

## PENERAPAN PHOTOGRAMMETRY BERBASIS *SMARTPHONE* DALAM PERANCANGAN *AR BOOK* PANDUAN SENI RUPA UNTUK ANAK SEKOLAH DASAR

Muhammad Nabil Oktanuryansyah, M.Ds.,<sup>1</sup>, Ester Anggun Kusumaningtyas, S.Sn., M.Ds.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Desain Komunikasi Visual, Fakultas Seni dan Desain, Universitas Multimedia Nusantara  
Tangerang, Indonesia.

<sup>1</sup>Desain Komunikasi Visual, Fakultas Seni dan Desain, Universitas Multimedia Nusantara  
Tangerang, Indonesia.

e-mail: Muhammad.nabil@umn.ac.id<sup>1</sup>, ester.anggun@umn.ac.id<sup>2</sup>

Received : December, 2023

Accepted : December, 2023

Published : January, 2024

### **Abstract**

*Photogrammetry is a technique or process for measuring, mapping, and creating a three-dimensional model of a physical object by combining overlapping image data. With advancements in technology, photogrammetry can be achieved by relying on smartphone camera technology. This application can be implemented into an interactive medium, one of which is an augmented reality book introducing art to children. This can be accomplished because the fundamental concept of augmented reality involves merging physical objects, virtual objects, and detailed information seamlessly, providing detailed and scientific visualization. Therefore, the design of an AR book modeling is required, implementing smartphone-based photogrammetry techniques using the single-lens close-range photogrammetry method. This ensures the effective and flexible utilization of such techniques in the creative industry. Heuristic evaluation testing is conducted to assess the quality of the developed media.*

**Keywords:** *Photogrammetry, smartphone, AR book, Art, and kids*

### **Abstrak**

*Photogrammetry* adalah teknik atau proses untuk mengukur, memetakan, dan menciptakan model tiga dimensi terhadap suatu objek fisik, dengan menggabungkan data gambar secara *overlapping*. Berdasarkan kemajuan teknologi, *photogrammetry* dapat dilakukan dengan mengandalkan teknologi kamera *smartphone*. Penerapan tersebut dapat diimplementasikan ke dalam suatu media interaktif, salah satunya adalah buku *augmented reality* pengenalan kesenian untuk anak. Hal ini dapat dilakukan karena konsep dasar dari *augmented reality* adalah menggabungkan antara objek fisik, objek virtual, dan informasi yang dimiliki secara detail dan saintifik. Oleh karena itu, diperlukan sebuah pemodelan perancangan *AR book* dengan mengimplementasikan teknik *photogrammetry* berbasis *smartphone* dengan metode *single-lens close range photogrammetry*, sehingga penerapan teknik tersebut dapat dimanfaatkan secara efektif dan fleksibel dalam industri kreatif. Pengujian *heuristic evaluation* dilakukan untuk mengetahui kualitas media yang sudah dikembangkan.

**Kata Kunci:** *Photogrammetry, smartphone, AR book, kesenian, dan Anak.*

## 1. PENDAHULUAN

*Photogrammetry* adalah teknik atau proses untuk mengukur, memetakan, dan menciptakan model tiga dimensi (3D) terhadap suatu objek fisik, dengan menggabungkan data gambar secara *overlapping*. Pada dasarnya, *photogrammetry* adalah proses untuk menghitung dimensi dan posisi objek ruang, berdasarkan pengukuran yang dilakukan melalui teknik fotografi (Adalgisa, 2008). Metode ini memanfaatkan prinsip geometri dan optik untuk mengambil informasi dari sudut pandang berbeda dari suatu objek dan kemudian menggabungkannya untuk membuat representasi objek 3D secara realistis. Umumnya, *photogrammetry* dilakukan dengan foto udara untuk mendokumentasikan data permukaan bumi, dan memerlukan alat khusus berupa alat UAV *Photogrammetry*. Seiring dengan teknologi yang terbaru, teknik tersebut memungkinkan untuk dilakukan dengan mengandalkan teknologi kamera *smartphone*, sehingga dapat diaplikasikan secara lebih luas ke berbagai bidang, khususnya untuk perancangan media informasi berbasis interaksi. Berdasarkan hal tersebut, maka teknik *photogrammetry* berbasis *smartphone* berpeluang untuk dimanfaatkan secara lebih aplikatif dalam merancang kebutuhan *asset* 3D untuk ditampilkan melalui media *augmented reality*. Secara konseptual, *augmented reality* merupakan bentuk perluasan media untuk menampilkan objek visual 3 dimensi, yang umum dimanfaatkan sebagai media informasi hingga media edukasi. Penerapan tersebut dapat diimplementasikan ke dalam media buku interaktif, salah satunya adalah *AR book*. Hal ini dapat dilakukan karena konsep dasar dari *augmented reality* adalah menggabungkan antara objek fisik, objek *virtual*, dan informasi yang dimiliki secara detail dan halus (S. Thiede, 2022).

Teknik tersebut dapat diimplementasikan sebagai alat bantu dalam media pembelajaran anak, khususnya untuk mengenali bentuk dan struktur sebuah karya, serta alat-alat prakarya yang dibutuhkan. Hal ini memungkinkan karena objek 3D yang ditampilkan memberikan detail yang sesuai dengan bentuk aslinya. Karena, pada pembelajaran seni tingkat Sekolah Dasar, terdapat dua aspek utama untuk membentuk kompetensi, yaitu keterampilan dan kreativitas. Fokus utama dari kompetensi keterampilan adalah memberikan kesempatan kepada anak untuk menjelajahi, mengasah sensorik, dan mengembangkan keterampilan motorik. Sementara itu, dalam aspek kreativitas, aspek tersebut bukan hanya tentang menghasilkan karya seni, melainkan melibatkan aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik (Ali et al. 2022). Aspek tersebut dapat direspon melalui media pembelajaran dengan memberikan stimulasi visual dan auditori. Hal ini dapat dilakukan berdasarkan 4 fungsi media pembelajaran, yaitu; (1) Fungsi atensi untuk menarik perhatian siswa dan mengajak mereka fokus pada materi yang disajikan. (2) Fungsi afektif bertujuan untuk menciptakan kenyamanan emosional bagi siswa saat belajar. (3) Fungsi kognitif bertujuan untuk mempercepat pemahaman dan pengingatan terhadap pesan yang ditampilkan (A. Arsyad, 2014). Oleh karena itu, penggunaan *AR book* dapat membantu untuk memahami visualisasi konten dengan mempersepsikan lingkungan fisik yang ada disekitarnya, beserta dengan elemen-elemen virtual yang ditampilkan secara bersamaan (Costanza, 2009).

Secara teknis, elemen virtual yang akan digabungkan ke dalam lingkungan fisik merupakan sebuah objek hasil perancangan 3D *modeling*. Hal ini diperlukan untuk menampilkan gambar yang mendekati dengan bentuk sesungguhnya secara detail dan realistis. Sehingga perancangan aset 3D pada media *augmented reality* memiliki *basic requirements* yang harus dipenuhi, yaitu sistem dapat menampilkan objek 3D secara utuh dan serealistik mungkin, dan sistem dapat merespon beberapa aksi pengguna secara interaktif (T. Zaini, 2018). Oleh karena itu, proses *modeling* yang dilakukan untuk memproduksi aset 3D memiliki tingkat kompleksitas dan kerumitan yang beragam, sehingga diperlukan rangkaian proses yang panjang untuk memproduksi aset tersebut. Umumnya, untuk memproduksi satu objek 3D dalam perancangan *augmented reality* dapat memakan waktu hingga 10 hari (Ivan, 2017). Oleh karena itu, pemanfaatan teknik *photogrammetry* berbasis *smartphone* dapat menjadi *alternative* untuk menekan biaya produksi serta menyederhanakan alur kerja dalam perancangan media AR secara efektif. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan suatu pemodelan *AR Book* Panduan Seni Rupa Untuk Anak Sekolah Dasar, dengan menerapkan teknik *close-range photogrammetry* berbasis *smartphone*. Sehingga, teknik *photogrammetry* memiliki manfaat untuk menyederhanakan proses alur kerja, serta melakukan reproduksi digital pada suatu karakter atau *scene* dengan hasil visual yang akurat, serta mampu mencapai efek *hyper-realistic* pada hasil akhir komposisi digital melalui visual efek (J. Silva Boliva, 2019).

Konten yang akan dimuat pada *AR Book* Panduan Seni Rupa Untuk Anak Sekolah Dasar diorientasikan kepada silabus buku panduan pelajaran Seni Rupa untuk siswa kelas 2 SD, yang diterbitkan oleh Kemendikbud dengan berjudul Buku Panduan Guru Seni Rupa (R., Randriati, 2021).

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Tahapan Dasar

Penelitian ini dilakukan dengan tiga tahapan dasar, yaitu: 1. Konstruksi gambar, 2. Pembuatan aset 3D dan AR, 3. Evaluasi. Ketiga tahapan tersebut dilengkapi dengan kajian pustaka untuk mengetahui prosedur yang perlu diperhatikan dalam proses pengambilan gambar melalui teknik *photogrammetry*. Bagian ini memuat penjelasan tentang tahap-tahap penelitian yang menggambarkan urutan logis untuk mendapatkan hasil penelitian sesuai dengan harapan. Berikut merupakan bagan yang menjelaskan tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini:

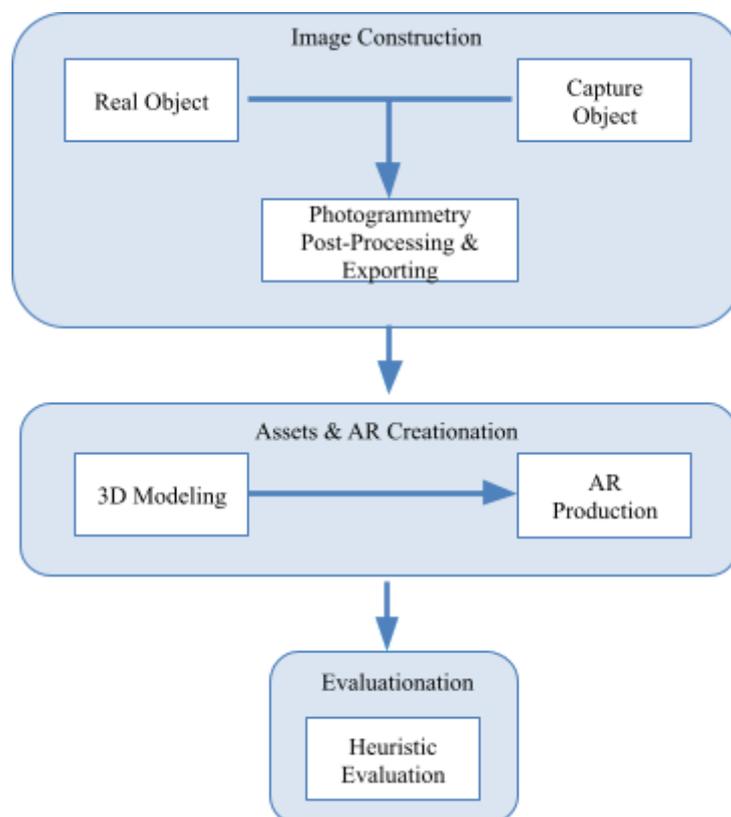


Fig. 1. Tahapan Dasar Penelitian

Tahapan pertama dilakukan untuk membuat konstruksi gambar melalui teknik *photogrammetry*. Objek alat kesenian berupa karya tanah liat yang akan dipindai perlu dipersiapkan dengan baik, kemudian difoto ke berbagai sisi secara individual menggunakan alat berupa kamera *smartphone*. Hasil foto objek tersebut kemudian digabungkan dan direkonstruksi kembali menggunakan software Reality Capture untuk mengubah gambar 2D menjadi aset 3D. Tahapan pertama merupakan aspek penting yang dapat mengarahkan kepada hasil optimal ataupun tidak optimal, sehingga perlu dilakukan secara teliti. Kemudian tahap kedua, aset *raw* yang sudah diproses melalui software Reality Capture kemudian diproses ke dalam software Blender 3D untuk disempurnakan sebelum memasuki tahap finalisasi aset ke dalam media *augmented reality*. Selanjutnya pada tahap ketiga, untuk mengetahui kualitas data yang dihasilkan maka hasil pemodelan media *augmented reality* akan dievaluasi kembali dengan pendekatan *heuristic evaluation*. Proses ini dilakukan dengan menguji coba media AR yang telah dibuat kepada

beberapa ahli / ekspert, untuk mengetahui tanggapan dan pengalaman yang dimiliki (Nielsen, 2023). Langkah yang dilakukan dalam tahapan evaluasi diawali dengan uji coba media *AR book*, pengisian kuesioner, dan analisis data kuesioner. Hasil evaluasi tersebut dapat bermanfaat untuk mengetahui kualitas yang dimiliki pada media AR yang telah diproduksi melalui teknik photogrammetry berbasis kamera *smartphone*.

## 2.2 Kajian Pustaka

### a. Kajian Pustaka *Photogrammetry*

*Photogrammetry* merupakan salah satu pendekatan pemindaian 3D yang menggunakan kumpulan data yang terdiri dari kumpulan foto-foto suatu objek fisik. Terdapat beberapa objek rekonstruksi yang dapat dilakukan melalui teknik *photogrammetry*. Objek fisik yang difoto merupakan satu benda yang sama dengan memetakan sudut dan dimensi yang dimiliki, kemudian dilakukan proses pengambilan foto secara *overlapping*. *Photogrammetry* merupakan alat untuk memperoleh informasi geometris dari citra digital yang hasilnya berbentuk 3D model. *Photogrammetry* sering digunakan untuk membuat pengukuran yang akurat pada model foto-realistis tiga dimensi (3D) karena alat ini cepat, ekonomis, dan efisien (R. Ivan, 2019). Berdasarkan hal tersebut, maka teknik *photogrammetry* dapat difungsikan sebagai media untuk mendukung proses pemodelan 3D dengan pendekatan yang *realistic*.

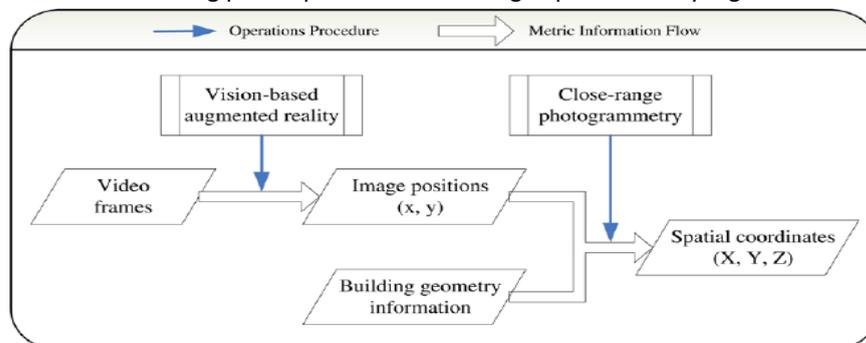


Fig. 2 *Photogrammetry frame work* (Lu, Ming, 2011).

Teknik tersebut memiliki dua metode yang umum digunakan untuk melakukan proses pemindaian, yaitu; *close-range photogrammetry* (CRP), adalah metode pengukuran dan pemodelan objek tiga dimensi (3D) menggunakan fotografi dari posisi yang relatif dekat dengan objek yang akan dipindai. Metode ini melibatkan pengambilan sejumlah foto dari berbagai sudut pandang yang berbeda terhadap objek yang ingin diproses, dan dilakukan secara tumpang tindih (*overlapping*) berdasarkan triangulasi data (Lu, Ming, 2011). Kemudian hasil foto akan diproses menggunakan perangkat lunak khusus untuk menghitung posisi dan ukuran objek berdasarkan informasi yang terkandung dalam foto-foto tersebut.

Sementara itu, teknik *long-range photogrammetry* merupakan metode pengukuran dan pemodelan objek yang jaraknya relatif jauh berbasis fotografi udara, atau jarak yang lebih jauh dari metode *close-range photogrammetry*. Teknik ini melibatkan pengambilan foto dari pesawat terbang, *drone*, atau posisi pengamatan yang jauh untuk mengumpulkan data spasial terhadap objek yang ingin diproses. Secara keseluruhan, kelebihan dari *close-range photogrammetry* adalah kemampuannya untuk menghasilkan model 3D yang detail dan akurat tanpa harus menyentuh atau mengintervensi objek tersebut secara fisik. Metode ini sangat berguna dalam pemodelan objek berharga, benda seni, situs arkeologi, konstruksi bangunan, rekayasa produk, dan aplikasi lainnya di mana pemodelan yang akurat diperlukan.

### b. Kajian Pustaka *Augmented Reality*

*Augmented reality* (AR) adalah teknologi yang menggabungkan dunia virtual dan dunia nyata dengan mereplikasi objek dan memungkinkan pengguna untuk memodifikasi dan mengontrol model virtual (R.

Wang, 2022). AR memungkinkan pengguna untuk mengamati hal-hal virtual dan pemandangan dunia nyata secara bersamaan, dan memungkinkan interaksi yang lancar dengan objek virtual. Tidak seperti *virtual reality* (VR), *augmented reality* (AR) memungkinkan pengguna berinteraksi dengan visual virtual menggunakan objek dunia nyata. Teknologi AR menerapkan informasi virtual yang dihasilkan komputer, seperti teks, foto, model 3D, musik, dan video ke dalam lingkungan nyata, dengan menggunakan berbagai teknologi seperti multimedia, pemodelan 3D, interaksi secara *real-time*, interaksi cerdas, serta penginderaan. Pengalaman media dengan *augmented reality* perlu mempertimbangkan tiga faktor utama, yaitu *hardware*, *software*, dan teknik. Tiga faktor tersebut dijabarkan menjadi (F. Zhou, 2008):

- a. Perangkat keras dan perangkat lunak *rendering* grafik yang dapat membuat konten virtual untuk melapisi dunia nyata.
- b. Teknik pelacakan sehingga perubahan posisi pemirsa dapat tercermin dengan baik dalam grafik yang dirender.
- c. Alat kalibrasi dan pendaftaran pelacak untuk menyelaraskan secara tepat tampilan nyata dan virtual saat tampilan pengguna diperbaiki.
- d. Menampilkan perangkat keras untuk menggabungkan gambar virtual dengan tampilan dunia nyata.
- e. Perangkat keras pemrosesan komputer untuk menjalankan kode simulasi AR dan perangkat input dan output pendukung.
- f. Teknik interaksi yang menentukan bagaimana pengguna dapat memanipulasi konten virtual AR.

Salah satu elemen yang perlu diperhatikan adalah tampilan AR, visualisasi aset 3D model, dan rendering aset. Kebutuhan 3D model aset yang baik mempengaruhi pengalaman pengguna. Semakin realistis, baik, dan lancar 3D model yang dibuat, maka semakin menarik minat pengguna untuk melihat dan menggunakan aplikasi berbasis *augmented reality*.

### c. *Heuristic Evaluation & Severity Rating*

Hasil perancangan diuji menggunakan metode *Heuristic Evaluation* untuk menilai kelayakan media sebelum diluncurkan ke masyarakat. Proses pengujian ini mengacu pada 10 aspek *Heuristic Evaluation* dengan pendekatan *Severity Rating* menurut Nielsen (NNgroup, 2023). Proses evaluasi melibatkan beberapa ahli sebagai responden, dengan matriks penilaian sebagai berikut:

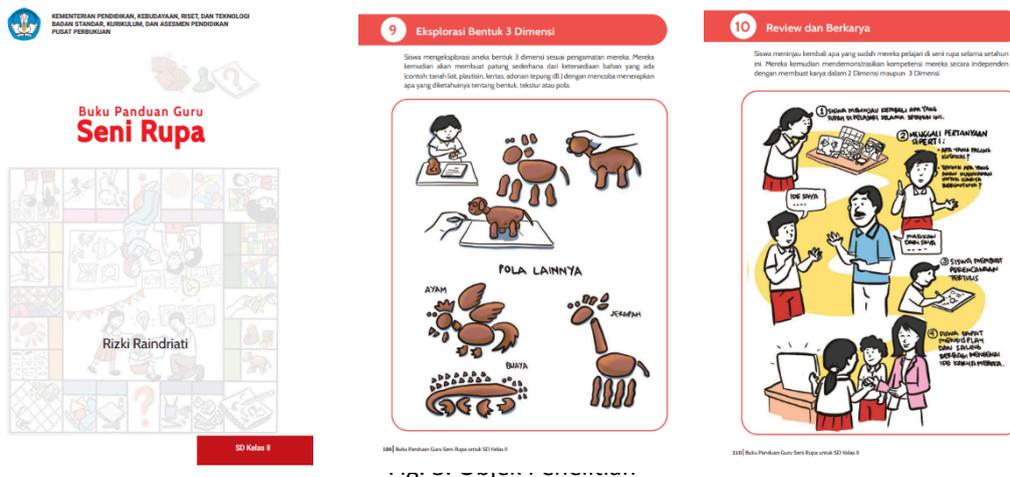
1. ***Visibility of system status***: Sistem mampu memberi informasi kepada pengguna mengenai status dan kondisi melalui umpan balik yang disediakan.
2. ***Match between system and the real world***: Penggunaan konsep dan bahasa dalam sistem harus mudah dipahami oleh pengguna.
3. ***User control and freedom***: Sistem perlu mencegah kesalahan yang mungkin dilakukan oleh pengguna dan memberikan opsi untuk membatalkan (*undo*) atau mengulangi (*redo*) tindakan.
4. ***Consistency and standard***: Antarmuka sistem harus konsisten dengan standar yang ditetapkan.
5. ***Error prevention***: Upaya untuk mencegah terjadinya kesalahan.
6. ***Recognition rather than recall***: Memastikan bahwa komponen dalam sistem mudah dipahami sehingga pengguna tidak perlu mengingat proses selanjutnya.
7. ***Flexibility and efficiency of use***: Sistem harus efisien dan fleksibel sehingga pengguna dapat menyelesaikan tugas dengan cepat.
8. ***Aesthetic and minimalist design***: Desain aplikasi harus menarik secara visual tanpa mengganggu pengalaman pengguna.
9. ***Help users recognize, diagnose, and recover from errors***: Memberikan pesan kesalahan yang jelas dan solusi yang mudah dipahami kepada pengguna.
10. ***Help and documentation***: Menyediakan bantuan dan dokumentasi bagi pengguna untuk memahami penggunaan sistem.

Instrumen penelitian menggunakan kuesioner yang menilai aspek-aspek tersebut dalam tampilan AR book buku panduan kesenian anak yang dirancang dengan teknik *photogrammetry* berbasis *smartphone*.

Pengujian dilakukan kepada beberapa responden yang merupakan ahli dalam bidang pengembangan media *immersive* dan *augmented reality*. Menurut Nielsen, pengujian usability dapat dilakukan dengan minimum 5 responden (NNgroup, 2023). Setelah pengujian selesai, langkah selanjutnya adalah menganalisis kuesioner berdasarkan metode *heuristic evaluation* dengan pendekatan *severity rating* yang telah dihitung.

### 2.3 Objek Penelitian

Pemodelan perancangan *AR book* panduan kesenian anak mengacu dan mengadaptasikan kepada silabus buku panduan pelajaran Seni Rupa untuk siswa kelas 2 SD, yang diterbitkan oleh Kemendikbud dengan berjudul Buku Panduan Guru Seni Rupa (R., Randriati, 2021) dalam *section* Eksplorasi Bentuk 3D. Objek yang akan dipindai merupakan visualisasi karya tanah liat berbentuk tanaman dan hewan dan dua kerajinan tangan rumah Betawi dengan material *stick* yang mengacu dan diadaptasikan dari materi yang ada di dalam buku panduan tersebut.



Konten yang terdapat di dalam *section* Eksplorasi Bentuk 3D memuat contoh karya, material, dan tahapan pembuatan karya dengan penggambaran ilustrasi. Hal ini memberikan peluang untuk menampilkan informasi secara lebih akurat dengan mengelaborasi objek 3D dengan pendekatan *augmented reality*, melalui teknik *photogrammetry* berbasis *smartphone*. Konsep tersebut ditujukan untuk menampilkan informasi dan penggambaran contoh karya secara detail dan realistic.

### 2.4 Area Marking & Camera Calibration

Penentuan area pengambilan gambar dilakukan untuk memberikan hasil *photogrammetry* yang maksimum. Pada dasarnya, pengambilan foto memiliki gangguan yaitu hasil foto menangkap elemen atau objek sekitar yang tidak diinginkan, sehingga dapat mempengaruhi kualitas aset gambar. Oleh karena itu, diperlukan area yang kondusif dengan menempatkan *background* berupa kain putih secara 4 sisi, untuk menutupi latar dan elemen yang tidak diperlukan. Sangat penting juga untuk memperhatikan area permukaan dan menutupi area tersebut dengan warna yang kontras dari warna objek. Hal ini diperlukan untuk menghindari kerancuan proses pewarnaan dalam dalam proses pembuatan tekstur objek secara 3D.



Fig. 4. Area marking & calibration

Perangkat *smartphone* yang digunakan untuk mengambil foto harus dikalibrasi meliputi; jarak terhadap objek, sudut kemiringan, resolusi lensa, dan *focal length*. Toleransi sudut kemiringan maksimal sebesar 20 derajat, serta tahapan kalibrasi memiliki pengaruh terhadap objek *photogrammetry* yang akan dihasilkan. Berikut adalah tabel EXIF:

Camera	Focal Length	Resolution	Camera Lens	Object Distance
<i>Iphone Rear Camera 9 MP</i>	<i>f 1.8</i>	226 x 4032	26 mm	10 cm

Tabel 1. Data EXIF

Setelah pengaturan kamera, pengambilan gambar dilakukan melalui 4 tahapan yaitu; Tahap 1: Posisi objek ditetapkan dan ditempatkan di atas *turn table*. Objek harus diletakkan secara statis di tempat yang konsisten dan tidak bergeser. Tahap 2: Menentukan titik fokus kamera terhadap objek yang akan difoto. Tahap 3: pengambilan gambar dilakukan antara 70-100 gambar perobjek, dan setiap foto harus dilakukan secara berdekatan serta *overlapping*. Pengambilan gambar tersebut akan menentukan kelanjutan gambar dan membantu *software* mengenali koordinat dan objek dengan benar. Tahap 4: Pengambilan gambar dilakukan dengan memutar objek sebanyak 360 derajat mengelilingi objek secara satu arah, dengan menghubungkan tiap titik pemotretan dengan titik yang lain. Tahap 5: Memeriksa gambar yang terkumpul untuk selanjutnya dipindahkan ke dalam perangkat *photogrammetry*.

## 2.5 Assets Preparation

Studi kasus objek yang akan dipindai dirancang berdasarkan silabus Buku Panduan Guru Seni Rupa untuk melakukan validasi terhadap teknik perancangan *photogrammetry* berbasis *smartphone*. Teknik tersebut akan diterapkan ke dalam pengembangan AR *book* Panduan Seni Rupa Anak, sebagai bentuk media pembelajaran seni rupa untuk siswa kelas 2 SD secara interaktif. Untuk studi ini, terdapat 4 objek kesenian yang akan dipindai, antara lain: Karya rumah *stick*, karya rumah *stick* Betawi, karya *clay* berbentuk hewan, dan *clay* berbentuk tanaman.



Fig. 7. Aset karya kesenian.

Aset yang telah ditempatkan di dalam area pengambilan gambar, selanjutnya akan diproses dengan teknik *photogrammetry* berbasis *smartphone*. Objek akan difoto secara 360 derajat dengan mengambil gambar pada keseluruhan sisi dan permukaan setiap objek. Aset tersebut akan menampilkan informasi berupa karakteristik bentuk, kontur permukaan, dan tekstur melalui visualisasi 3D dalam media *augmented reality*. Umumnya media informasi pembelajaran harus menampilkan visual secara jelas dan saintifik [15]. Oleh karena itu teknik *photogrammetry* memiliki posibilitas yang mumpuni untuk menghasilkan visualisasi objek secara detail dan realistis.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat 4 model 3D yang telah berhasil dibuat dengan memanfaatkan teknik *photogrammetry* berbasis *smartphone*. Pembentukan aset terbagi ke dalam dua tahapan sebagai berikut:

### 3.1 Point Cloud Data

Data foto yang sudah didapat kemudian diproses melalui *software* Reality Capture untuk direkonstruksi kembali dengan bentuk format *point cloud*. Data point cloud ini memberikan visualisasi dengan bentuk titik yang saling terhubung untuk membentuk sebuah objek yang mencakup beberapa aspek, seperti warna, tekstur, struktur kompleks objek, dan karakteristik bentuk yang dimiliki. Aset dalam format *pointcloud* memungkinkan penyempurnaan bentuk final dengan menyeleksi area atau bagian yang tidak diperlukan. Berikut merupakan hasil *raw data photogrammetry* berupa 1 aset *stick* rumah, 1 aset *stick* rumah Betawi, 1 karya *clay* binatang, dan 1 karya *clay* tanaman. Keseluruhan aset merupakan objek kesenian yang mengacu kepada silabus Buku Panduan Guru Seni Rupa. Berikut adalah hasilnya:



Fig. 8. Data *point cloud*.

Data *point cloud* yang telah berhasil diproses memiliki kualitas resolusi yang cukup baik. Hal ini dapat dilihat berdasarkan konstruksi bentuk dasar objek yang sudah mendekati dengan bentuk objek aslinya. Selain bentuk, tekstur dan warna juga dapat ditampilkan dengan baik pada seluruh objek yang dihasilkan. Data *point cloud* kemudian ditransformasi kembali menjadi bentuk *static mesh* dan diproses melalui perangkat Blender 3D. *Static mesh* memungkinkan objek memiliki format *triangle* untuk membentuk objek 3D, dengan memuat warna dan tekstur yang menyatu dengan objeknya. Berikut adalah hasil *point cloud* yang telah berhasil ditransformasi menjadi aset 3D:

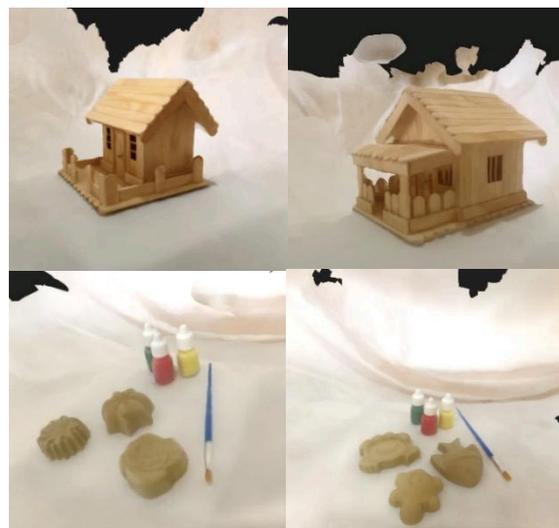


Fig. 9. Data 3D aset *photogrammetry*.

Berdasarkan gambar tersebut, dapat dilihat bahwa seluruh aset 3D sudah dapat direkonstruksi dengan baik. Hal ini dapat diamati dari bentuk, tekstur, warna, dan pencahayaan yang baik. Sehingga, detail objek dapat terlihat secara menyeluruh dan menyerupai dengan bentuk objek fisik aslinya. Bentuk yang terdapat pada seluruh objek dapat disimpulkan memiliki struktur yang tidak terdeformasi, sehingga menghasilkan visualisasi aset 3D yang realistis berdasarkan objek fisik sesungguhnya.

### 3.2 Pembahasan *Prototype Media Augmented Reality* Buku Panduan Seni Anak

Aset 3D yang sudah selesai diproses kemudian memasuki tahap perancangan media *augmented reality* menggunakan perangkat Metaspark. Aset 3D objek yang ada di dalam perangkat Blender 3D diintegrasikan ke dalam perangkat Metaspark dengan bentuk format .obj. Selain objek 3D, untuk menghadirkan visualisasi *augmented reality* maka diperlukan sebuah *trigger* berupa gambar 2D atau sebuah *barcode* yang dapat dibaca oleh sistem kamera pengguna.



Fig. 10. Hasil *augmented reality*.

Sebelum diimplementasikan ke dalam media buku cetak, *prototype augmented reality book* yang sedang dikembangkan dalam penelitian ini ditampilkan dengan menggunakan perangkat digital. Hal ini dilakukan untuk memastikan kualitas dan fungsi media AR sudah dapat bekerja dengan baik. Gambar menunjukkan seluruh aset objek kesenian dapat ditampilkan dengan baik, serta berhasil menunjukkan tekstur, warna, dan detail permukaan meliputi struktur 3D berupa *vertices*, *edge*, dan *face* pada setiap objek secara optimal. Aset yang ditampilkan memiliki kemampuan interaksi yang halus seperti *rotate left and right*, dan *tilt up and down*.



Fig. 11. Konsep awal AR Book.

Selain dari segi aset 3D, platform *augmented reality* yang telah dikembangkan berhasil bekerja dengan baik tanpa adanya kendala visualisasi dan proses *scanning* yang dilakukan pengguna. Oleh karena itu, aset yang telah berhasil ditampilkan ke dalam media AR sudah dapat diimplementasikan ke dalam media cetak berupa buku. Figur 11 menampilkan konsep awal perancangan AR Book kesenian anak yang akan mengimplementasikan gambar-gambar secara interaktif ke dalam bentuk *augmented reality*. Selain itu, untuk menampilkan objek virtual, maka diperlukan sebuah *trigger* yang dikemas ke dalam gambar 2D sesuai konten pembelajaran dan objek-objek yang akan dieksplorasi. Sehingga, pengguna diperlukan

melakukan proses *scanning* pada gambar yang terdapat di dalam buku tersebut untuk menampilkan objek virtual yang sudah berhasil diproses melalui teknik *photogrammetry* berbasis *smartphone*.

### 3.3 Heuristic Evaluation Severity Score

Sebagai bentuk validasi untuk mendapatkan tanggapan yang objektif, maka dilakukan pengujian *heuristic evaluation*. Pengujian ini merupakan bentuk evaluasi usability dengan *instrument* berupa kuesioner *severity rating* yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menemukan masalah yang terkait dengan pengembangan suatu media interaktif. Berikut merupakan keterangan *rating* dalam *severity score*:

No.	Severity rating	Keterangan
1.	0	Tidak ditemukan adanya permasalahan atau kekurangan pada usability
2.	1	Kategori <i>cosmetic problem</i> , permasalahan tidak perlu diperbaiki kecuali waktu pengerjaan proyek masih tersedia.
3.	2	Kategori <i>minor usability problem</i> , permasalahan kegunaan kecil, perbaikan ini diberikan prioritas yang rendah.
4.	3	Kategori <i>major usability problem</i> , permasalahan kegunaan utama, perbaikan penting dilakukan, maka dari itu diberikan prioritas tinggi.
5.	4	Kategori usability catastrophe, permasalahan perbaikan ini harus dilakukan sebelum produk diluncurkan.

Tabel 2. Keterangan nilai *severity rating*.

Pengujian *heuristic evaluation* dalam penelitian ini melibatkan 7 ahli sebagai evaluator untuk menilai kualitas dan kegunaan yang telah ditetapkan sebelum diluncurkan ke publik atau masyarakat secara luas [16]. Nilai *severity rating* menunjukkan seberapa besar kerumitan dan permasalahan yang ditemukan. Berikut merupakan persamaan yang digunakan dalam menghitung skor akhir *severity rating*:

$$S = (\Sigma A) / n$$

Keterangan:

S = Hasil *severity rating* dalam satu aspek.

$\Sigma A$  = Jumlah skor *rating* dari aspek *heuristic evaluation*

n = Banyaknya aspek *heuristic evaluation*

Persamaan tersebut digunakan untuk menghitung *severity rating* yang dimiliki pada setiap aspek *heuristic evaluation*. Terdapat 10 aspek yang dikembangkan oleh Nielsen dalam *heuristic evaluation*. Semakin rendah *rating* yang diberikan responden, maka permasalahan yang ditemukan dapat ditolerir dengan mudah oleh pengguna.

#### a. Uji Instrumen

Sebelum melakukan perhitungan *heuristic evaluation severity score*, data yang telah didapat memasuki tahap uji instrument berupa uji validitas dan reliabilitas untuk mengetahui validitas data yang dimiliki, sebagai berikut:

No.	Variabel	rTabel	Pearson Corelation	Keterangan
1.	Visibilitas Status Sistem	0.754	.810	Valid
2.	Kecocokan antara sistem dan dunia nyata.	0.754	.804	Valid

3.	Kontrol dan Kebebasan Pengguna	0.754	.884	Valid
4.	Konsistensi dan Standar	0.754	.851	Valid
5.	Pemahaman daripada Ingatan	0.754	.925	Valid
6.	Fleksibilitas dan Efisiensi Penggunaan	0.754	.768	Valid
7.	Pencegahan Kesalahan	0.754	.891	Valid
8.	Desain Estetis dan Minimalis	0.754	.785	Valid
9.	Membantu pengguna untuk mengenali, mendiagnosa, dan memulihkan dari error	0.754	.758	Valid
10.	Bantuan dan Dokumentasi	0.754	.841	Valid

Tabel 3. Uji validitas.

Data yang dimiliki memasuki tahap uji validitas dengan nilai **rTabel** sebesar 0.754, mengacu kepada tabel distribusi untuk 7 responden. Keseluruhan item telah dinyatakan valid, dengan nilai Pearson Correlation lebih besar dari **rTabel** secara keseluruhan pada setiap itemnya.

No.	Variabel	Level of Significance ( $\alpha$ )	Cronbach Alpha ( $\alpha$ )	Keterangan
1.	Severity Rating Questionnaire	.600	.764	Valid

Tabel 4. Uji reliabilitas.

Berdasarkan hasil uji reliabilitas, data *severity rating* yang telah di dapat dinyatakan reliabel, karena nilai Cronbach Alpha > 0.6, yaitu sebesar 0.764, Oleh karena itu, data telah dinyatakan reliabel sehingga sudah dapat dianalisis dengan pendekatan *severity score*.

### **b. Severity Rating**

*Severity rating* menggunakan penilaian berdasarkan skala Likert dari 0 hingga 4, untuk menilai tingkat permasalahan yang ditemukan. Ketika angka yang kecil digunakan, nilai menunjukkan bahwa responden sama sekali tidak menemukan masalah yang signifikan. Namun, apabila nilai didapati lebih besar digunakan, maka mengindikasikan terdapat masalah yang dihadapi oleh responden.

No.	Variabel	Severity Score	Rating
1.	Visibilitas Status Sistem	1.1	1
2.	Kecocokan antara sistem dan dunia nyata.	0.8	1
3.	Kontrol dan Kebebasan Pengguna	1.2	1
4.	Konsistensi dan Standar	0.9	1
5.	Pemahaman daripada Ingatan	1.1	1
6.	Fleksibilitas dan Efisiensi Penggunaan	0.9	1
7.	Pencegahan Kesalahan	1.7	2

8.	Desain Estetis dan Minimalis	1.3	1
9	Membantu pengguna untuk mengenali, mendiagnosa, dan memulihkan dari error	1.8	2
10	Bantuan dan Dokumentasi	2.6	3

Tabel 5. Hasil *severity rating*.

Tabel *severity rating* menunjukkan bahwa 7 item heuristic evaluation memiliki *rating* 1, yang tergolong sebagai *cosmetic problem*, yaitu terdapat suatu permasalahan yang tidak perlu diperbaiki, namun akan lebih baik diperbaiki jika masih memiliki waktu pengerjaan proyek tersebut. Hal ini menunjukkan terdapat sedikit kekurangan dalam tampilan, namun tidak mengganggu pengalaman dan kegunaan media terhadap pengguna. Namun, terdapat 2 item dengan nilai *rating* 2 yaitu dalam kategori *minor usability problem*. Permasalahan ini ditemukan pada item pencegahan kesalahan, item membantu pengguna untuk mengenali, mendiagnosa, dan memulihkan dari *error*. Kemudian terdapat satu item dengan nilai *rating* 3, yang tergolong ke dalam kategori *major usability problem*, yaitu pada item bantuan dan dokumentasi. Hal ini terjadi karena *prototype AR Book* belum memiliki fitur yang membantu pengguna untuk mengakses *preference* dan menu *settings* untuk menyesuaikan *button*, tampilan, pola interaksi, dan spesifikasi *prototype* kepada pengguna. Permasalahan tersebut dapat diatasi seiring proses pengembangan media *AR Book* yang dapat disempurnakan selama proses pengembangannya. Secara keseluruhan, hasil pengujian evaluasi *heuristic evaluation* dengan pendekatan *severity rating* pada media *AR book* Panduan Seni Anak dapat disimpulkan mendapatkan hasil evaluasi yang positif.

#### 4. KESIMPULAN

Pemodelan buku AR panduan seni untuk siswa kelas 2 SD dengan memanfaatkan teknik *photogrammetry* berbasis *smartphone*, memiliki kualitas visual dan interaktivitas yang baik. Selain itu, disimpulkan bahwa teknik *photogrammetry* dapat diandalkan dengan menggunakan perangkat *smartphone*, karena mampu menghasilkan kualitas yang optimal bahkan ketika diimplementasikan ke dalam media *augmented reality*. Hal ini memberikan peluang yang cukup besar untuk memanfaatkan teknik *photogrammetry* secara sederhana dan terjangkau. Manfaat lain yang dapat diambil dalam teknik ini adalah, aset yang dihasilkan mampu diimplementasikan ke dalam media pembelajaran, serta menghasilkan kualitas dokumentasi dengan tampilan yang detail dan realistis. Berdasarkan hal tersebut, proses ini memiliki efisiensi dan efektivitas yang cukup signifikan dalam memproduksi aset berbasis 3D dengan bentuk *hyper-realistic*, sehingga proses produksi dapat dilakukan dengan cepat tanpa melalui proses 3D modeling yang cukup kompleks.

Namun, masih ditemukan beberapa kendala pada saat proses *image reconstruction* yaitu data foto yang didapat mengalami kegagalan untuk digabungkan secara keseluruhan ke dalam bentuk *point cloud*. Hal ini dapat diakibatkan oleh posisi kamera yang tidak konsisten, seperti terlalu dekat atau terlalu jauh dari objek, pengambilan gambar yang terlalu jauh dari satu titik ke titik lainnya, serta permasalahan pencahayaan ruangan yang tidak merata. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan pengambilan gambar ulang dengan interval yang konsisten, dilakukan secara perlahan, dan memperbaiki sistem pencahayaan ruangan dengan memanfaatkan perangkat *lighting* yang berkualitas. Selain itu, harus dipastikan kembali tidak adanya elemen latar yang mengganggu fokus kamera, sehingga sangat diperlukan sebuah kain dengan warna yang kontras, untuk menutupi latar belakang dari keempat sisi objek. Berdasarkan hasil evaluasi, media ini dapat disimpulkan layak untuk digunakan secara luas ke masyarakat, sehingga diperlukan penelitian lanjutan yang melibatkan pengguna sesungguhnya, dengan memberikan *user test* dan *task scenario* untuk memanfaatkan media ini sebagai media pembelajaran kesenian anak-anak Sekolah Dasar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Azriel, Farah, Mutia, Reza & Sokhivah, (2022). PEMBELAJARAN SENI RUPA PADA ANAK TINGKAT SD/MI. Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ. Retrieved December 27, 2023, from <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaskat/article/download/14779/7816>
- Azhar Arsyad. (2014). *Media Pembelajaran*. rev.ed. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Chiari, Ylenia & Rushmeier, Holly & Caccione, Adalgisa. (2008). Using digital images to reconstruct three-dimensional biological forms: a new tool for morphological studies: 3D BIOLOGICAL FORM RECONSTRUCTION. *Biological Journal of The Linnean Society-BIOL J LINN SOC*. 95. 425-436. 10.1111/j.1095-8312.2008.01055.x
- Costanza, E.; Kunz, A.; Fjeld, M. *Mixed Reality: A Survey*. In *Human Machine Interaction. Lecture Notes in Computer Science*; Lalanne, D., Kohlas, J.; Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2009; Volume 5440, pp.47–68. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-00437-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-00437-7_3) (PDF)
- Dai, Fei & Dong, Suyang & Kamat, Vineet & Lu, Ming. (2011). Photogrammetry Assisted Measurement of Interstory Drift for Rapid Post-disaster Building Damage Reconnaissance. *Journal of Nondestructive Evaluation*. 30. 201-212. 10.1007/s10921-011-0108-6
- Ivan., 2017. <httpswww.marketeers.com/berapa-bujet-yandiperlukanuntuk> ciptakankontenivr dan-ar-bagi-marketing-campaign
- Ivan Reljić, Ivan Dunđer, Sanja Seljan. 2019. Photogrammetric 3D Scanning of Physical Objects: Tools and Workflow. *TEM Journal*. doi: 10.18421/TEM82-09.
- Nielsen, Jacobb., 2023. <https://www.nngroup.com/articles/how-to-conduct-a-heuristic-evaluation/> [20 Nov, 2023].
- Nielsen, J. 2014. Smartphones: So Many Apps, So Much Time. Available Online: <http://www.nielsen.com/us/en/insights/news/2014/smartphones-so-many-apps--so-much-time.html>, (2014)
- Nielsen, J. 1994. "How to Conduct a Heuristic Evaluation. Retrieved March 2008."
- R. Wang. 2022. Application of Augmented Reality Technology in Children's Picture Books Based on Educational Psychology. *Front Psychol*, vol. 13. doi: 10.3389/fpsyg.2022.782958.
- R. Raindriati. *Buku Panduan Guru Seni Rupa*., Pusat Kurikulum dan Perbukuan Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi., 2021.
- Y. Chen, Q. Wang, H. Chen, X. Song, H. Tang, and M. Tian. 2019. An overview of augmented reality technolog. *Journal of Physics: Conference Series*. doi: 10.1088/1742-6596/1237/2/022082
- Zaini, Tm & Wulansari, Ossy. (2018). PENERAPAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY PADA MEDIA PEMBELAJARAN. 13. 169-179.
- Zhou, F., Duh, H. B. L., & Billinghurst, M. (2008, September). Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR. In *2008 7th 30 IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality* (pp. 193-202). IEEE