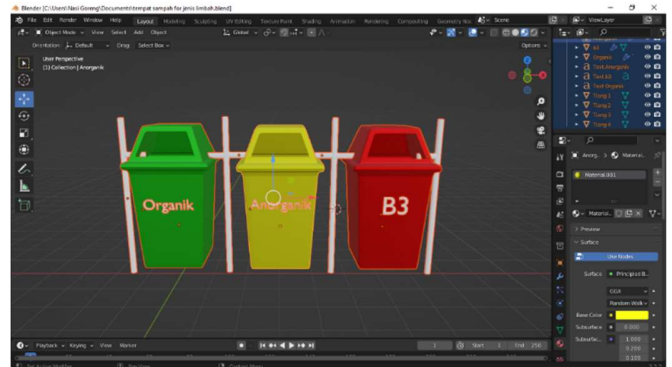
Gambar 6. Tampilan Objek 3D Mesin Cakah



Gambar 7. Tampilan Objek 3D Mobil



Gambar 8. Tampilan Objek 3D Logo Recycle



Gambar 9. Tampilan Objek 3D Tempat Sampah Jenis Limbah

D.Assembly

Pada tahap *Assembly*, penulis akan mulai membangun objek 3D yang akan dimasukkan ke dalam aplikasi dan membangun aplikasi itu sendiri. Objek 3D yang akan dibangun menggunakan aplikasi Blender dan untuk pembangunan aplikasi akan menggunakan aplikasi Unity 3D. Berikut beberapa tangkapan layar pembangunan objek 3D dan aplikasinya.

Tampilan Objek 3D Mesin Cakah yang dibuat dalam aplikasi Blender. Pembuatan objek 3D ini menggunakan referensi mesin cakah di dalam Buku *Why? Recycle*. (lihat gambar 6)

Tampilan Objek 3D Mobil yang dibuat dalam aplikasi Blender. Pembuatan objek 3D ini menggunakan referensi gambar mobil di *website* Wikipedia. (lihat gambar 7)

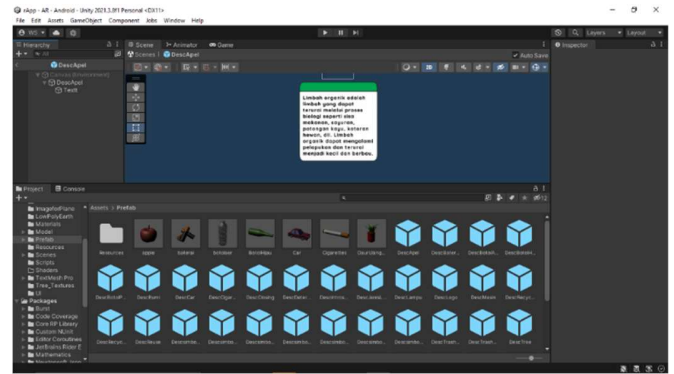
Tampilan Objek 3D Logo Daur Ulang yang dibuat dalam aplikasi Blender. Pembuatan objek 3D ini menggunakan referensi logo daur ulang di dalam Buku *Why? Recycle*. (lihat gambar 8)

Tampilan Objek 3D Tempat Sampah Jenis Limbah yang dibuat dalam aplikasi Blender. Pembuatan objek 3D ini menggunakan referensi tempat sampah di *website Multi Media Centre* Provinsi Kalimantan Tengah. (lihat gambar 9)

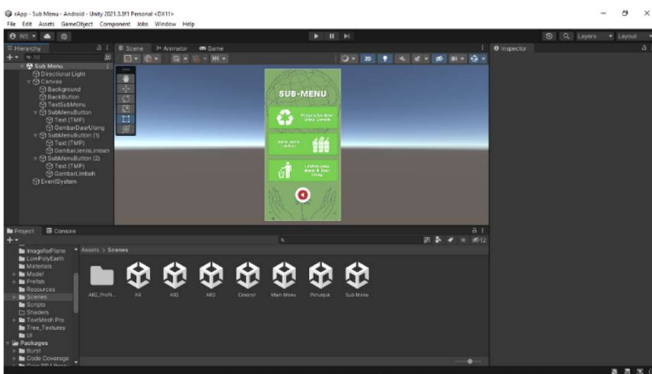
Tampilan Halaman Menu Utama yang dibuat dalam aplikasi Unity. Dengan menggunakan *background* yang dibuat dengan aplikasi Canva, terdapat pula beberapa tombol diantaranya, “Mulai”, “Petunjuk”, “Creator” dan “Keluar”. (lihat gambar 10)



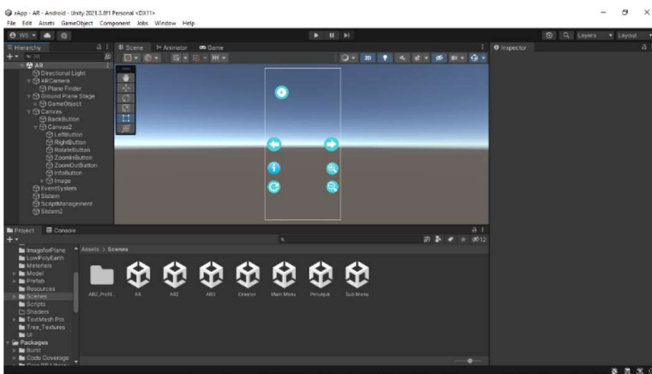
Gambar 10. Tampilan Halaman Menu Utama di Unity



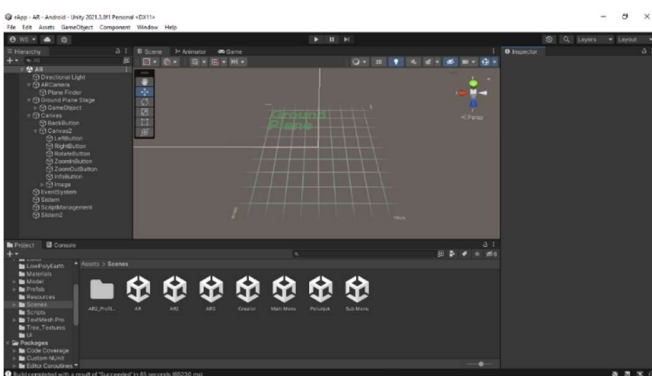
Gambar 14. Tampilan Deskripsi tiap Objek 3D di Unity



Gambar 11. Tampilan Halaman Sub Utama di Unity



Gambar 12. Tampilan AR Camera di Unity



Gambar 13. Tampilan Ground Plane di Unity

Tampilan Halaman Menu Utama yang dibuat dalam aplikasi Unity. Dengan menggunakan *background* yang dibuat dengan aplikasi Canva, terdapat pula beberapa tombol diantaranya, “Pengertian Daur Ulang Limbah”, ”Jenis-Jenis Limbah”, “Limbah yang dapat di Daur Ulang” dan tombol kembali. (lihat gambar 11)

Tampilan AR *Camera* yang dibuat dalam aplikasi Unity. Terdapat tombol kiri dan kanan untuk mengganti objek 3D, tombol info untuk menampilkan informasi mengenai daur ulang limbah, tombol *rotate* untuk memutar objek 3D, tombol *zoom in* untuk memperbesar objek 3D dan tombol *zoom out* untuk memperkecil objek 3D dan tombol kembali untuk kembali ke halaman Sub Menu. (lihat gambar 12)

Tampilan *Ground Plane* dalam aplikasi Unity. Semua objek 3D yang telah dibuat akan muncul di atas *plane* ini. (lihat gambar 13)

Tampilan Deskripsi yang dibuat dalam aplikasi Unity. Dengan menggunakan *background* yang dibuat dengan aplikasi Canva, terdapat teks yang berisi informasi mengenai daur ulang limbah. Panel ini akan muncul ketika pengguna menekan tombol info. (lihat gambar 14)

E. Testing

Setelah aplikasi dibuat, maka penulis lanjut ke tahapan *testing*. *Testing* itu sendiri memiliki tujuan yaitu untuk penulis mengetahui apakah aplikasi yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik, atau masih memerlukan perbaikan. Jika aplikasi dapat berjalan dengan baik, penulis dapat melakukan pengujian aplikasi terhadap pengguna.

1) Alpha Testing

Testing pertama yang akan dilakukan adalah *Alpha Testing*. *Alpha Testing* bertujuan untuk mengetahui apakah aplikasi berjalan dengan baik atau tidak. Jika masih ditemukan *bug* atau *error*, maka *bug* atau *error* tersebut harus diperbaiki terlebih dahulu. Setiap tampilan dalam aplikasi akan diperiksa untuk memastikan aplikasi berjalan dengan baik. Mulai dari halaman Main Menu, Sub Menu, Petunjuk, Creator hingga ke AR *Camera* dan *Ground Plane* bahkan sampai fungsi keluar dari aplikasi akan diperiksa. Jika semua tampilan dalam aplikasi dipastikan sudah baik dan sesuai desain, maka aplikasi tersebut dapat masuk ke *testing* yang kedua, yaitu *Beta Testing*.

Tampilan Main Menu yang di *screenshot* pada sebuah *smartphone*. Terdapat *background* dan beberapa tombol diantaranya, “Mulai” yang akan membuka halaman Sub Menu, ”Petunjuk” yang akan membuka halaman Petunjuk, “Creator” yang akan membuka halaman Creator dan “Keluar” untuk keluar dari aplikasi. (lihat gambar 15)

Tampilan Objek 3D dan panel Info yang ada pada AR Camera. Terdapat objek 3D, panel info yang berisi teks materi mengenai daur ulang limbah, tombol kiri dan kanan untuk mengganti objek 3D dan panel informasi, tombol info untuk menampilkan panel info, tombol rotate untuk memutar objek 3D, tombol zoom in untuk memperbesar objek 3D, tombol zoom out untuk memperkecil objek 3D dan tombol kembali untuk kembali ke halaman Sub Menu. (lihat gambar 17)

Berikut ini tabel hasil pengujian dari berbagai komponen di dalam aplikasi untuk memastikan apakah komponen tersebut berjalan dengan baik atau tidak.

TABEL II
 PENGUJIAN AWAL APLIKASI

No	Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
1.	Install Aplikasi	Aplikasi dapat ter-install pada <i>smartphone android</i> .	Berhasil

TABEL III
 PENGUJIAN HALAMAN MENU UTAMA

No	Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
1.	Menekan tombol “Mulai”	Halaman Sub Menu akan ditampilkan.	Berhasil
2.	Menekan tombol “Petunjuk”	Halaman Petunjuk akan ditampilkan.	Berhasil
3.	Menekan tombol “Creator”	Halaman Creator akan ditampilkan.	Berhasil
4.	Menekan tombol “Keluar”	Keluar dari Aplikasi.	Berhasil

TABEL IV
 PENGUJIAN HALAMAN AR CAMERA

No	Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
1.	Melakukan <i>scanning</i> dataran di daerah sekitar	<i>Marker</i> muncul diatas dataran yang di <i>scan</i> .	Berhasil
2.	Menekan layar ketika <i>marker</i> muncul	Objek 3D dan animasinya akan muncul di atas <i>marker</i> .	Berhasil
3.	Menekan tombol “Kiri”	Objek 3D akan berganti menjadi objek sebelumnya.	Berhasil
4.	Menekan tombol “Kanan”	Objek 3D akan berganti menjadi objek sesudahnya.	Berhasil

5.	Menekan tombol “BackButton”	Halaman Sub Menu akan ditampilkan.	Berhasil
6.	Menekan tombol “Info”	Informasi mengenai Daur Ulang Limbah akan muncul.	Berhasil
7.	Menekan tombol “Rotate”	Objek 3D akan melakukan rotasi.	Berhasil
8.	Menekan tombol “Zoom In”	Objek 3D akan semakin membesar.	Berhasil
9.	Menekan tombol “Zoom Out”	Objek 3D akan semakin mengecil.	Berhasil



Gambar 15. Tampilan Main Menu

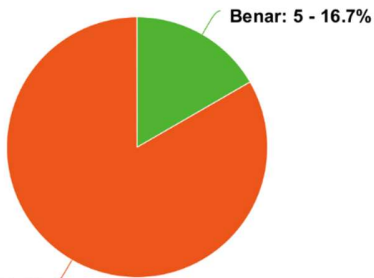


Gambar 16. Tampilan Objek 3D dan Info

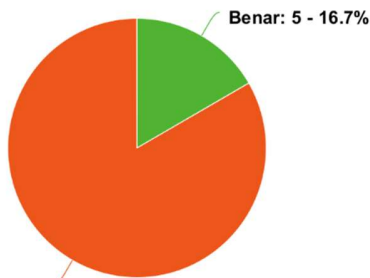
2) Beta Testing

Beta Testing dilakukan dengan membagikan kuisioner kepada pengguna aplikasi. Kuisioner yang dibagikan terdiri dari 2 macam, yaitu kuisioner sebelum menggunakan aplikasi

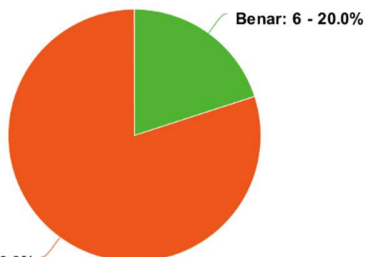
dan sesudah menggunakan aplikasi. Kuisisioner ini akan dibagikan kepada pengguna dari semua kalangan, mulai dari remaja hingga orang tua. Kuisisioner ini dibuat untuk membuktikan apakah aplikasi ini memberi manfaat atau tidak. Terdapat 30 orang yang ikut melakukan uji coba aplikasi dan telah mengisi kuisisioner yang disediakan. Kuisisioner pertama dan kedua akan berisi 5 soal yang berhubungan dengan Daur Ulang Limbah. Dengan kuisisioner kedua disertakan pendapat pengguna setelah menggunakan aplikasi. Hasil kuisisioner 1 dapat dilihat pada gambar 18 sampai gambar 22.



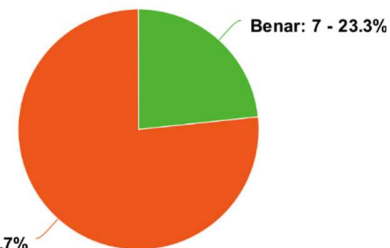
Gambar 17. Hasil Kuisisioner 1 Nomor 1



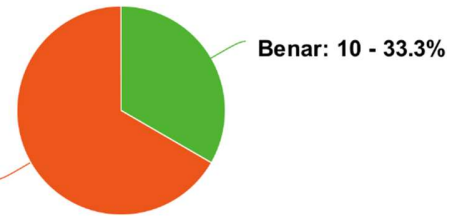
Gambar 18. Hasil Kuisisioner 1 Nomor 2



Gambar 19. Hasil Kuisisioner 1 Nomor 3

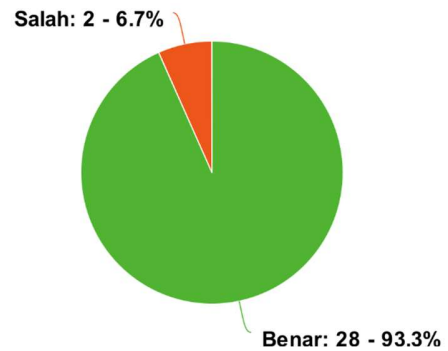


Gambar 20. Hasil Kuisisioner 1 Nomor 4

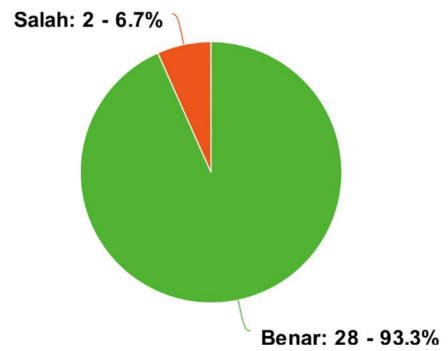


Gambar 21. Hasil Kuisisioner 1 Nomor 5

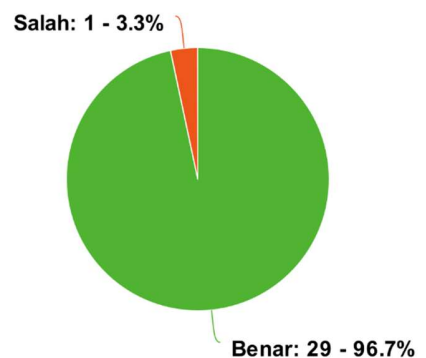
Setelah mengisi kuisisioner yang pertama, para penguji coba diperbolehkan menggunakan aplikasi yang penulis buat dan setelah mereka menggunakan aplikasi ini, maka penguji coba dapat mengisi kuisisioner kedua yang berisi pertanyaan yang sama dengan kuisisioner pertama namun dengan tambahan pendapat mereka akan aplikasi yang telah mereka pakai. Hasil Kuisisioner 2 dapat dilihat pada gambar 23 sampai gambar 27.



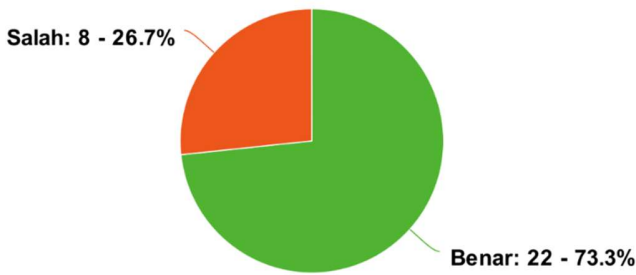
Gambar 22. Hasil Kuisisioner 2 Nomor 1



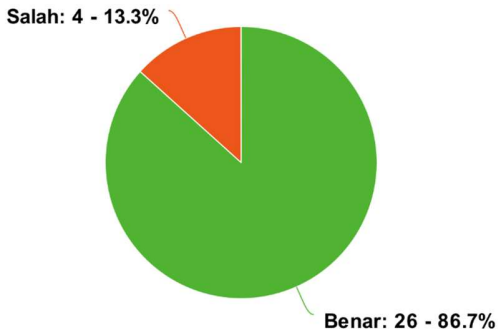
Gambar 23. Hasil Kuisisioner 2 Nomor 2



Gambar 24. Hasil Kuisisioner 2 Nomor 3

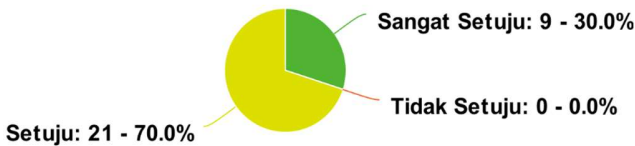


Gambar 25. Hasil Kuisisioner 2 Nomor 4

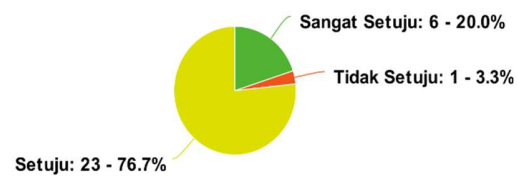


Gambar 26. Hasil Kuisisioner 2 Nomor 5

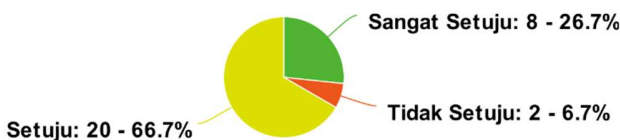
Dan berikut pendapat dari para penguji coba mengenai beberapa aspek dalam aplikasi yang telah mereka pakai. (lihat gambar 28 – 32)



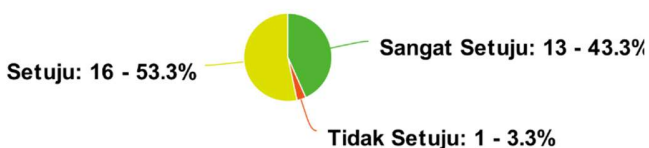
Gambar 27. Pendapat “Aplikasi mudah digunakan”



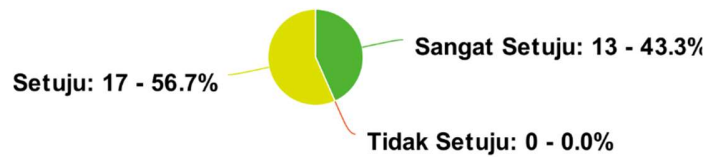
Gambar 28. Pendapat “Materi yang ada sangat informatif”



Gambar 29. Pendapat “Akan menggunakan kembali aplikasi ini”



Gambar 30. Pendapat “Objek 3D dan animasinya menarik”



Gambar 31. Pendapat “Tampilan dalam aplikasi ini menarik”

F. Distribution

Pada tahapan *Distribution*, penulis akan membagikan hasil aplikasi kepada masyarakat, aplikasi ini akan dibagikan dengan meng-upload aplikasi ke dalam sebuah *Google Drive* dan link *Google Drive* tersebut akan dibagikan kepada masyarakat. Perlu diketahui aplikasi ini hanya dapat berjalan pada *device* yang didukung oleh *ARCore*. *ARCore* sendiri adalah *Software Development Kit (SDK) Augmented Reality* milik *Google*. https://drive.google.com/drive/folders/1uGM98OkJp1wwWFu_h5mwNtVQ4VR6uV1E-?usp=sharing

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil oleh penulis adalah Aplikasi Pengenalan Daur Ulang Limbah telah selesai dibuat dengan menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle (MDLC)*. Setelah membagikan kuisisioner kepada pengguna aplikasi, maka dapat dilihat bahwa Pengenalan Daur Ulang Limbah dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality*. Dengan menggunakan fitur *Ground Plane* dari *Vuforia SDK*, penggunaan aplikasi menjadi sangat mudah karena memungkinkan pengguna aplikasi untuk menikmati teknologi *Augmented Reality* tanpa perlu mencetak *marker* terlebih dahulu. Aplikasi *Augmented Reality* yang telah dibuat penulis terbukti dapat membantu masyarakat untuk lebih mengenal Daur Ulang Limbah. Aplikasi *Augmented Reality* yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik.

B. Saran

Saran yang dapat penulis katakan setelah melakukan penelitian ini adalah Aplikasi Pengenalan Daur Ulang Limbah ini hanya bisa digunakan pada platform *android* yang mendukung *ARCore*. Pengembangan yang dapat dilakukan adalah mengembangkan aplikasi ini agar dapat dipakai pada platform lainnya. Materi yang lebih dalam juga dapat ditambahkan ke dalam aplikasi ini. Objek 3D dan animasi yang lebih menarik juga dapat ditambahkan untuk lebih menarik minat pengguna untuk menggunakan aplikasi ini.

V. KUTIPAN

- [1] Adha Bilqis Ibrahim, K., & Gustina, D. “Rancang Bangun Aplikasi Berbasis Android Untuk Brand Clothing Sand Beach Dengan Skema Diskon Menggunakan Hungarian Algorithm,” 2021.
- [2] A. D. Porajow, V. Tulenan, and S. D. E. Paturusi, “Aplikasi Pembelajaran Interaktif Mata Pelajaran Tematik Untuk Siswa Kelas 6 Sekolah Dasar,” *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 15, no. 4, pp. 315–324.

- [3] Arc C Luther, *Authoring Interactive Multimedia*. Boston : AP Professional, 1994.
- [4] C. Purnama Yanti and S. Ika Murpratiwi, "Pengembangan Augmented Reality Interaktif untuk Pengenalan Jajanan Tradisional Bali dengan Marker Based Tracking," vol. 6, no. 2, pp. 2622–4615, 2021, doi: 10.32493/informatika.v6i2.12084.
- [5] C. Toding, A. S. M Lumenta, D. J. M amahit, and M. ahasiswa, "Pembuatan Animasi 3 Dimensi Perbedaan Sampah Organik dan Anorganik untuk Anak-Anak," *Journal Teknik Informatika*, vol. 12, no. 1, 2017, [Online]. Available: www.sinauilkom.com
- [6] E. Agustina Julisawaty dan Munich Heindari Ekasari, "Aplikasi Augmented Reality Tentang Fungsi Organ Ginjal Manusia Dan Cara Menjaga Kesehatannya," Universitas Gunadarma Jl. Margonda Raya, vol. 4, no. 1, hlm. 16424, 2020.
- [7] G. B. Mangente, V. Tulenan, B. A. Sugiarso, "Application for Introduction of Family Medicinal Plants Typical of North Sulawesi Using Augmented Reality Technology." *Jurnal Teknik Informatika*, 2021.
- [8] H. Isnaini, T. Bagyono, T. Mulyaningsih, "Potensi Pencemaran Limbah Cair Rumah Pemotongan Ayam X Di Dusun Betakan, Sumberrahayu, Moyudan, Sleman," 2020.
- [9] I. Dewa, G. W. Dhiyatmika, I. Ketut, G. Darma Putra, N. Made, and I. M. Mandenni, "Aplikasi Augmented Reality Magic Book Pengenalan Binatang untuk Siswa TK," *AGUSTUS*, vol. 6, no. 2, 2015.
- [10] I. Bagus and M. Mahendra, "Implementasi Augmented Reality (Ar) Menggunakan Unity 3d Dan Vuforia Sdk," 2016.
- [11] Irene Samar, "Implementasi Augmented Reality Pada Aplikasi Pengenalan Objek Wisata Di Kota Ambon", *JIP*, vol. 9, no. 2, pp. 183–192, Feb. 2023.
- [12] M. W. Anggreni, "Pengelolaan Limbah Padat Sebagai Bagian Penerapan Konsep Green Building (Studi Kasus: Kantor Pusat PT. Pertamina, Jakarta)," 2012.
- [13] M. H. Al-Ghifari and M. Rizqi, "Game Portal Virtual Tugu Pahlawan Dengan Mobile Device Menggunakan Augmented Reality." 2020.
- [14] Nursita. Y & Hadi. S, "Development of Mobile Augmented Reality Based Media for An Electrical Measurement Instrument." *Journal of Physics: Conference Series*. 2111. 012029. 10.1088/1742-6596/2111/1/012029, 2021.
- [15] R. Aufar Pratama, M. Rizqi, and N. Surabaya JI Arief Rahman Hakim No, "Radifan Aufar Pratama, Maulana Rizqi Game Edukasi Tugu Pahlawan Surabaya Dengan Augmented Reality Berbasis Android." 2021.
- [16] R. Fernanda, T. A. Putri, and V. Claudia, "Waste Management (Teman): Media Penyuluhan Berbasis Augmented Reality Sebagai Upaya Edukasi Pengelolaan Sampah Di Piyungan Yogyakarta" 2020.
- [17] S. S. Maesaroh *et al.*, "Augmented Reality Pembelajaran Prakarya Interaktif Untuk Materi Keterampilan Dari Limbah Sampah Anorganik (Studi Kasus Di Smp Marhas Margahayu)," vol. 03, 2021.
- [18] T. I. Putra, N. Setyowati, and E. Apriyanto, "Identifikasi Jenis Dan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun Rumah Tangga: Studi Kasus Kelurahan Pasar Tais Kecamatan Seluma Kabupaten Seluma", *Nature*, vol. 8, no. 2, pp. 49–61, Oct. 2019.
- [19] Wahyuni, "Pemanfaatan Limbah Anorganik Melalui Karya Seni Rupa Terapan Pada Komunitas Rumah Pohon Di Desa Baloli Kecamatan Masamba," 2018.
- [20] Y. Efendi, A. Marinda, and L. Lusiana, "Aplikasi Objek Wisata 3d Augmented Reality Berbasis Mobile: Aplikasi Objek Wisata 3D Augmented Reality Berbasis Mobile", *Mantik*, vol. 3, no. 1, pp. 58–65, May 2019.
- [21] Y. I. Purwanti, M. M. Fuzie, Haryono, "Pengaruh Komposisi Campuran Perasan Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi) Dan Jeruk Nipis (Citrus aurantiifolia) Terhadap Kadar Minyak Dan Lemak Pada Limbah Cair Dapur," 2018.
- [22] Yegi Arifita Kombih, "Analisis Potensi Daur Ulang Sampah Domestik Desa Pasar Rundeng Kecamatan Rundeng Kota Subulussalam," 2020.
- [23] Yudistira, A. B. Aril, "Implementasi Metode Ground Plane Untuk Visualisasi Kupu-Kupu Menggunakan Vuforia Augmented Reality," 2020.



Erick Jeremy Merpati Lahir di Jakarta, 14 Januari 2001, penulis merupakan anak kedua dari pasangan Lexy Merpati dan Sandra Kumaunang. Alamat tempat tinggal penulis sekarang adalah di Kelurahan Sindulang Satu, Kecamatan Tuminting, Kota Manado. penulis mengawali perjalanan pendidikan di TK Spora pada tahun 2005-2006, dan melanjutkan pendidikan di SD Garuda dari tahun 2006 hingga 2012. Setelah menyelesaikan jenjang SD, penulis melanjutkan studi di Sekolah Menengah Pertama Garuda dari tahun 2012 hingga 2015. Setelah menyelesaikan jenjang SMP, penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Manado pada periode 2015-2018. Pada tahun 2018, penulis melanjutkan pendidikan tingkat Sarjana (S1) di Universitas Sam Ratulangi, Sulawesi Utara. Penulis memilih mengambil Jurusan Teknik Elektro dengan konsentrasi pada Program Studi Teknik Informatika. Selama masa kuliah, penulis aktif terlibat dalam beberapa organisasi, termasuk Himpunan Mahasiswa Elektro (HME) dan Unit Kegiatan Mahasiswa Pers dan Penyiaran Fakultas Teknik Unsrat.