

Tersedia online di www.journal.unipdu.ac.id

Unipdu

Terakreditasi S2 – SK No. 34/E/KPT/2018

Halaman jurnal di www.journal.unipdu.ac.id/index.php/register

Pengenalan alat musik tradisional Bangka dengan *Marker-Based Augmented Reality*

Introduction of traditional Bangka musical instruments with Marker-Based Augmented Reality

Fransiskus Panca Juniawan ^a, Dwi Yuny Sylfania ^b, Harrizki Arie Pradana ^c, Laurentinus Laurentinus ^d

^{a,b,c,d} Teknik Informatika, STMIK Atma Luhur, Pangkalpinang, Indonesia

email: ^a fransiskus.pj@atmaluhur.ac.id, ^b dysylfania@atmaluhur.ac.id, ^c harrizkiariep@atmaluhur.ac.id, ^d laurentinus@atmaluhur.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:
Menerima 29 Maret 2019
Revisi 18 Mei 2019
Diterima 18 Mei 2019
Online 1 Juni 2019

Kata kunci:
3D modelling
alat musik tradisional
Augmented Reality
marker-based

Keywords:
3D modelling
Augmented Reality
marker-based
traditional musical
instruments

ABSTRAK

Dengan berkembangnya teknologi, kesadaran akan pentingnya alat musik tradisional menjadi berkurang. Demikian juga dengan alat musik tradisional Bangka yang mulai kehilangan popularitasnya. Kondisi saat ini, para remaja di Bangka kebanyakan tidak dapat memainkan alat musik tradisionalnya. Begitu juga dengan anak-anak yang belum mengetahui dan bahkan tidak mengenal alat musik tradisional daerah mereka. Jika kondisi ini dibiarkan, dikhawatirkan keberadaan alat musik tradisional Bangka akan hilang, begitu juga dengan sumber daya manusia yang dapat memainkannya. Untuk menghindari hal tersebut, dibuatlah aplikasi pengenalan alat musik tradisional Bangka menggunakan *Augmented Reality* (AR). AR dipilih karena dapat memberikan gambaran alat musik secara *real time* dalam bentuk 3D sesuai dengan pergerakan kamera *smartphone* yang dinamis. Empat objek 3D alat musik yakni dambus, rebab, rebanatamborin, dan gong yang dibuat menggunakan Autodesk Maya. AR yang dibangun menggunakan metode berbasis *marker*. Metode ini dipilih agar lebih mudah digunakan oleh pengguna yang mayoritasnya adalah anak-anak. Selain itu, kelebihan metode ini memiliki tingkat akurasi posisi yang sangat tinggi. *Unity* sebagai *engine* untuk penerapan AR 3D *modelling* pada sistem Android dan Vuforia SDK sebagai *engine* pembentuk *marker augmented reality*. Pengujian fungsional memiliki hasil 100% dengan sistem yang berjalan baik. Hasil pengujian kinerja deteksi objek AR berdasarkan intensitas cahaya diketahui bahwa *smartphone* yang memiliki dua kamera di bagian belakang dapat mendeteksi objek dengan intensitas cahaya 0 *Lux* pada malam hari dengan kondisi gelap, sedangkan yang hanya memiliki satu kamera tidak dapat mendeteksi objek. Pengujian warna *marker* mendapatkan hasil modifikasi warna *marker pink*, kuning, dan hitam yang masih memungkinkan untuk pendeteksian objek, walaupun objek yang tampil tidak stabil. Dari pengujian kertas *marker* diketahui bahwa jenis kertas tidak berpengaruh terhadap pendeteksian objek. Pengujian *beta* dilakukan dengan cara membagikan kuesioner terkait pengalaman pengguna dalam penggunaan sistem. Hasil survei diketahui pengguna merasa sangat setuju dengan nilai sebesar 80%, bahwa penggunaan sistem dapat membantu mereka dalam mengenal alat musik tradisional Bangka.

Style APA dalam menyitasi artikel ini:

Juniawan, F. P., Sylfania, D. Y., Pradana, H. A., & Laurentinus, L. (2019). Pengenalan alat musik tradisional Bangka dengan Marker-Based Augmented Reality. *Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 5(2), 77-93.

ABSTRACT

With the incessant development of technology, awareness on the importance of traditional musical instruments has declined. Similarly, teenagers living in Bangka no longer play their traditional musical instruments, and children are not exposed to their cultural heritage. However, if this continues, it is feared that the existence of traditional Bangka musical instruments will soon go extinct. To avoid this, researchers have proposed an application to identify this media using Augmented Reality (AR). This technique was chosen due to its ability to provide visuals of musical instruments in real time using 3D models in accordance with the dynamic movement of smartphone cameras. This comprises of four 3D objects namely dambus, rebab, rebanatamborin, and gong, which were designed and developed using Autodesk Maya. AR is built using marker-based methods, which was chosen for easy use because majority of its users are children, and its high level of accuracy. Unity was utilized as an engine for its implementation in the Android system, and Vuforia SDK as augmented reality marker-builder engine. Functional testing showed 100% results which means that the system is running well. From the results of the AR object detection performance test based on light intensity it is known that a smartphone with two cameras in the backside has the ability to detect objects with a light intensity of 0 Lux in dark rooms, while the other smartphone with one camera failed to detect the objects. Color testing obtained a modification of marker colors comprising of pink, yellow, and black which are still able to detect objects, although not stable. The paper test marker has no effect on object detection. Beta testing questionnaires were used to obtain information related to user experience. From the survey results, it is known that users strongly agree (80%) that the use of the system helps them to recognize traditional Bangka musical instruments.

© 2019 Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

1. Pendahuluan

Pulau Bangka merupakan sebuah pulau di Indonesia yang kaya akan keberagaman adat dan budaya tradisionalnya. Salah satunya adalah alat musik tradisional di Bangka. Ada banyak alat musik tradisional di Bangka, di antaranya adalah dambus, rebab, rebanatamborin, gong, suling Bangka, gendang Melayu, gambangan, dan caklemong. Setiap alat musik memiliki keunikan dan keistimewaan masing-masing.

Saat ini, penggunaan teknologi oleh anak dan remaja menjadi hal biasa yang dapat ditemukan di mana saja. Generasi milenial kebanyakan menggunakan televisi dan media *online* sebagai sumber informasinya (CSIS, 2017). Ini berarti kebanyakan waktu mereka akan dihabiskan dalam penggunaan media pada *gadget*. Gaya hidup mereka dikhawatirkan akan mengakibatkan rendahnya pengetahuan terhadap adat dan budaya tradisional daerah. Demikian halnya dengan generasi penerus di Bangka, dalam kaitannya dengan alat musik tradisional Bangka, dikhawatirkan peminatnya menurun. Tentunya hal ini akan menjadi permasalahan dan kekhawatiran bersama apabila generasi muda penerus di Bangka tidak mengenali alat musik tradisional mereka. Begitu juga dengan anak-anak usia dini yang sudah sering memegang *gadget* dibanding alat musik tradisional. Mereka juga belum mengetahui dan bahkan belum mengenal adanya alat musik daerah. Apabila kondisi ini terus berlangsung, dikhawatirkan tingkat popularitas alat musik tradisional Bangka akan terus menurun dan lama kelamaan akan hilang. Untuk itu, dibutuhkan suatu tindakan penanganan yang tepat, yakni pemanfaatan teknologi informasi sebagai media untuk mengenalkan kebudayaan lokal kepada dunia (Mubah, 2011).

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi di bidang multimedia yang dapat menampilkan objek dalam bentuk 3D dan dapat digunakan pada *smartphone*. Keunggulannya adalah kemudahan dalam pembangunan dan pengembangannya. Selain itu, AR juga telah banyak diterapkan pada berbagai kasus sebagai solusi penyelesaian, antara lain di bidang pendidikan, kesehatan, dan hiburan (Brata, Brata, & Pramana, 2018). AR juga dapat digunakan oleh siapa saja dan dapat digunakan untuk menambah tingkat keaktraktifan dari proses pengajaran kepada siswa (Turcanu, Prodea, & Constantin, 2018).

Untuk mengatasi masalah yang telah dirumuskan, maka diusulkan sebuah sistem yang dapat digunakan sebagai media untuk memperkenalkan alat musik tradisional Bangka kepada anak-anak

usia dini. Dengan adanya sistem ini diharapkan anak-anak dapat mengenal dan memiliki pengetahuan terhadap alat musik tradisional Bangka. Sistem yang dibangun menggunakan pendekatan dengan menggunakan teknologi yang familier di kalangan anak-anak, yaitu AR. Penelitian ini menggunakan AR berbasis *marker*. Hal ini mempermudah pengguna karena hanya membutuhkan kertas berwarna putih dengan jenis apapun yang relatif murah sebagai media cetak *marker*, kemudian juga membutuhkan *smartphone* yang pada saat ini rata-rata telah dimiliki oleh anak-anak. Penggunaan metode berbasis *marker* memiliki tingkat akurasi posisi yang sangat tinggi. Selain itu, ditinjau dari sisi lain, AR mampu menampilkan objek 3D secara *real time*, sehingga pengguna dapat mengamati objek alat musik secara detail. Untuk menerapkan AR pada *smartphone* berbasis Android, digunakan *Game Engine Unity*. Sistem yang dibangun berdasarkan empat objek alat musik tradisional Bangka, yakni dambus, rebab, rebanatamborin, dan gong.

Penelitian Turcanu, Prodea, dan Constantin (2018) menerapkan AR pada sistem pendidikan terhadap anak berkebutuhan khusus, dengan menggunakan teknologi AR. Hal ini lebih menarik minat dan perhatian anak dibanding metode pengajaran konvensional. Hasil penelitian Turcanu, Prodea, dan Constantin (2018) didapat sebuah opini bahwa menurut psiko-edukator bahwa AR adalah teknologi yang dapat digunakan oleh siapa saja dan dapat digunakan untuk menambah tingkat keatraktifan dari proses pengajaran kepada siswa (Turcanu, Prodea, & Constantin, 2018). Penelitian lain dilakukan oleh Hamari, Malik, Koski, dan Johri (2019) mengenai alasan banyak orang yang memainkan *game* berbasis *Mobile Location* pada AR. Contohnya adalah *Pokemon Go* yang banyak dimainkan. Ada banyak keuntungan yang didapat pengguna, tetapi ada juga kerugiannya. Pertama adalah masalah privasi pengguna dan *poor usability*. Penelitian Hamari, Malik, Koski, dan Johri (2019) menginvestigasi beberapa pengguna *game* dan juga mempelajari kaitan gratifikasi dengan intensi pengguna untuk terus bermain dan juga mengeluarkan uang. Hasil penelitian Hamari, Malik, Koski, dan Johri (2019) berupa aspek kenyamanan bermain, kegiatan *outdoor*, kemudahan penggunaan, tantangan, dan nostalgia yang berhubungan positif dengan *Intentions to Reuse* (ITR). Hal tersebut juga terhubung langsung dengan *In-App Purchase Intentions* (IPI). Masalah privasi dan *trendlines* tidak terhubung dengan IPI (Hamari, Malik, Koski, & Johri, 2019). Indrawan, Bayupati, dan Putri (2018) membuat sistem AR yang menggunakan fungsi giroskop dan tidak menggunakan *marker* untuk mendemonstrasikan posisi dari Dewata Nawa Sanga oleh masyarakat Hindu di Bali. Dari hasil kuesioner yang dibagikan, didapat hasil nilai fungsionalitas aplikasi sebesar 88,4% dan nilai kemudahan penggunaan dan kepuasan sebesar 84,8% (Indrawan, Bayupati, & Putri, 2018). AR juga dapat diterapkan pada bidang desain, yakni sistem pengajaran interaktif untuk kursus penggambaran mekanik (Juan, YuLin, W., & Wei, 2018). Hasil demonstrasi menunjukkan bahwa kelas kursus yang menggunakan media AR lebih superior dibanding kelas kursus dengan *tool* menggambar konvensional. Hal ini berdasarkan kriteria kunci kursus, tingkat kesulitan konten area, kemampuan imajinasi spasial, dan tingkat ketertarikan dalam pembelajaran sesuai kelas (Juan, YuLin, W., & Wei, 2018).

Pembelajaran siswa Thailand mengenai hati manusia juga dibuat menggunakan AR (Nuanmeesri, 2018). Penelitian Nuanmeesri (2018) bertujuan untuk mengeksplor bilingual yakni bahasa Thailand dan Inggris. AR dievaluasi oleh 5 orang *expert* berdasarkan *Index of Item Objective Congruence* (IOC), *Diffusion of Innovation* (DOI), dan *Content Validity Index* (CVI). Hasil pembelajaran *before after* AR telah dianalisis dengan $P < 0,001$ dengan *T-Test*. Keefektifan aplikasi dievaluasi oleh pengguna berdasarkan teori *Unified Theory Acceptance and Use of Technology* (UTAUT), didapat aritmetik *mean* dan *standard deviation* senilai 4,65 dan 0,48 (Nuanmeesri, 2018). AR juga digunakan sebagai media promosi penjualan laptop dalam bentuk brosur digital (Sylfania, 2016). Brosur menampilkan laptop dalam bentuk 3 dimensi dan juga informasi mengenai harga dan spesifikasi laptop, serta sebagai varian baru dalam penjualan yang efisien dan efektif dalam pembiayaan (Sylfania, 2016). Lebih lanjut, AR diterapkan pada model pengajaran berbasis *network* dan komunikasi visual (Zhao, Chen, & Zhao, 2016). Hasil dari penelitian Zhao, Chen, dan Zhao (2016) didapat bahwa aplikasi yang dibangun menyediakan model baru dalam pengajaran dan memperkaya konten dari kelas yang diajar. Selain itu, aplikasi ini meningkatkan tingkat partisipasi dan antusias siswa, dan juga meningkatkan efek pengajaran (Zhao, Chen, & Zhao, 2016). Selanjutnya penelitian Khan, Johnston, dan Ophoff (2019) mempelajari dampak dari penggunaan AR terhadap motivasi belajar siswa. Khan, Johnston, dan Ophoff (2019) menggunakan model *Attention, Relevance, Confidence, dan Satisfaction* (ARCS) untuk mengukur dampak

penggunaannya. Dari total 78 responden yang mengisi kuesioner didapat bahwa faktor *attention, satisfaction, confidence* meningkat signifikan dengan adanya pemakaian aplikasi AR (Khan, Johnston, & Ophoff, 2019). Medina, García, dan Olgúin (2018) melakukan perencanaan dan alokasi *Digital Learning Object* (DLO) berbasis AR menggunakan VARK *model* untuk siswa *higher education*. Hasil dari penelitian Medina, García, dan Olgúin (2018) membuktikan bahwa DLO dengan AR memberikan dampak yang penting terhadap kegiatan mengajar pada fase perencanaan. Selain itu, DLO dengan AR telah dapat digunakan kembali sebagai karakteristik, hal ini dapat digunakan kapanpun siswa membutuhkannya dan dengan cara yang sama dapat memfasilitasi proses pembelajaran mereka (Medina, García, & Olgúin, 2018).

Zarraonandia, Aedo, Díaz, dan Montes (2014) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui keuntungan dan potensi dari penggunaan AR untuk komunikasi pada presentasi. Sistem yang dibangun memungkinkan pembicara menggunakan *Head-Mounted Display* berbasis AR untuk menampilkan visual pada kepala pembicara. Hasil penelitian adalah sistem mampu membantu pembicara untuk memahami konten dan menjelaskannya pada pendengar, serta mampu mengatur intervensi pendengar dan meningkatkan alur presentasi (Zarraonandia, Aedo, Díaz, & Montes, 2014). AR juga diterapkan sebagai tampilan budaya dan sejarah gedung di Thailand untuk turis (ARCH-Tour) (Roongrungsi, Namahoot, & Brückner, 2017). Pengujian dilakukan dengan meminta respons dari turis. Sistem yang dibangun atraktif dan memiliki informasi yang bermanfaat. Namun, penggunaan kualitas kamera yang rendah mempengaruhi proses *capture* dan visualisasi 3D model gedung. Kualitas cahaya juga memengaruhi proses pembacaan *marker* (Roongrungsi, Namahoot, & Brückner, 2017). Shang, Zakaria, dan Ahmad (2016) juga membuat souvenir wisata berbasis AR yang dapat menampilkan informasi monumen dan tampilan secara 360 *degree*. Sistem *marker* diterapkan dalam bentuk *postcard* (Shang, Zakaria, & Ahmad, 2016). Wai dan Manap (2018) mengembangkan aplikasi dari objek interaktif untuk AR dengan menggunakan *Oculus Rift, Leap Motion Controller* (LMC) dan kamera. Wai dan Manap (2018) menyiapkan sebuah *video display* berbasis AR untuk bekerja pada AR *book*. Aplikasi LMC dapat meningkatkan nilai interaktif dengan *gesture* tangan yang berbeda seperti *thumb up, down, dan pinching*. Hasilnya adalah meningkatnya pengalaman pengguna dalam berinteraksi, *engaging, dan responding the information* (Wai & Manap, 2018). Penelitian yang dilakukan Ginting dan Sofyan (2018) mengenai penerapan AR pada alat musik tradisional di Indonesia. Algoritma FAST (*Features from Accelerated Segment Test*) *Corner* digunakan untuk mempercepat komputasi *realtime*. Pada penelitian Ginting dan Sofyan (2018) ini dilakukan pengujian kemiringan kamera terhadap *marker* dengan hasil pada sudut 75° *marker* tidak terdeteksi lagi. Kemudian, dilakukan pengujian *marker* terhalang dengan hasil pada 80% *marker* terhalang, objek AR tidak dapat muncul. Selanjutnya, ada pengujian kontras pada gambar *marker* dengan hasil pada pengurangan kontras *marker* 100% objek tidak tampil lagi. Yang terakhir, pengujian jarak dan ukuran *marker* dengan hasil pada ukuran *marker* 3 × 3 cm jarak maksimal deteksi adalah 14 cm dan pada ukuran *marker* 9 × 9 cm jarak maksimal deteksi adalah 46 cm (Ginting & Sofyan, 2018). Penelitian Wahyudi, Kairupan, dan Masengi (2018) menghasilkan media peraga jantung manusia berbasis AR menggunakan teknik 3D *Object Tracking* menggunakan 11 *smartphone* untuk pengujianya. Hasil pengujian intensitas cahaya dari jarak 10 cm adalah sistem tidak dapat mendeteksi *marker* pada 0 *Lux* dan maksimum hanya dapat mendeteksi hingga 32.000 *Lux* (Wahyudi, Kairupan, & Masengi, 2018).

Dari penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa percobaan terkait deteksi objek AR yang belum pernah dilakukan, sebut saja pengujian tingkat cahaya saat mendeteksi objek, pengujian warna *marker*, dan pengujian kertas *marker*. Pengujian tersebut akan dilaksanakan pada penelitian ini.

2. Metode Penelitian

Secara umum penelitian ini terdiri dari 5 langkah yakni pengumpulan data, desain tiga dimensi model objek alat musik, pembuatan *marker*, penerapan AR, dan pengujian.

2.1. Pengumpulan Data

Pada tahapan ini, dikumpulkan data yang akan digunakan dalam penelitian, yakni mengenai alat musik tradisional Bangka. Data dikumpulkan dari berbagai sumber, yakni sebagai berikut.

a. Studi pustaka

Untuk mendukung penelitian, dikumpulkan data dari buku, jurnal, dan referensi dari internet terkait dengan AR berbasis *marker* dan alat musik tradisional Bangka. Hasil studi didapat bahwa alat musik tradisional Bangka berjumlah 8 (Eti, 2019). Namun, untuk penelitian ini hanya digunakan 4 alat musik tradisional, yakni dambus, rebanatamborin, gong, dan rebab. Selain itu, referensi pembuatan AR dengan Vuforia Unity AR didapat dari beberapa buku, yaitu karangan (Arifitama, 2017; Grubert & Grasset, 2013; Linowes & Babilinski, 2017). Alasan penggunaan AR berbasis *marker* dibanding *markerless* didapat dari penelitian Cheng, Chen, dan Chen (2017). Tahapan studi pustaka dilakukan selama 2 minggu, sejak 25 Januari 2019.

b. Wawancara

Wawancara dilakukan terhadap tetua adat yang juga merupakan pakar seni di Kabupaten Bangka Barat, tepatnya di Kota Mentok. Wawancara berisi 10 pertanyaan yang menanyakan pengalaman dan pendapat pakar terhadap pengaruh teknologi pada generasi milenial dan dampaknya pada budaya dan juga alat musik tradisional Bangka. Hasil dari wawancara adalah bahwa pakar setuju terhadap besarnya pengaruh teknologi terhadap kondisi generasi milenial saat ini dan juga turut merasakan dampaknya terhadap budaya, termasuk pada alat musik tradisional Bangka. Proses wawancara dilaksanakan selama satu hari, pada 15 Februari 2019, yang ditunjukkan pada Gambar 1.



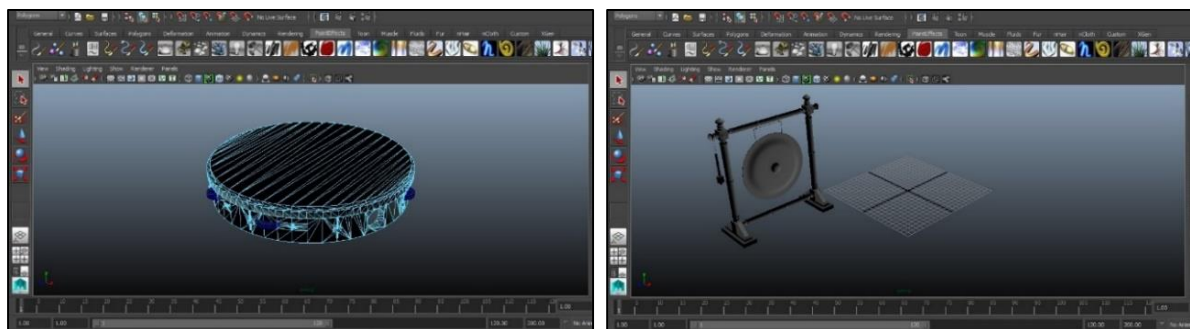
(a)

(b)

Gambar 1. Pengumpulan data dari Tetua Adat Bangka Barat (a) Wawancara, (b) Demonstrasi alat musik

2.2. Desain 3D Modelling

Setelah tahapan pengumpulan data, langkah selanjutnya adalah melakukan perancangan alat musik tradisional dalam format 3 Dimensi (3D). Desain keempat alat musik, yakni dambus, rebab, rebanatamborin, dan gong dibuat menggunakan *tool* Autodesk Maya 3D Modelling seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Aplikasi ini dipilih karena keunggulannya yang memiliki performa yang baik, kemudahan penggunaan, dan *high physical flexibility* (Autodesk, 2007). Model 3D disimpan dengan format *.obj* agar dapat dikenali pada AR engine Unity.



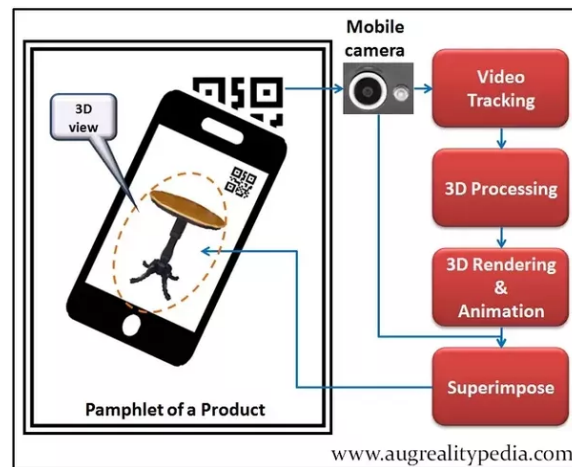
(a)

(b)

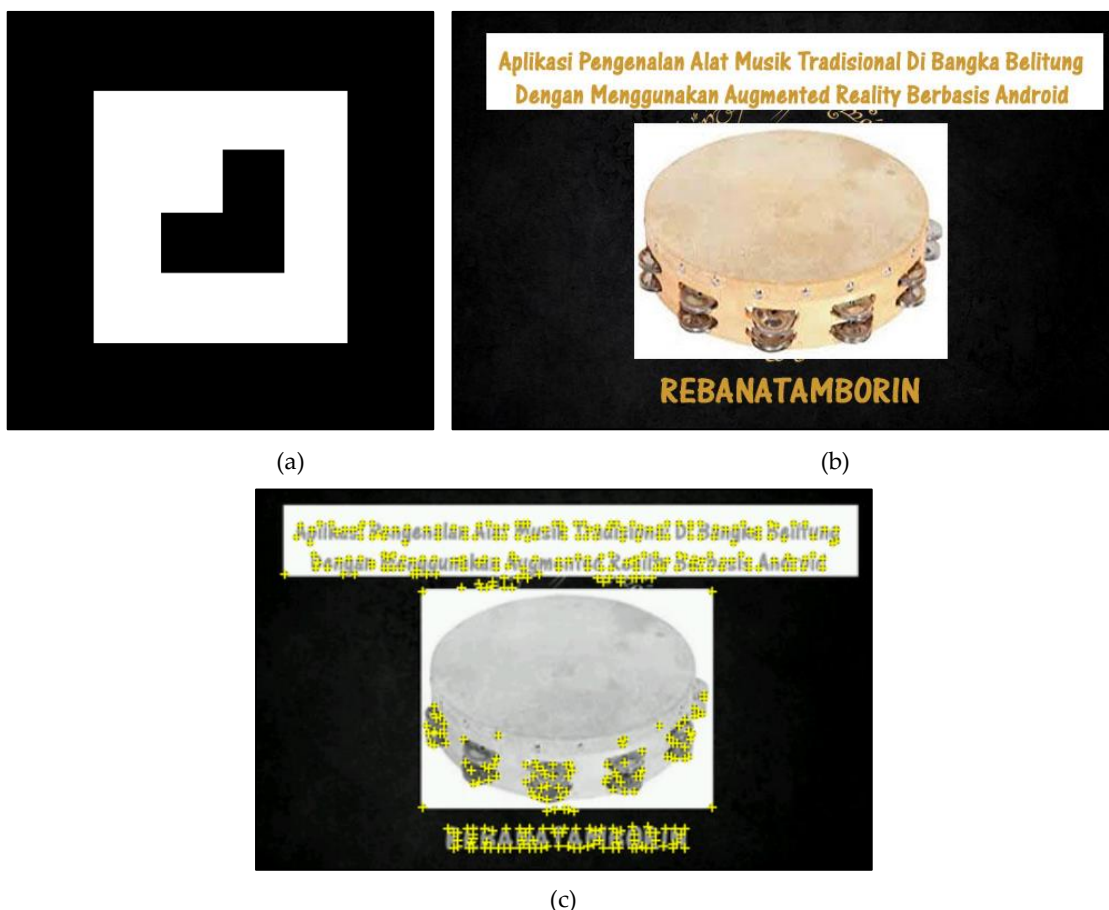
Gambar 2. 3D Modelling di Autodesk Maya (a) Rebanatamborin, (b) Gong

2.3. Pembuatan Marker

Penelitian ini menggunakan metode *Marker-Based Tracking* Kumar (2016) yang diilustrasikan pada Gambar 3. *Marker* yang digunakan berupa gambar 2 Dimensi (2D) dengan tampilan berupa masing-masing rupa alat musik tradisional Bangka yang dibuat. Metode *Marker-Based* dipilih karena keunggulannya, yakni akurasi posisi yang sangat tinggi dan dukungan penggunaan pada *desktop computer* atau *mobile device* (Cheng, Chen, & Chen, 2017).



Gambar 3. Ilustrasi cara kerja AR *marker-based* (Kumar, 2016)



Gambar 4. Contoh gambar *marker* (a) *Marker* sederhana, (b) Contoh *marker* yang digunakan pada penelitian, (c) *Natural Feature Tracking* (NFT) pada *marker* yang digunakan

Prosedur pendeteksian *marker* oleh kamera adalah sebagai berikut (Siltanen, 2012).

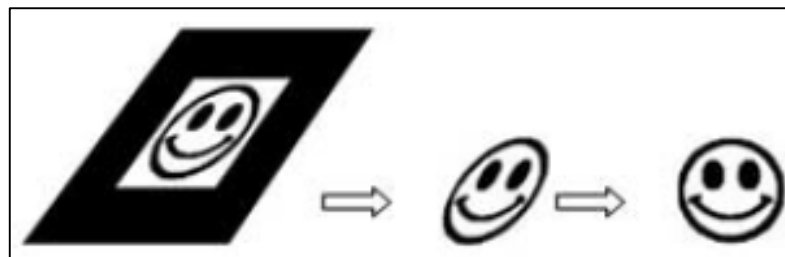
- Image Acquisition*: Proses akuisisi intensitas gambar.
- Preprocessing*: Pada tahapan ini dilakukan *preprocessing* terhadap *marker* yang akan dideteksi, yakni *low level image processing*, *undistortion*, deteksi garis, dan deteksi sudut *marker*.

- c. *Potential Marker Detection and Discard Obvious Non-marker*: Tahapan ini melakukan penyeleksian terhadap *marker*. Gambar *marker* yang jelas dianggap bukan *marker* akan dibuang, sebaliknya yang dianggap sebagai *marker* akan diterima dan dikenali.
- d. *Identification and decoding of marker*: Pada tahapan ini dilakukan pengenalan dan *decoding marker* dengan langkah pencocokan *template marker* dan *decoding data marker*.
- e. *Marker pose's Calculation*: Setelah dicocokkan, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan pose *marker* dengan langkah perkiraan pose *marker* dan perhitungan pose iteratif untuk pose yang akurat.

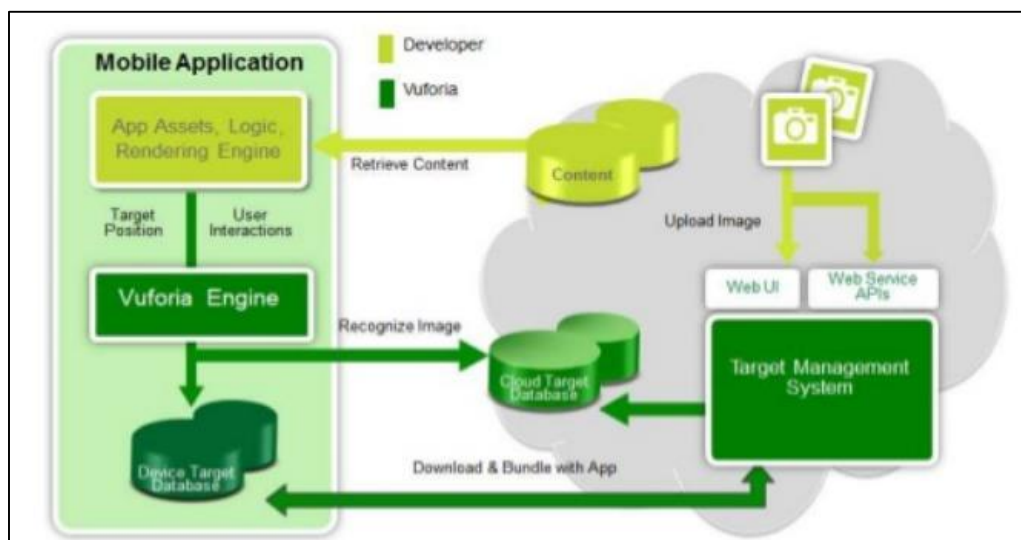
Konsep dasar dari gambar *marker* sederhana ditunjukkan seperti pada Gambar 4a yang terdiri atas empat sudut. Gambar juga terdiri atas satu atau lebih bentuk dasar yang diberi warna hitam atau putih (Katiyar, Kalra, & Garg, 2015). Penggunaan warna dalam *marker* juga dapat diberikan, dengan syarat bahwa kamera *smartphone* masih dapat mendeteksi gambar.

Marker pada penelitian ini dibuat menggunakan Vuforia SDK yang berbasis *online*. Vuforia SDK digunakan untuk membuat *marker* agar diubah menjadi *plugin AR* (Shang, Zakaria, & Ahmad, 2016). Proses pada Vuforia dimulai dari pembuatan *database marker* dan pengunggahan gambar *marker* ke Vuforia. Kemudian, pada Vuforia akan berlangsung proses pembuatan target *marker* dengan menerapkan *Natural Feature Detection* (NFD) sebagai pengenalan *marker* di gambar. Setelah itu, gambar target *marker* dapat diunduh. Sebagai perbandingan, Gambar 4b adalah contoh gambar *marker* yang digunakan pada penelitian ini, sedangkan Gambar 4c adalah gambar *marker* yang telah dijadikan target *marker* pada Vuforia. Pemberian target dengan cara menerapkan *Natural Feature Tracking* (NFT) pada gambar yang akan dijadikan *marker*.

Dalam penerapannya di dunia nyata, *marker AR* memiliki kemungkinan untuk tampil dalam bentuk tidak persegi. Hal ini disebabkan sudut kamera *smartphone* yang digunakan dalam penggunaan AR oleh pengguna. Untuk itu dibutuhkan proses *unwrapping* yang berfungsi untuk mengenali grafik internal AR di dalam *marker* (Katiyar, Kalra, & Garg, 2015). Ilustrasi dari proses *unwrapping* yang ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Ilustrasi proses *unwrapping* gambar *marker*



Gambar 6. Alur proses pembuatan *marker* pada Vuforia

Perhitungan proses *unwrapping* gambar *marker* dijabarkan pada Persamaan 1 (Duda, Hart, & Stork, 1975), dengan kondisi keempat sudut *marker* diperoleh setelah mendeteksi *frame* gambar *marker* yang diambil,

$$(x_c, y_c), i = 1, 2, 3, 4 \quad (1)$$

yakni x_c dan y_c adalah nilai sumbu x dan y pada *frame marker* yang diambil.

Sementara, posisi dari keempat sudut pada gambar *marker* sebenarnya (di dunia nyata) ditentukan dengan Persamaan 2 (Duda, Hart, & Stork, 1975),

$$(x_m, y_m), i = 1, 2, 3, 4 \quad (2)$$

yaitu x_m dan y_m adalah nilai sumbu x dan y pada gambar *marker* yang ditangkap oleh kamera *smartphone* di dunia nyata.

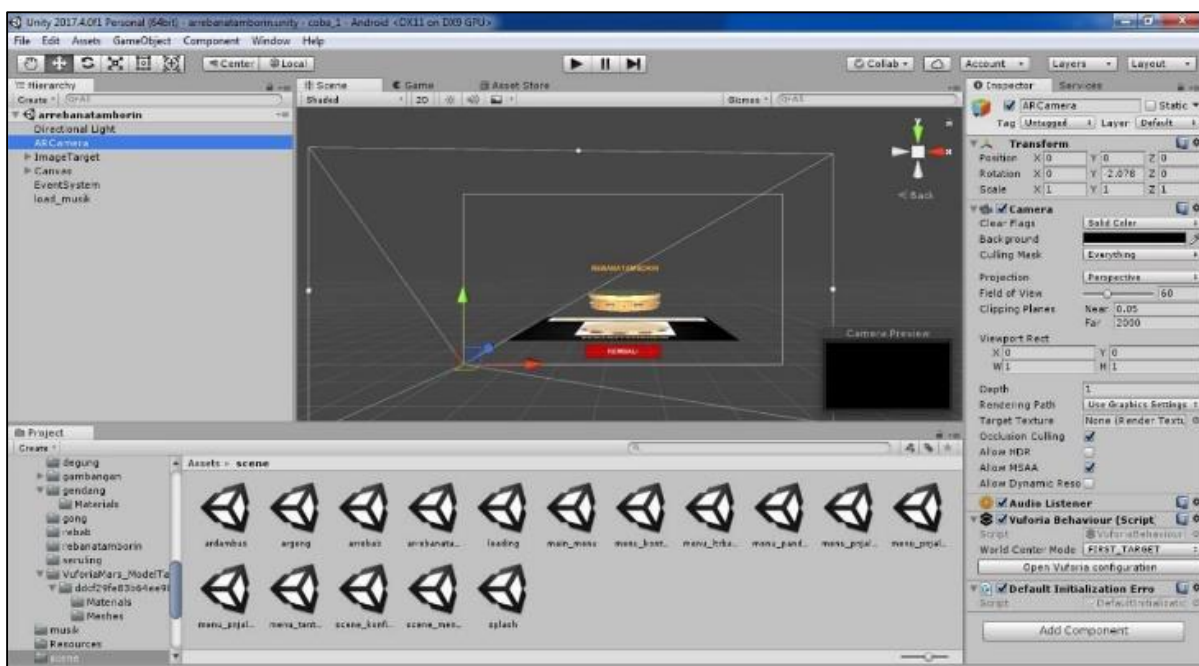
Matriks homografi H dapat dihitung dalam Persamaan 3 (Duda, Hart, & Stork, 1975), dengan titik-titik koordinat H di bagian internal *marker* dapat dilakukan *unwrap* ke dalam bentuk yang formal. Baru setelahnya gambar *unwrapping* digunakan untuk mencocokkan *template* dalam metode pencocokan atau proses *decode* dalam metode *code-decoding* masing-masing.

$$\begin{bmatrix} hx_c \\ hy_c \\ 1 \end{bmatrix} = H \begin{bmatrix} x_m \\ y_m \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_{11} & N_{12} & N_{13} \\ N_{21} & N_{22} & N_{23} \\ N_{31} & N_{32} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_m \\ y_m \\ 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Untuk membuat *marker* AR, digunakan *tool online* Vuforia SDK. Gambar yang telah ditentukan sebagai *marker* diunggah dan diproses menjadi *marker* secara *online*. Alur pembuatan *marker* pada Vuforia dapat dilihat pada Gambar 6. Pertama kali pengguna mengunggah gambar yang akan dijadikan sebagai *marker* pada antarmuka *website* dan *web service* Vuforia. Pada *Target Management System* (TMS), dilakukan proses pembuatan *dataset* yang akan digunakan untuk mencocokkan target yang tertangkap kamera *smartphone*. *Dataset* kemudian disimpan pada *Cloud Target Database* (CTD), untuk kemudian diunduh dan dapat digunakan sebagai *marker* pada *Device Target Database* (DTD) aplikasi AR di perangkat *mobile*.

2.4. Pembuatan Antarmuka dan Penerapan Augmented Reality (AR)

Setelah *marker* selesai dibuat di Vuforia, langkah selanjutnya adalah mengunduh *marker* tersebut dan kemudian mengimpornya ke dalam Unity (*tool* pembuatan AR). *Marker* yang telah menjadi *plugin* AR (Shang, Zakaria, & Ahmad, 2016) tersebut digunakan sebagai *marker* pengenalan pada objek 3D alat musik. Pada Unity dapat dilakukan pengaturan antarmuka dan fungsi intens pada penerapannya di aplikasi Android. Contoh antarmuka dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Antarmuka AR pada Unity untuk rebanatamborin

Gambar 8 menampilkan tampilan AR berupa objek 3D alat musik tradisional Bangka sesuai dengan *marker* yang telah dibuat di Vuforia pada media kertas *glossy*.



Gambar 8. Hasil tampilan AR pada *marker* untuk gong

2.5. Pengujian

Tahapan pengujian dibagi menjadi 3 bagian, yakni pengujian fungsional menggunakan metode *black box*, pengujian kinerja deteksi objek berdasarkan tingkat pencahayaan, pengujian warna, dan pengujian media kertas *marker*, yang terakhir adalah pengujian *beta* berupa survei terhadap pengalaman pengguna.

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah antarmuka AR selesai dibangun, dilakukan pengujian terhadap kinerja deteksi objek 3D pada *marker* AR. Seluruh pengujian yang dilakukan memiliki tujuan untuk memastikan bahwa keempat objek AR alat musik tradisional Bangka yang dibuat dapat terdeteksi di dalam kondisi seperti yang diujikan.

3.1. Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional aplikasi menggunakan metode *black box*. Hasil pengujian seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian fungsional sistem

No	Pengujian	Hasil	Validasi
1	Menjalankan aplikasi	Aplikasi <i>launching</i> , <i>splash screen</i> tampil, halaman <i>loading</i> , dan masuk ke menu utama	Ya
2	<i>Backsound</i> menu utama	Musik otomatis berbunyi saat masuk pada menu utama	Ya
3	<i>Backsound</i> ArCamera	Musik otomatis berbunyi saat kamera dibuka	Ya
4	Akses ArCamera	Menampilkan menu alat musik tradisional Bangka	Ya
5	Akses menu Dambus	Menjalankan kamera	Ya
6	Mengarahkan kamera pada <i>marker</i> Dambus	Objek 3D Dambus muncul	Ya
7	Akses menu Rebab	Menjalankan kamera	Ya
8	Mengarahkan kamera pada <i>marker</i> Rebab	Objek 3D Rebab muncul	Ya
9	Akses menu Rebanatamborin	Menjalankan kamera	Ya
10	Mengarahkan kamera pada <i>marker</i> Dambus	Objek 3D Rebanatamborin muncul	Ya
11	Akses menu Gong	Menjalankan kamera	Ya
12	Mengarahkan kamera pada <i>marker</i> Gong	Objek 3D Gong muncul	Ya
13	Akses menu panduan	Menampilkan halaman panduan penggunaan aplikasi	Ya
14	Akses menu tentang	Menampilkan halaman tentang pembuat aplikasi	Ya
15	Keluar aplikasi	Menampilkan <i>pop-up</i> konfirmasi untuk keluar dari aplikasi. Aplikasi berhasil keluar	Ya
Total			100%

3.2. Pengujian Kinerja

Pengujian akan dilakukan dengan beberapa skenario, yaitu:

a. Pengujian Cahaya

Dalam tahapan ini dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa AR dapat terdeteksi dengan maksimal pada berbagai kondisi pencahayaan. Pengujian dilakukan pada kondisi pencahayaan yang beragam, yang diukur dengan satuan Lux mulai dari kondisi malam dengan cuaca mendung 0,0001 *Lux* sampai dengan maksimal 107.527 *Lux* pada kondisi di bawah terik sinar matahari (Illumenate, n.d.). Pengujian ini menggunakan alat bantu *Lux Light Meter*, yakni aplikasi berbasis Android yang dapat mengukur intensitas cahaya dalam satuan *Lux* menggunakan *hardware* sensor pencahayaan yang tertanam pada *smartphone* Android. Gambar 10 merupakan tampilan *Lux Light Meter* yang digunakan. Level pencahayaan dalam satuan *Lux* dijabarkan sebagaimana yang tertera pada Tabel 2. Dalam pengujian ini, AR yang dibangun diuji menggunakan 10 *smartphone* dengan spesifikasi yang berbeda. Detail spesifikasi seperti dijabarkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Level pencahayaan (ToolBox, 2004)

Kondisi	Lux
Di bawah terik sinar matahari	107.527
Siang hari	10.752,7
Berawan	1.075,3
Mendung	107,53
Senja	10,75
Senja pekat	1,08
Bulan purnama	0,108
Setengah bulan purnama	0,0108
Di bawah cahaya bintang	0,00108
Malam mendung	0,000108

Tabel 3. Spesifikasi *device* untuk pengujian cahaya

Merk	Jenis	CPU	RAM	Kamera 1	Kamera 2
Xiaomi Redmi 2	Smartphone	Quad Core	1 GB	8 MP	-
Xiaomi Redmi 5A	Smartphone	Quad Core	2 GB	13 MP	-
Xiaomi Redmi 6A	Smartphone	Quad Core	3 GB	13 MP	-
Xiaomi Redmi Note 5	Smartphone	Octa Core	4 GB	12 MP	-
Samsung Galaxy J1	Smartphone	Quad Core	1 GB	5 MP	-
Alcatel One Touch Flash	Smartphone	Octa Core	2 GB	13 MP	-
Oppo F1s	Smartphone	Octa Core	3 GB	13 MP	-
Samsung Galaxy Note 8	Smartphone	Octa Core	6 GB	12 MP	12 MP
Pocophone F1	Smartphone	Octa Core	6 GB	12 MP	5 MP
Asus Fonepad 8	Tablet	Quad Core	2 GB	5 MP	-

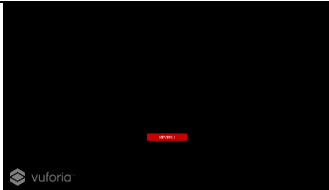
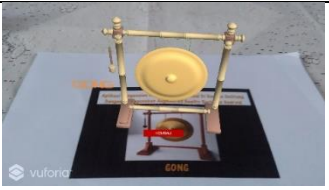

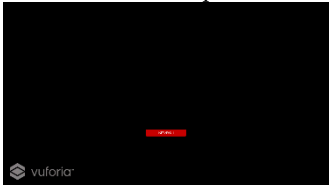
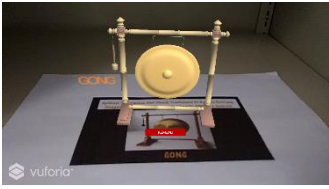
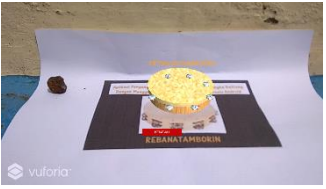







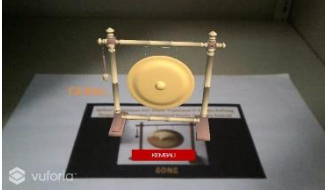
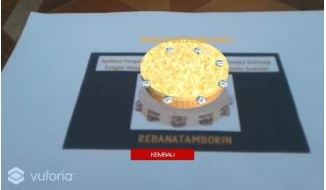
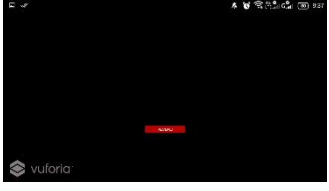



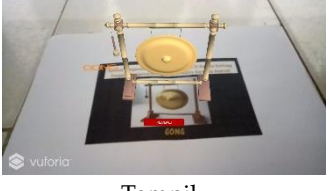

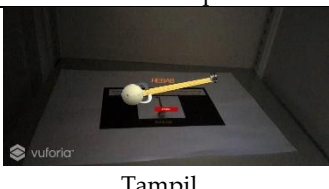
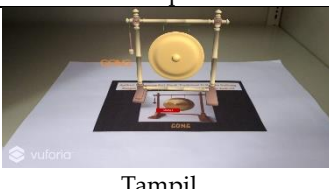

Pengujian dilakukan pada tiga kondisi cahaya berbeda, yakni 0 *Lux* di ruangan *indoor* pada malam hari dengan kondisi cahaya gelap, kemudian 33 *Lux* di ruangan *indoor* pada malam hari dengan kondisi cahaya diterangi lampu. Kondisi yang ketiga adalah 107.148 *Lux* yang dilakukan pada *outdoor* di bawah terik sinar matahari. Jarak *marker* dengan kamera pada pengujian ini adalah 20 cm. Hasil pengujian dijabarkan pada Tabel 4.

b. Pengujian Warna

Pengujian ini dilakukan dengan mengubah warna *background marker* rebanatamborin ke dalam modifikasi 10 warna. Modifikasi menggunakan warna putih, *pink*, kuning, hitam, biru, ungu, merah, hijau, *tosca*, ungu, dan *orange*. Pada pengujian ini, jarak *marker* dengan kamera ditentukan sejauh 20 cm, dilakukan pada ruangan *indoor* dengan intensitas cahaya 38 *Lux*, dan menggunakan Xiaomi Redmi Note 5. Dari hasil pengujian diketahui bahwa sistem masih mampu melakukan pendeteksian pada *marker* modifikasi berwarna putih, kuning, dan *pink*. Detail pengujian seperti pada Tabel 5.

c. Pengujian Media Kertas

Tabel 4. Pengujian cahaya

Devices	Intensitas Cahaya		
	0 Lux	33 Lux	107.148 Lux
Xiaomi Redmi 2	 Tidak Tampil	 Tampil	 Tampil
Xiaomi 5A	 Tidak Tampil	 Tampil	 Tampil
Xiaomi 6A	 Tidak Tampil	 Tidak Tampil	 Tampil
Xiaomi Redmi Note 5	 Tidak Tampil	 Tampil	 Tampil
Samsung J1	 Tidak Tampil	 Tampil	 Tampil
Alcatel One Touch Flash	 Tidak Tampil	 Tampil	 Tampil
Oppo F1s	 Tidak Tampil	 Tampil	 Tampil
Samsung Galaxy Note 8	 Tampil	 Tampil	 Tampil


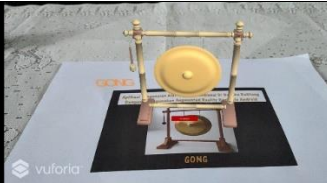

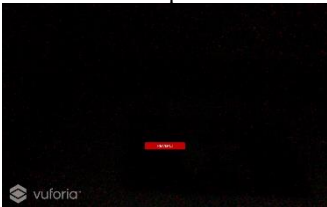


Pengujian ini untuk mengetahui kinerja *marker* yang dicetak pada beragam jenis kertas berbeda. Jenis kertas yang digunakan adalah kertas *matte*, kertas *glossy*, kertas linen, kertas HVS, dan

kertas HVS bergaris. *Marker* yang digunakan adalah *marker* rebanatamborin tanpa modifikasi warna. Jarak *marker* dengan kamera adalah 20 cm, dilakukan pada ruangan *indoor* dengan intensitas cahaya 45 *Lux*, dan menggunakan kamera *smartphone* Xiaomi Redmi Note 5. Hasil dari pengujian adalah seluruh *marker* dapat terdeteksi dengan baik pada seluruh jenis kertas yang dijabarkan pada Tabel 6.




3.3. *Pengujian beta*

Pengujian ini dilakukan dengan membagikan kuesioner pada 17 pengguna pada kisaran umur 7–9 tahun yang disebar pada beberapa sekolah dasar di Pangkalpinang, Bangka. Pertanyaan yang dibuat menggunakan metode USEQ (*User Satisfaction Evaluation Questionnaire*) (Gil-Gómez, et al., 2017) dan menggunakan skala Likert 1–5 dengan skor 1 berarti “Sangat Tidak Setuju” dan 5 berarti “Sangat Setuju”. Skala Likert dipilih karena keunggulannya yang mudah untuk dibuat, berkemungkinan dibuat skala handal, dan mudah dipahami partisipan (Bertram, 2016). Pertanyaan yang diajukan dan penilaiannya sebagaimana dijabarkan pada Tabel 7.








Lanjutan Tabel 4

Devices	Intensitas Cahaya		
	0 Lux	33 Lux	107.148 Lux
Pocophone F1			
	Tampil	Tampil	Tampil
Asus Fonepad 8			
	Tidak Tampil	Tidak Tampil	Tampil

Tabel 5. Pengujian warna *marker*

No.	Warna Modifikasi	Marker Uji	Hasil
1	Putih		Tidak terdeteksi
2	Pink		Terdeteksi
3	Kuning		Terdeteksi

Lanjutan Tabel 5

No.	Warna Modifikasi	Marker Uji	Hasil
4	Hitam		Terdeteksi
5	Biru		Tidak terdeteksi
6	Merah		Tidak terdeteksi
7	Hijau		Tidak terdeteksi
8	Tosca		Tidak terdeteksi
9	Ungu		Tidak terdeteksi
10	Orange		Tidak terdeteksi











Dengan perhitungan skala Likert pada Persamaan 4, didapat hasil kuesioner seperti pada Gambar 9. Kemudian ditentukan nilai hasil kuesioner berada dalam rentang interval “Sangat Tidak Setuju” sampai dengan “Sangat Setuju”.

$$I = \frac{100}{\text{Jumlah skor Likert}}$$

(4)

dengan I = rentang interval nilai.

Tabel 6. Pengujian jenis kertas marker

No.	Jenis Kertas	Marker Uji	Hasil	Keterangan
1	Matte			Terdeteksi
2	Glossy			Terdeteksi
3	Linen			Terdeteksi
4	HVS			Terdeteksi
5	HVS Bergaris			Terdeteksi

Tabel 7. Pernyataan kuesioner (Gil-Gómez, et al., 2017)

No	Pertanyaan	Respon
		Sangat Tidak Setuju - Sangat Setuju
1	Apakah Anda menikmati menggunakan sistem ini?	1 2 3 4 5
2	Apakah Anda berhasil menggunakan sistem?	1 2 3 4 5
3	Apakah Anda mampu mengendalikan sistem?	1 2 3 4 5
4	Apakah informasi yang ditampilkan pada sistem jelas?	1 2 3 4 5
5	Apakah Anda merasa tidak nyaman selama penggunaan sistem?	1 2 3 4 5
6	Apakah Anda merasa sistem ini dapat membantu Anda dalam mengenal alat musik tradisional Bangka?	1 2 3 4 5

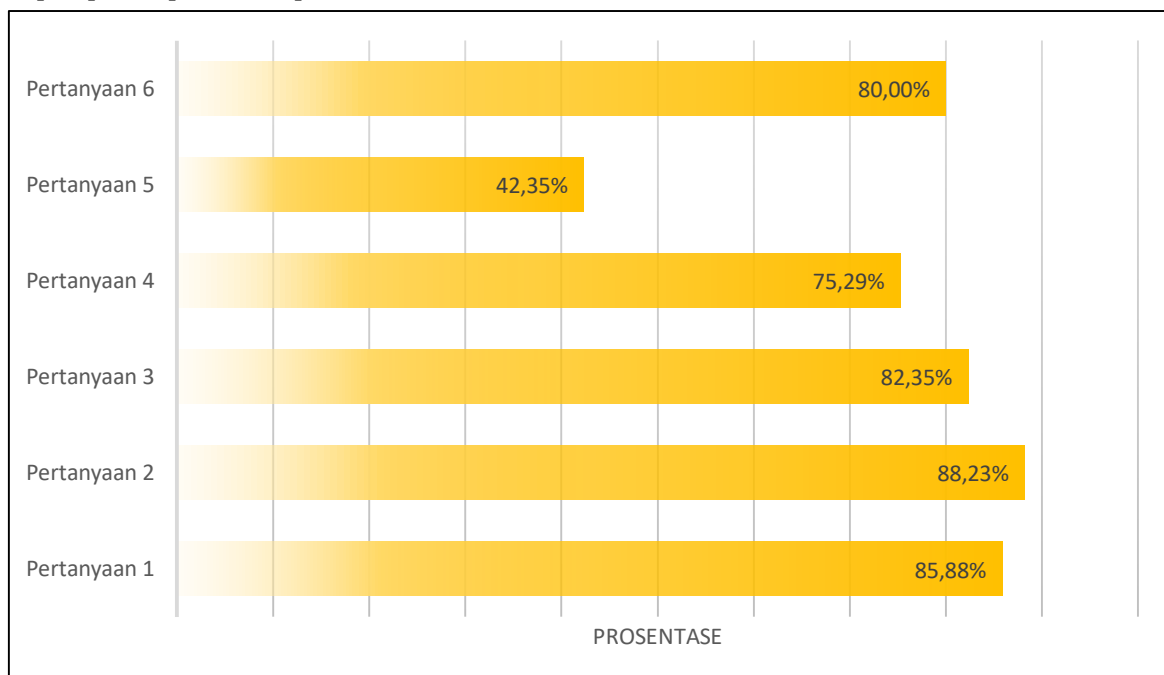
Dari hasil Persamaan 4, didapat nilai intervalnya adalah 20. Maka, rentang interval pengujian adalah sebagai berikut.

- 1) 0-19,99 = Sangat Tidak Setuju

- 2) 20-39,99 = Tidak Setuju
- 3) 40-59,99 = Cukup
- 4) 60-79,99 = Setuju
- 5) 80-100 = Sangat Setuju

4. Kesimpulan

Pembuatan AR sebagai media pengenalan alat musik tradisional Bangka bertujuan untuk memberikan pendekatan pengenalan alat musik yang berbeda terhadap anak-anak. Dari hasil pengujian fungsional, sistem mampu berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya. Hasil pengujian cahaya terhadap empat AR alat musik tradisional Bangka dilakukan 3 pengujian dengan kondisi cahaya yang berbeda pada sepuluh *smartphone* dengan spesifikasi berbeda. Hasil pengujian adalah pada intensitas 0 *Lux*, hanya *smartphone* yang memiliki dua kamera, yakni Pocophone F1 dan Samsung Note 8, yang mampu mendeteksi objek. Pengujian dengan intensitas cahaya sebesar 33 *Lux* mendapat hasil Xiaomi Redmi 6A dan Asus Fonepad 8 gagal mendeteksi objek. Untuk pengujian pada 107.148 *Lux*, seluruh perangkat mampu mendeteksi objek dengan baik. Dari pengujian warna *marker*, hanya penggunaan warna *pink*, kuning, dan hitam yang dapat mendeteksi objek, tetapi dengan catatan objek yang dideteksi tidak stabil (goyang). Selanjutnya, dari pengujian kertas *marker*, didapat hasil bahwa seluruh jenis kertas dapat digunakan sebagai wadah *marker*. Pada pengujian *beta* didapat hasil pengguna berpendapat sangat setuju dengan nilai 80%, bahwa sistem AR ini dapat membantu dalam mengenal alat musik tradisional Bangka. Untuk penelitian selanjutnya, kami menyarankan seluruh alat musik tradisional Bangka agar dapat dibuat dalam media AR. Selain itu, pada pengujian *beta*, dapat digunakan metode yang lain agar dampak penerapan AR dapat lebih terukur dan diketahui.



Gambar 9. Hasil pengujian *beta*

7. Referensi

- Arifitama, B. (2017). *Panduan Mudah Membuat Augmented Reality*. Yogyakarta: Andi.
- Autodesk, A. (2007). *The Art of Maya: An Introduction to 3D Computer Graphics* (4th ed.). San Rafael: Autodesk.
- Bertram, D. (2016). *Likert Scales*. Retrieved from Sciepub.com: <http://my.ilstu.edu/~eostewa/497/Likert%20topic-dane-likert.pdf>
- Brata, K. C., Brata, A. H., & Pramana, Y. A. (2018). Pengembangan Aplikasi Mobile Augmented Reality Untuk Mendukung Pengenalan Koleksi Museum. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 5(3), 347-352.

- Cheng, J. C., Chen, K., & Chen, W. (2017). Comparison of *Marker-based AR* and *Marker-less AR*: A Case Study on Indoor Decoration System. *Lean and Computing in Construction Congress (LC3): Proceedings of the Joint Conference on Computing in Construction (JC3)*, (pp. 483-490).
- CSIS, C. (2017). *Ada Apa dengan Milenial? Orientasi Sosial, Ekonomi dan Politik*. Jakarta: CSIS. Retrieved from https://www.csis.or.id/uploaded_file/event/ada_apa_dengan_milenial___paparan_survei_nasiona_l_csis_mengenai_orientasi_ekonomi__sosial_dan_politik_generasi_milenial_indonesia__notulen.pdf
- Duda, R. O., Hart, P. E., & Stork, D. G. (1975). *Pattern Classification and Scene Analysis. Part 1: Pattern Classification* (2nd ed ed.). Retrieved from www.svms.org/classification/DuHS95.pdf
- Eti, N. Y. (2019). *Selayang Pandang Kepulauan Bangka Belitung*. Klaten: Intan Pariwara.
- Gil-Gómez, J.-A., Manzano-Hernández, P., Albiol-Pérez, S., Aula-Valero, C., Gil-Gómez, H., & Lozano-Quilis, J.-A. (2017). USEQ: A Short Questionnaire for Satisfaction Evaluation of Virtual Rehabilitation Systems. *Sensors*, 17(7), 1589.
- Ginting, S. L., & Sofyan, F. (2018). Aplikasi pengenalan alat musik tradisional Indonesia menggunakan metode based *Marker* Augmented Reality berbasis Android. *Majalah Ilmiah Unikom*, 15(2), 139-154.
- Grubert, J., & Grasset, R. (2013). *Augmented Reality for Android Application Development*. Birmingham, United Kingdom: Packt Publishing Ltd.
- Hamari, J., Malik, A., Koski, J., & Johri, A. (2019). Uses and Gratifications of Pokémon Go: Why do People Play Mobile Location-Based Augmented Reality Games? *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(9), 804-819.
- Illuminate, I. (n.d.). *Lighting Levels Guidelines and Definitions*. Retrieved from Illuminate: www.illuminate.com/lightlevels.htm
- Indrawan, I. W., Bayupati, I. P., & Putri, D. P. (2018). *Markerless Augmented Reality Utilizing Gyroscope to Demonstrate the Position of Dewata Nawa Sanga*. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (ijIM)*, 12(1), 19-35.
- Juan, C., YuLin, W., W., T. D., & Wei, S. (2018). Construction of Interactive Teaching System for Course of Mechanical Drawing Based on Mobile Augmented Reality Technology. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 13(2), 126-139.
- Katiyar, A., Kalra, K., & Garg, C. (2015). *Marker Based Augmented Reality*. *Advances in Computer Science and Information Technology (ACSIT)*, 2(5), 441-445.
- Khan, T., Johnston, K., & Ophoff, J. (2019). The Impact of an Augmented Reality Application on Learning Motivation of Students. *Advances in Human-Computer Interaction Volume 2019*, 14.
- Kumar, S. (2016, Marh 12). *7 Amazing Facts about Augmented Reality: Your Tech World*. Retrieved from AugRealityPedia (ARP): <https://www.augrealitypedia.com/7-amazing-facts-augmented-reality-tech/>
- Linowes, J., & Babilinski, K. (2017). *Augmented Reality for Developers: Build practical augmented reality applications with Unity, ARCore, ARKit, and Vuforia*. Birmingham, United Kingdom: Packt Publishing.
- Medina, M. A., García, C. F., & Olguín, M. J. (2018). Planning and Allocation of Digital Learning Objects with Augmented Reality to Higher Education Students According to the VARK Model. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 5(2), 53-57.
- Mubah, A. S. (2011). Strategi Meningkatkan Daya Tahan Budaya Lokal dalam Menghadapi Arus Globalisasi. *Jurnal Unair*, 24(4), 302-308.
- Nuanmeesri, S. (2018). The Augmented Reality for Teaching Thai Students about the Human Hear. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 13(6), 203-213.
- Roongrunsi, A., Namahoot, C., & Brückner, M. (2017). Augmented reality application for cultural and historical tourist attraction display (ARCH-TOUR). *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 9(2-4), 65-69.
- Shang, L. W., Zakaria, M. H., & Ahmad, I. (2016). Mobile Phone Augmented Reality Postcard. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, 8(2), 135-139.
- Siltanen, S. (2012). *Theory and applications of marker-based augmented reality*. Espoo: Julkaisija Utgivare publisher. Retrieved from <https://www.vtt.fi/inf/pdf/science/2012/S3.pdf>

- Sylfania, D. Y. (2016). Penggunaan Augmented Reality Untuk Brosur Penjualan Laptop Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer Atma Luhur*, 3(1), 28-36.
- ToolBox, E. (2004). *Illuminance - Recommended Light Level*. Retrieved from The Engineering Toolbox: https://www.engineeringtoolbox.com/light-level-rooms-d_708.html
- Turcanu, C., Prodea, B. M., & Constantin, C. (2018). The Opportunity Of Using Augmented Reality In Educating Disadvantaged Children. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Economic Sciences*, 11(1), 71-78.
- Wahyudi, A. K., Kairupan, Y. J., & Masengi, Y. C. (2018). Alat Peraga Jantung Manusia Berbasis Augmented Reality dengan Menggunakan Teknik 3D Object Tracking. *Cogito Smart Journal*, 4(1), 46-59.
- Wai, Y. J., & Manap, N. A. (2018). Interactive Objects for Augmented Reality by Using Oculus Rift and Motion Sensor. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, 10(2-6), 149-153.
- Zarraonandia, T., Aedo, I., Díaz, P., & Montes, A. M. (2014). Augmented Presentations: Supporting the Communication in Presentations by Means of Augmented Reality. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 30(10), 829-838.
- Zhao, Y., Chen, C., & Zhao, Y. (2016). The Application of Augmented Reality in University. *The 2016 6th International Conference on Mechatronics, Computer and Education Informationization (MCEI 2016)*. Shenyang, China: Atlantis Press.