

Digitalisasi Artefak pada Museum Lampung Menggunakan Teknik Fotogrametri Jarak Dekat untuk Pemodelan Artefak 3D

Yuri Rahmanto¹, Rakhmat Dedy Gunawan²

¹Teknik Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia

Jl. Z.A. Pagar Alam No. 9-11, Labuhan Ratu Kedaton, Lampung

²Informatika, Universitas Teknokrat Indonesia

Jl. Z.A. Pagar Alam No. 9-11, Labuhan Ratu Kedaton, Lampung

yurirahmanto@teknokrat.ac.id¹, rakhmatdedig@teknokrat.ac.id²

Abstrak – Museum Lampung merupakan salah satu tempat pelestarian, perlindungan, pemeliharaan, dan pemanfaatan benda cagar budaya di Provinsi Lampung. Sampai dengan tahun 2019, Museum Lampung telah mengelola sepuluh jenis koleksi dengan total koleksi hampir mencapai 5000 koleksi. Koleksi benda cagar budaya atau artefak memiliki sifat rapuh dan tidak dapat diperbaharui. Perubahan atau kerusakan yang terjadi pada artefak pun bahkan tidak dapat dihindari, beberapa faktor penyebab kerusakan terhadap artefak antara lain kondisi lingkungan yang tidak ideal, dan kontak fisik secara langsung. Mengingat sifat artefak yang rapuh, rentan terhadap perubahan, kerusakan, dan tidak dapat diperbaharui, hal ini harus menjadi perhatian penting bagi Museum Lampung untuk tetap menjaga keutuhan informasi artefak tersebut. Salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk menjaga informasi koleksi artefak adalah dengan melakukan digitalisasi dalam bentuk citra. Penelitian ini bertujuan untuk mendigitalkan koleksi artefak pada Museum Lampung. Sasaran penelitian ini untuk menghasilkan citra 3D koleksi artefak jenis arkeologika. Penelitian ini menggunakan teknik fotogrametri jarak dekat untuk pengambilan citra koleksi artefak. Hasil fotogrametri jarak dekat yaitu berupa foto digital dari berbagai sisi artefak, selanjutnya foto-foto akan diproses lebih lanjut menggunakan grafik komputer dan menghasilkan model 3D yang sama dengan bentuk fisik artefak.

Kata Kunci – Digitalisasi, Fotogrametri Jarak Dekat, Artefak 3D

PENDAHULUAN

Benda cagar budaya merupakan kekayaan budaya bangsa yang penting artinya bagi pemahaman dan pengembangan sejarah, ilmu pengetahuan dan kebudayaan. Benda cagar budaya memiliki sifat unik, langka, rapuh, dan tidak dapat diperbaharui. Perubahan atau kerusakan yang terjadi pada benda cagar budaya merupakan suatu keniscayaan, beberapa faktor penyebab kerusakan terhadap artefak antara lain kondisi lingkungan yang tidak ideal, dan kontak fisik secara langsung.

Museum Lampung merupakan salah satu tempat pelestarian, perlindungan, pemeliharaan, dan pemanfaatan benda cagar budaya di Provinsi Lampung. Peranan Museum Lampung sebagai sarana pendidikan dan penelitian telah banyak membantu upaya pelestarian budaya Lampung. Sampai dengan tahun 2019, Museum Lampung telah mengelola hampir 5000 koleksi benda cagar budaya. Mengingat sifat benda cagar budaya yang rapuh, terus mengalami kerusakan dan tidak dapat diperbaharui maka akan berakibat berkurangnya nilai informasi yang terkandung di dalamnya, hal ini harus menjadi perhatian penting bagi pengelola benda cagar budaya seperti Museum Lampung untuk menjaga informasi sejarah dan dokumentasi benda cagar budaya tersebut agar dapat digunakan kembali di masa mendatang. Proses Digitalisasi pada benda cagar budaya atau artefak merupakan hal yang harus segera dilakukan guna menjaga keutuhan informasi yang berisi nilai-nilai sejarah yang tak ternilai harganya karena merupakan identitas bangsa yang akan terus diwariskan kepada generasi muda.

Pada era teknologi saat ini, media digital membuka cara baru untuk mendokumentasikan benda cagar budaya [1]. Salah satu bentuk digitalisasi adalah dalam bentuk citra. Namun, pengembangan dan pelestarian kebudayaan berbasis teknologi informasi di Indonesia masih lamban sehingga banyak unsur budaya yang terancam punah, sedangkan pengembangan dan pemanfaatan kebudayaan berbasis teknologi informasi atau digitalisasi merupakan hal yang sangat penting untuk dibangkitkan dalam rangka pelestarian, pemeliharaan dan pengembangan nilai-nilai budaya bangsa Indonesia [2].

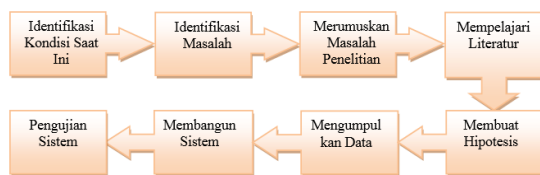
Format digital dan potensi format 3D adalah masalah yang sangat baru, pihak Museum direkomendasikan mengadopsi format 3D tersebut untuk menghadapi tantangan baru ini [3]. Pemodelan 3D benda cagar budaya seperti artefak sekarang dapat diwujudkan dengan biaya yang rendah dan efisien [4]. Selain itu, pemanfaatan format 3D pada artefak akan menjaga keutuhan informasi di setiap detail permukaan artefak tersebut. Salah satu Teknik yang disarankan oleh [5] untuk memodelkan 3D artefak adalah fotogrametri. Fotogrametri merupakan teknik untuk memperoleh informasi tentang posisi, ukuran dan bentuk suatu objek dengan mengukur gambarnya, bukan dengan mengukurnya secara langsung [6]. Salah satu bidang

penerapan fotogrametri terkait arekologi adalah fotogrametri jarak dekat.

Teknik fotogrametri jarak dekat digunakan ketika luasnya objek yang akan diukur kurang dari sekitar 100 meter dan kamera diposisikan dekat dengannya [6]. Fotogrametri jarak dekat dirasa lebih sesuai untuk pengambilan foto yang berhubungan dengan warisan budaya [4]. Hasil fotogrametri jarak dekat dapat digunakan untuk pemrosesan lebih lanjut menggunakan grafik komputer agar menghasilkan model 3D [6]. Pemodelan 3D artefak ini sangat penting dilakukan sebagai upaya digitalisasi aset pada Museum Lampung khususnya terhadap koleksi artefak sehingga informasi mengenai kondisi artefak akan tetap terjaga bahkan jika nanti artefak tersebut sudah punah. Selain sebagai upaya digitalisasi aset pada Museum Lampung, hasil dari model 3d artefak ini nantinya dapat dimanfaatkan untuk pengembangan konten digital seperti museum virtual, media pembelajaran artefak budaya Lampung, dan media promosi Museum Lampung.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan studi kasus pada Museum Lampung. R&D merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu. Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan cara wawancara, pengamatan, dan tinjauan pustaka. Fokus penelitian ini adalah mendigitalkan artefak pada Museum Lampung khususnya koleksi arkeologika. Proses digitalisasi dilakukan dengan teknik fotogrametri jarak dekat yang menghasilkan foto-foto dua dimensi dari artefak yang kemudian dilakukan rendering 3D dan akhirnya dijadikan katalog 3D yang didukung dengan HTML 5 canvas dan JavaScript.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Rincian dari tiap tahapan penelitian yaitu :

1. Identifikasi kondisi saat ini
Tahapan ini merupakan tahap menganalisis kondisi yang terjadi saat ini mengenai kondisi artefak pada Museum Lampung.
2. Identifikasi masalah
Tahapan ini merupakan tahap mengidentifikasi masalah yang didapat berdasarkan identifikasi kondisi saat ini, peneliti menyimpulkan bahwa belum maksimalnya usaha pelestarian artefak pada Museum Lampung yang ditinjau dari sisi penerapan teknologi untuk mendigitalkan artefak Museum tersebut, sehingga keutuhan informasi artefak tidak terjaga dengan baik.

3. Merumuskan masalah penelitian
Tahapan ini merupakan tahap untuk merumuskan masalah yang didapat berdasarkan identifikasi masalah. Masalah yang dirumuskan adalah bagaimana menjaga keutuhan informasi artefak pada Museum Lampung yang tiap waktu akan mengalami kerusakan fisik.
4. Mempelajari literatur
Tahapan ini merupakan tahapan setelah didapatnya rumusan masalah penelitian, pada tahap ini peneliti akan melakukan studi pustaka menggunakan sumber seperti buku, jurnal dan informasi dari internet mengenai digitalisasi dan fotogrametri jarak dekat.
5. Membuat hipotesis
Tahapan ini dilakukan setelah mempelajari literatur yang berhubungan dengan penelitian, peneliti membuat hipotesis awal yang merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian. Hipotesis awal dengan adanya digitalisasi maka informasi artefak dapat terekam dan terjaga keutuhan informasinya.
6. Mengumpulkan data
Tahapan ini dilakukan untuk mengumpulkan data baik data primer seperti informasi dan foto mengenai artefak yang ada pada Museum Lampung dan data sekunder seperti buku dan jurnal peneliti terdahulu yang berhubungan dengan masalah penelitian. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara, pengamatan, tinjauan pustaka dan penyebaran kuesioner.
7. Membangun sistem
Tahapan ini peneliti akan menggunakan data-data yang sudah dikumpulkan untuk membuat katalog 3D artefak pada Museum Lampung yang akan dibangun menggunakan API grafis WebGL dengan dukungan HTML 5 canvas dan JavaScript.
8. Pengujian Sistem
Tahapan ini dilakukan setelah membangun sistem, sistem akan diuji dari sisi fungsionalitas menggunakan pendekatan UAT (*User Acceptance Test*) dengan metode black-box testing.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Arsitektur dan Rancangan Sistem

Sistem dibangun melalui beberapa tahapan, dimulai dari pembuatan objek 3D, rancangan sistem yang akan dibangun, sampai membangun sistem secara keseluruhan. Secara rinci sebagai berikut.

1. Teknik Pembuatan Objek 3D

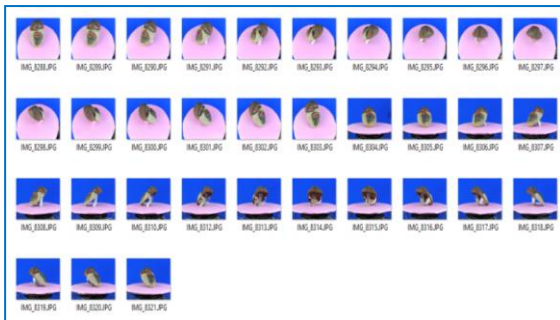
Objek 3D yang dibuat merupakan koleksi atau artefak yang ada di Museum Lampung. Objek 3D dibuat menggunakan konsep fotogrametri dengan bantuan software Agisoft PhotoScan Professional.

Fotogrametri merupakan metode pengukuran citra dan interpretasi untuk memperoleh bentuk dari suatu objek yang berasal dari satu atau lebih foto-foto objek tersebut, fotogrametri bertujuan untuk rekonstruksi tiga dimensi dari objek dalam bentuk digital atau bentuk grafis (gambar) [7]. Satu objek 3D terbentuk dari kurang lebih 33 foto yang diambil dari beberapa sisi objek. Teknik pengambilan foto terlihat pada gambar 2.



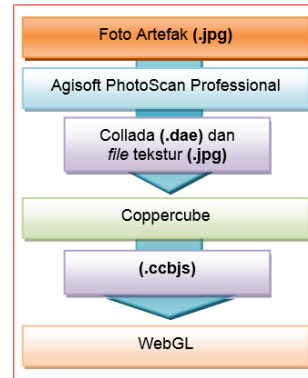
Gambar 2. Teknik Pengambilan Foto Artefak

Hasil dari pengambilan foto artefak dari berbagai sisi terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Foto Artefak dari Berbagai Sisi

Setelah 33 foto berhasil diambil, lalu dengan menggunakan software Agisoft PhotoScan Professional, foto-foto tersebut disatukan sehingga membentuk satu kesatuan objek 3D. Objek 3D tersebut di publish menjadi file dengan ekstensi .dae (collada) atau .obj (object) disertai file texture.jpg. File dengan ekstensi (.dae) lalu di import ke dalam software Coppercube untuk di publish menjadi file (.html) agar objek 3D dapat berjalan di web browser. Hasil export dari software Coppercube berupa file dengan ekstensi (.cbjjs) dengan tambahan JavaScript Library (copperlicht.js) yang merupakan Copperlicht API. Proses export file 3D dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Proses Export File 3D

File 3D yang dihasilkan tidak sepenuhnya berhasil di export sempurna, berikut contoh hasil export file 3D.



Gambar 5. Hasil Export File 3D Sempurna



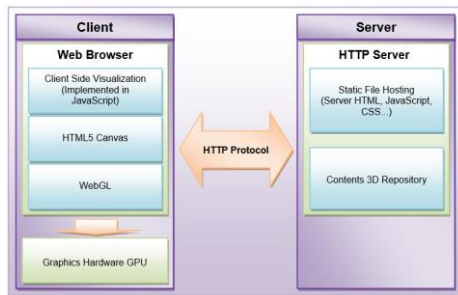
Gambar 6. Hasil Export File 3D Tidak Sempurna

Hasil export file 3D yang tidak sempurna bisa disebabkan dari hasil foto 2D yang tidak detail menangkap objek atau artefak, hal ini mengakibatkan ada bagian-bagian tertentu yang tidak dapat disatukan dengan foto-foto yang lain.

2. Arsitektur Sistem

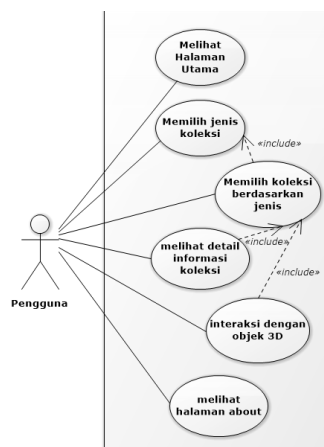
Sistem yang dibangun merupakan penerapan Web3D berbasis WebGL, dengan dukungan HTML5 canvas dan JavaScript, teknologi yang sama pernah diterapkan oleh [8]. Sistem dibangun sebagai sumber informasi mengenai artefak budaya Lampung dalam bentuk konten 3D, sehingga pengunjung akan lebih mudah berinteraksi dengan sistem hanya menggunakan alat masukan berupa mouse. Pendekatan client-based rendering memungkinkan semua proses yang diperlukan untuk menampilkan konten 3D akan dilakukan secara lokal menggunakan hardware grafis dari sisi pengguna. Rancangan

arsitektur dari sistem yang diadopsi dari [9] dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Rancangan Arsitektur Sistem Berbasis WebGL

3. Rancangan Fungsional Sistem



Gambar 8. Use Case Diagram Sistem

Secara fungsional sistem diilustrasikan dalam bentuk use case diagram yang dapat dilihat pada gambar 8. Sistem yang dibangun secara fungsional akan digunakan oleh pengguna, pengguna dapat melakukan beberapa aktivitas terhadap sistem, yaitu melihat halaman utama, memilih jenis koleksi, memilih koleksi berdasarkan jenis, melihat detail informasi koleksi, interaksi dengan objek 3D, dan melihat halaman about.

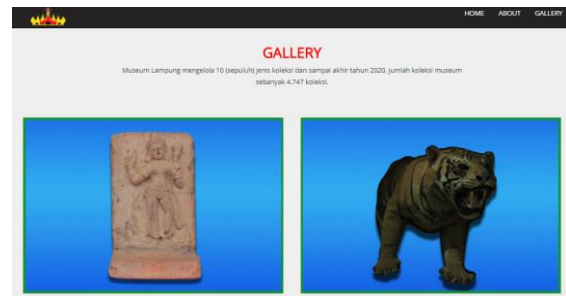
B. User Interface Sistem

Tampilan aplikasi atau user interface merupakan tampilan dari sistem yang dapat diakses oleh pengguna yang disesuaikan dengan rancangan fungsional sistem. Katalog 3D yang dibuat masih bersifat web statis menggunakan HTML 5 dan JavaScript.

1. Halaman Gallery

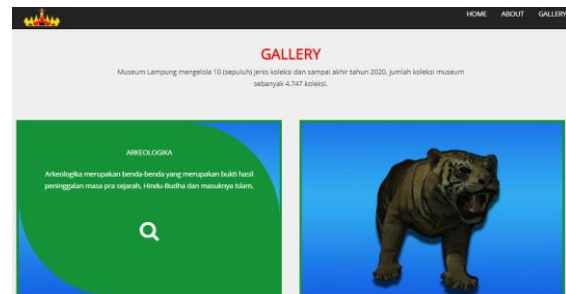
Halaman gallery merupakan halaman yang akan menampilkan 10 jenis koleksi yang bisa dipilih oleh pengguna yaitu geologika, biologika, etnografika, arkeologika, historika, numismatika/heraldika, filologika, keramologika, seni rupa dan teknologika. Setiap jenis koleksi diwakilkan dengan gambar 2 dimensi yang berhubungan dengan jenis koleksi tersebut. Geologika diwakilkan dengan gambar lava bom Krakatau, biologika diwakilkan dengan gambar

harimau Sumatera, etnografika diwakilkan dengan gambar topeng ksatria, arkeologika diwakilkan dengan gambar arca, historika diwakilkan dengan gambar meriam, numismatika/heraldika diwakilkan dengan gambar uang ori keresidenan Lampung, filologika diwakilkan dengan gambar buku kulit kayu, keramologika diwakilkan dengan gambar kibuk, seni rupa diwakilkan dengan gambar lukisan, dan teknologika diwakilkan dengan gambar mesin ketik. Tampilan halaman gallery dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Tampilan Halaman Gallery

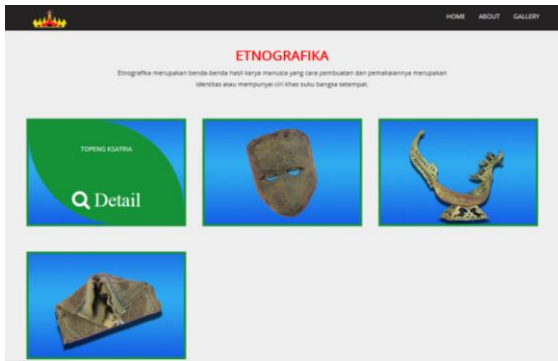
Pada halaman gallery, tiap jenis koleksi akan menampilkan keterangan berupa teks mengenai informasi tentang jenis koleksi yang dipilih, informasi tersebut akan tampil apabila gambar diarahkan dengan piranti masukan berupa mouse. Tampilan informasi pada jenis koleksi yang dipilih dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Informasi Jenis Koleksi

2. Halaman Kategori Jenis Koleksi

Halaman kategori jenis koleksi merupakan halaman yang berisi penjelasan singkat mengenai kategori jenis koleksi yang dipilih dan kumpulan koleksi berdasarkan jenis dalam bentuk gambar asli 2D disertai nama koleksi apabila gambar diarahkan dengan piranti masukan berupa mouse. Halaman kategori jenis koleksi dapat diakses setelah pengguna memilih salah satu jenis koleksi yang ada pada halaman utama sistem. Tampilan halaman kategori jenis koleksi dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Halaman Kategori Jenis Koleksi

3. Halaman Detail Koleksi

Halaman detail koleksi merupakan halaman yang berisi detail informasi mengenai satu koleksi yang dipilih oleh pengguna melalui halaman kategori jenis koleksi. Halaman detail koleksi terdiri dari informasi teks mengenai koleksi atau artefak yang dipilih pengguna beserta gambar 2D atau objek 3D dari artefak tersebut. Gambar 2D tampil jika artefak yang dipilih memang tidak memiliki objek 3D, hal ini dikarenakan beberapa artefak memiliki dimensi yang sulit untuk difoto dari sudut tertentu dan dibentuk menjadi objek 3D. Tampilan halaman detail koleksi dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Tampilan Halaman Detail Koleksi

C. Pengujian Fungsionalitas Sistem

Pengujian terhadap fungsionalitas sistem dilakukan dengan pendekatan User Acceptance Test (UAT) menggunakan metode black-box testing. Pengujian dilakukan terhadap sistem yang disesuaikan dengan kriteria pengguna (pihak Museum Lampung) yang didapat dari hasil wawancara. Pengujian ini menilai sistem dari sisi fungsionalitas, kinerja, kualitas antarmuka dan kualitas perangkat lunak secara keseluruhan.

Hasil pengujian berdasarkan dokumen kriteria penerimaan yang telah diverifikasi atau ditarik kesimpulan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tabel kriteria penerimaan dan hasil pengujian

No	Acceptance Requirement	Critical		Test Result	
		Yes	No	Accept	Reject
Functionality					
1	Sistem harus bisa menampilkan 10 jenis koleksi yang bisa dipilih oleh pengguna.	√		√	
2	Sistem mampu menampilkan artefak dalam bentuk objek 3 dimensi.	√		√	
3	Sistem mampu menampilkan informasi detail mengenai artefak.	√		√	
Performance					
4	Sistem mampu menampilkan informasi dengan cepat.	√		√	
Interface Quality					
5	Sistem mampu menampilkan halaman website yang dituju dengan tepat.	√		√	
Overall Software Quality					
6	Sistem harus <i>user friendly</i> (mudah digunakan/dipahami oleh pengguna)	√		√	

Berdasarkan tabel kriteria penerimaan dan hasil pengujian di atas, untuk mengetahui nilai persentase kesesuaian hasil pengujian terhadap kriteria penerimaan diukur dengan mencari nilai rata-rata dengan rumus :

$$\%Kesesuaian = \frac{\text{Jumlah Kriteria diterima}}{\text{Jumlah Total Kriteria}} \times 100 \quad (1)$$

Sehingga hasil persentase kesesuaian adalah :

$$\%Kesesuaian = \frac{6}{6} \times 100\%$$

$$\%Kesesuaian = 1 \times 100\%$$

$$\%Kesesuaian = 100\%$$

Dari hasil pengukuran nilai rata-rata terhadap jumlah kriteria yang diterima maka didapatkan persentase kesesuaian sebesar 100%. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibuat sudah sesuai dengan kebutuhan pihak Museum Lampung.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Penggunaan Teknik fotogrametri jarak dekat untuk pengambilan foto artefak pada Museum Lampung dapat dijadikan salah satu usaha mendigitalkan artefak fisik dengan dimensi tinggi mencapai 48cm, lebar mencapai 28cm, dan tebal atau diameter mencapai 12cm.
2. Jarak pengambilan foto bisa dilakukan maksimal 100cm dari objek, peneliti melakukan pengambilan foto pada jarak 90cm.
3. Pengambilan foto menggunakan kamera DSLR Canon EOS 600D dengan pengaturan ISO 100, f/5.6, exposure time 1/125 sec, yang menghasilkan rata-rata file foto berukuran 3MB.

4. Hasil render foto 2D dalam jumlah kurang lebih 33 foto untuk tiap artefak menggunakan aplikasi Agisoft Photoscan Professional tidak sepenuhnya menghasilkan file 3D yang sempurna, beberapa hasil render tidak dapat di export sempurna dikarenakan hasil foto yang tidak detail, sehingga foto tersebut tidak dapat digabungkan dengan foto yang lainnya.
5. Sistem katalog 3D pada Museum Lampung dibangun dengan teknologi Web3D yang dapat menampilkan galeri artefak dalam bentuk 3D yang interaktif.
6. Hasil pengujian sistem dari sisi fungsionalitas menghasilkan persentase kesesuaian terhadap kriteria pengguna sebesar 100%.

B. Saran

Penelitian berikutnya diharapkan penggunaan Teknik fotogrametri jarak dekat yang mampu menghasilkan foto yang lebih detail dengan ukuran yang lebih efisien namun mampu menghasilkan 3D objek dengan lebih sempurna. Selain itu sistem katalog 3D dapat ditambahkan fitur geo-located seperti penelitian [10].

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terimakasih pada pemberi sumber dana Kementerian Riset dan Teknologi / Badan Riset dan Inovasi Nasional (RISTEK-BRIN) Republik Indonesia dengan disetujuinya program hibah skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) dan Universitas Teknokrat Indonesia melalui LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat) yang sudah memfasilitasi dan terlaksana kegiatan penelitian ini dengan baik.

REFERENSI

- [1] S. Younan and C. Treadaway, "Digital 3D models of heritage artefacts: Towards a digital dream space," *Digit. Appl. Archaeol. Cult. Herit.*, vol. 2, no. 4, pp. 240–247, 2015.
- [2] M. N. . Sitokdana, "Digitalisasi Kebudayaan di Indonesia," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Komun. (SENTIKA 2015)*, pp. 99–108, 2015.
- [3] L. F. R. Simón and S. C. Serrano, "Licenses and Access to Digital Content in Museums Pursuant to the New Directive on Information Re-use (2013): Prado, Louvre and N. Gallery," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 147, pp. 91–97, 2014.
- [4] A. N. A. Raof, H. Setan, A. Chong, and Z. Majid, "Three dimensional modeling of archaeological artifact using photomodeler scanner," *J. Teknol.*, vol. 75, no. 10, pp. 143–153, 2015.
- [5] C. Erolin, M. Jarron, and L. J. Csetenyi, "Zoology 3D: Creating a digital collection of specimens from the D'Arcy Thompson Zoology Museum," *Digit. Appl. Archaeol. Cult. Herit.*, vol. 7, no. March, pp. 51–55, 2017.
- [6] K. B. Atkinson, *Close Range Photogrammetry and Machine Vision*. Scotland: Whittles Publishing, 1996.
- [7] T. Luhmann, S. Robson, S. Kyle, and I. Harley, *Close Range Photogrammetry*, vol. 2. Scotland: Whittles Publishing, 2011.
- [8] Rahmanto, Y., Utama, R. Y., Penerapan Teknologi Web3D Berbasis Android sebagai Media Pembelajaran Gerakan Dasar Silat - *Jurnal TAM (Technology Acceptance Model)*, 2018.
- [9] Perdana, F.A., Priyopradono, B. & Hendry, Real-Time Web 3D Maket Perumahan Berbasis Teknologi WebGL. *Seminar Nasional Teknologi Informasi*, pp.171–176, 2012.
- [10] Nishanbaev, Ikrom, "A web repository for geo-located 3D digital cultural heritage models," *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, vol. 16, 2020.