

# 3D Stereoskopik Untuk Peninggalan Sejarah

Surya Sumpeno<sup>#</sup>, Adri Gabriel Sooai<sup>\*</sup>

<sup>#</sup> Prodi Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 60117  
E-mail: surya.its@gmail.com

<sup>\*</sup> Prodi Teknik Informatika, Universitas Katolik Widya Mandira, Kupang, 85228  
E-mail: adrigabriel@gmail.com

---

**Abstrak** — Benda koleksi peninggalan sejarah banyak tersebar di seluruh penjuru Indonesia. Museum sebagai salah satu tempat koleksi benda peninggalan sejarah menjadi tujuan eksplorasi oleh berbagai kalangan. Kegiatan eksplorasi dapat merusak benda koleksi yang berusia ratusan bahkan ribuan tahun. Dibutuhkan sebuah solusi sehingga kegiatan eksplorasi benda koleksi tidak sampai merusaknya. Penelelitian ini berusaha memberikan solusi untuk mengatasi hal tersebut, dengan menggunakan teknologi rekonstruksi 3D dan penyajian dalam bentuk 3D stereoskopik. Aplikasi penyaji koleksi benda peninggalan sejarah yang dikembangkan pada penelitian ini, digunakan pada smart phone ber-gyroscope dilengkapi Head-mounted display memungkinkan pengguna melihat objek 3D stereo.

**Kata Kunci** —3D Stereoskopik, Benda Koleksi Peninggalan Sejarah, Rekonstruksi 3D.

---

## I. PENDAHULUAN

Koleksi peninggalan warisan budaya yang tersebar di berbagai tempat di Indonesia seperti arca, bangunan, lokasi, perhiasan, senjata, tulisan dan artefak lainnya adalah sumber sejarah yang penting bagi generasi muda. Saat ini generasi muda tidak terlepas dari berbagai perangkat teknologi informasi seperti smartphone atau yang lebih dikenal dengan nama *gadget*. Berbagai perangkat ini hampir selalu menyertai generasi muda dalam keseharian mereka. Perangkat tersebut dapat dilengkapi dengan berbagai aplikasi untuk mempelajari berbagai hal, seperti *game* petualangan imersif[1], yang dapat berupa pembelajaran warisan sejarah. Bentuk aplikasi pembelajaran tersebut dapat berupa halaman *web*, *portable document format*, *game* dua dimensi(2D) atau tiga dimensi(3D) dan bahkan film tiga dimensi. Hal ini dimungkinkan oleh kemajuan teknologi *Virtual Reality*(VR) dan *Augmented Reality*(AR) yang berkembang pesat saat ini. Teknologi VR dapat dinikmati menggunakan bantuan perangkat *Head-Mounted Display*(HMD). HMD memungkinkan pengguna untuk melihat lingkungan virtual dalam mode stereo atau memiliki persepsi kedalaman / stereoskopik. Pengguna akan merasakan seolah-olah berada dalam lingkungan nyata dan dapat menjelajahi lingkungan virtual yang disiapkan untuk mempelajari atau sekedar berwisata melihat-lihat berbagai koleksi peninggalan warisan budaya / sejarah. Penelitian ini telah berhasil mengembangkan sebuah sistem penyaji yang menampilkan ruang virtual stereoskopik berisi

beberapa hasil rekonstruksi 3D dari koleksi museum[2], [3]. System penyaji ini dapat diunduh(*download*) dari *google play-store* melalui tautan: <https://goo.gl/CWkQII> aplikasi ini membutuhkan *smartphone* yang dilengkapi dengan *sensor gyroscope* dan sebuah HMD.

## II. PENELITIAN TERKAIT

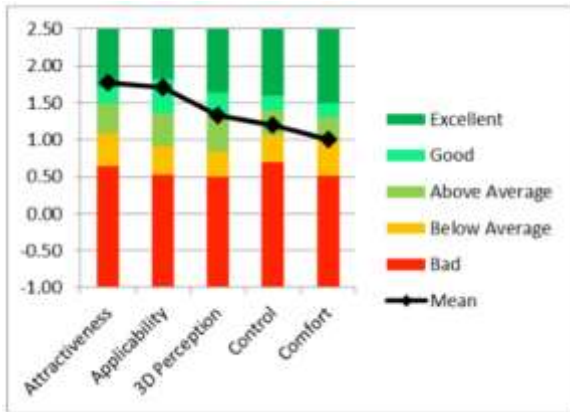
### A. Persepsi Terhadap 3D Stereoskopik

Sebuah penelitian awal mengenai persepsi publik tentang penggunaan aplikasi 3D stereoskopik telah dilakukan. Dalam penelitian ini diperoleh beberapa hal yang dapat dijadikan acuan untuk melakukan pengembangan aplikasi 3D stereoskopik bagi peninggalan sejarah. Sebanyak 20 responden mencoba sebuah aplikasi 3D stereoskopik. Pengalaman yang diperoleh mereka setelah mencoba aplikasi tersebut, selanjutnya dituangkan dalam lembar *questionnaire* yang berisi empat kelompok pertanyaan. Kelompok pertama mengenai seberapa menariknya aplikasi 3D stereoskopik, kelompok kedua mengenai unjuk kerja aplikasinya, ketiga mengenai kendali dan keempat mengenai kenyamanan pengguna[4].

Penelitian ini menghasilkan jawaban seperti terlihat pada Gambar 1, yang menunjukkan bahwa tingkat ketertarikan pengguna terhadap aplikasi 3D stereoskopik mendapatkan label *excellent*. Selanjutnya untuk unjuk kerja aplikasi mendapatkan label *good*, diikuti *above average* untuk kelompok persepsi kedalaman, kendali dan kenyamanan pengguna. Dapat disimpulkan sementara bahwa aplikasi 3D stereoskopik adalah menjanjikan.

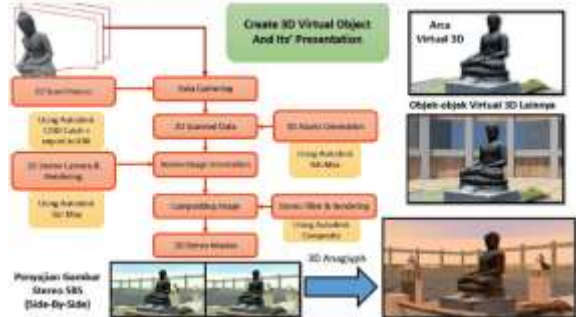
**B. Rekonstruksi 3D Virtual**

Penelitian selanjutnya dalam hal 3D stereoskopik juga telah dilakukan sebelumnya, yaitu dalam hal rekonstruksi benda-benda koleksi peninggalan warisan budaya, ke dalam bentuk 3D virtual[5]



Gambar 1 Persepsi Terhadap Aplikasi 3D Stereoskopis

Dalam penelitian ini digunakan beberapa tahapan yang dimulai dari pengumpulan data melalui proses pemindaian 3D, membentuk citra stereo dari hasil pemindaian 3D, pembuatan video stereo ke dalam bentuk *side-by-side* dan *anaglyph*. Hasil berupa video tersebut dapat dilihat menggunakan kaca mata 3D polarisasi dan *anaglyph*. Diagram proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Pembentukan Objek 3D[5]

Penelitian sejenis juga dilakukan untuk merekonstruksi peninggalan sejarah ke dalam bentuk virtual 3D. Penelitian ini membandingkan dua software *Structure from Motion* (SfM) yaitu PhotoScan dari Agisoft dan Recap dari Autodesk. SfM diketahui banyak digunakan untuk merekonstruksi berbagai koleksi museum dan situs arkeologi. Disimpulkan bahwa penggunaan metode (SfM) yang digunakan relatif lebih rendah biaya dan penanganannya lebih mudah.[6].

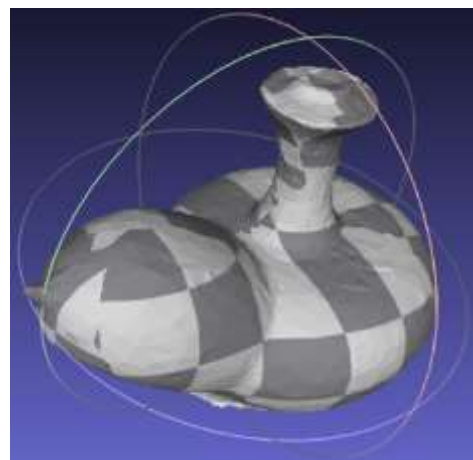
**C. Membangun Lingkungan 3D Virtual**

Berbagai benda 3D virtual hasil rekonstruksi dapat ditampilkan apa adanya dan diletakkan dalam sebuah ruang virtual. Ruang virtual dapat berupa rekonstruksi lokasi asli tempat benda tersebut berasal

atau ruang rekaan yang lebih sederhana. Menggunakan perangkat bantu pembuat game, seperti UNITY3D, dapat dibuat sebuah ruang virtual atau lingkungan virtual untuk menempatkan berbagai benda 3D virtual tersebut. Ruang virtual dapat berbentuk sangat sederhana hanya dengan ukuran 10 x 10 satuan (dalam UNITY3D). Selanjutnya benda benda virtual dapat ditempatkan di dalamnya[4]. Lingkungan virtual yang lebih rumit dapat juga dibangun meniru aslinya atau rekonstruksi lingkungan asli. Hal ini telah dilakukan dengan merekonstruksi Agora dari Athena. Agora adalah semacam pusat kota di jaman lampau. Rekonstruksi dilakukan berbantuan UNITY3D, dan dilengkapi dengan alur cerita dalam sebuah permainan[7]. Ruang virtual yang direkonstruksi secara menyeluruh dilakukan untuk kota Sarajevo kuno pada masa kekaisaran Ottoman. Tujuan dari rekonstruksi tersebut adalah untuk meningkatkan kualitas museum dalam melakukan eksepsi sejarah. Pengunjung museum dapat menjelajahi kota kuno tersebut dengan menggunakan bantuan perangkat mouse[8].

**III. METODE**

Gambaran umum dari system yang dibuat adalah mengembangkan sebuah penyaji 3D stereoskopik bagi peninggalan sejarah. Beberapa rekonstruksi benda peninggalan sejarah dalam bentuk virtual 3D disiapkan dan diletakkan dalam lingkungan virtual untuk selanjutnya dapat dinikmati/dijelajahi oleh pengguna. Sistem ini dikembangkan untuk dapat dijalankan pada *smartphone* ber-*gyroscope* dan digerakkan oleh sistem operasi android. Perangkat bantu penglihatan yaitu *head-mounted display* dibutuhkan oleh pengguna untuk memperoleh efek 3D stereoskopik ketika menjelajahi lingkungan virtual. Langkah pengembangan system penyaji ini terdiri dari tiga, yaitu rekonstruksi objek 3D, pembuatan lingkungan virtual, penentuan alur penjelajahan.



Gambar 3 Objek 3D dalam MeshLab

### A. Rekonstruksi Objek 3D

Sebuah teknik rekonstruksi 3D yang dapat dilakukan secara mudah adalah dengan menggunakan perangkat lunak freeware yang telah disediakan oleh vendor Autodesk. Perangkat ini dapat dengan cuma-cuma diperoleh dari *google play* dan dipasang pada *smartphone* untuk melakukan perekaman objek. Secara singkat penggunaan perangkat yang dikenal dengan nama Autodesk 123DCatch adalah dengan cara memotret objek dari berbagai sudut mengikuti panduan yang disediakan. Selanjutnya, hasil pemotretan diunggah ke Autodesk *cloud* untuk diolah menjadi objek 3D. Penghalusan objek 3D dapat dilakukan menggunakan perangkat lunak *freeware* MeshLab seperti terlihat pada Gambar 3.

### B. Pembuatan Lingkungan Virtual

Perangkat bantu dan langkah berikutnya adalah menggunakan sebuah *game engine* bernama Unity3D untuk merancang lingkungan virtual. Topografi dari lingkungan virtual bisa dilakukan dengan meniru lingkungan asli atau menciptakan lingkungan baru. Perancangan yang digunakan memasukkan berbagai unsur alam seperti perbukitan, lembah, danau atau genangan air, dan tumbuhan.

### C. Penentuan Alur Penjelajahan

Setelah lingkungan virtual dibangun. Berbagai objek yang telah disiapkan sebelumnya dapat diletakkan dalam lingkungan virtual tersebut. Penempatan objek berkaitan langsung alur penjelajahan secara 3D stereoskopik. Penjelajahan akan dilengkapi dengan suara alam misal kicauan burung atau deru angin dan gemericik air.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

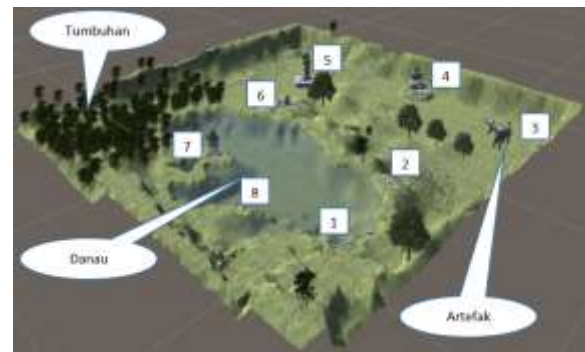
### A. Rekonstruksi Objek 3D

Pengembangan system penyaji 3D stereoskopik peninggalan sejarah dimulai dengan menyiapkan delapan objek yaitu: 1) fosil tengkorak kerbau, 2) kendi susu, 3) gerabah patung gajah, 4) patung budha bersemedi, 5) patung primitive, 6) patung linggageni, 7) patung betara siwa dan 8) topeng penari. Objek tersebut telah direkonstruksi sebelumnya menjadi bentuk virtual 3D menggunakan Autodesk 123DCatch. Penghalusan objek dilakukan berbantuan perangkat lunak MeshLab untuk menghilangkan bagian yang dianggap mengganggu estetika objek virtual 3D.

### B. Pembentukan Lingkungan Virtual

Perancangan lingkungan virtual 3D stereoskopik peninggalan sejarah dilakukan dengan memasukkan unsur alam. Lingkungan yang dirancang tidak merepresentasikan lingkungan asli tempat artefak

ditemukan. Objek yang telah disiapkan, disebar-dibeberapa titik pada lingkungan virtual. Penyebaran objek sedapat mungkin disesuaikan dengan sifat objek asli, misalnya fosil kepala kerbau diletakkan di tepi genangan air, demikian juga kendi susu. Patung gajah dan lainnya yang dianggap bersinggungan dengan aktifitas manusia diletakkan di daerah yang repatif landai dengan asumsi mudah untuk dikunjungi manusia.

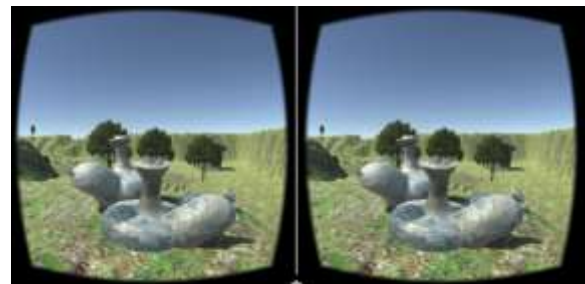


Gambar 4 Lingkungan Virtual 3D Stereoskopik

Pada Gambar 4, terlihat lingkungan virtual 3D stereoskopik peninggalan sejarah dan sebaran delapan objek peninggalan sejarah.

### C. Penentuan Alur Penjelajahan

Alur penjelajahan dimulai dari objek 3D fosil kepala kerbau, selanjutnya menuju objek kendi susu dan turun menuju lembah yang terletak di sebelah kanan danau. Pengguna akan disuguhkan pemandangan alam yang berisi berbagai artefak. Pandangan mata pengguna disimulasikan oleh kamera stereo yang dapat dilihat menggunakan *head-mounted display*.



Gambar 5 Tampilan 3D Stereoskopis

Kamera stereo tersebut akan digerakkan secara otomatis sesaat setelah aplikasi dijalankan dari dalam *smartphone*. Kamera akan bergerak mengikuti nomor urut objek yang telah disiapkan. Ketika kamera bergerak menjelajahi lintasan yang telah disiapkan, pengguna dapat menoleh secara bebas ke berbagai arah untuk merasakan efek 3D stereoskopik. Seolah terbang melintasi alam dengan pemandangan berbagai peninggalan sejarah. Kecepatan gerak kamera diatur sedemikian sehingga cukup lambat. Hal ini penting untuk menghindari *nausea*[9]. *Nausea* adalah perasaan pusing dan kehilangan



keseimbangan yang terjadi akibat ketidakselarasan penglihatan akibat pengguna merasa bergerak maju menjelajah sedangkan sebenarnya diam di tempat seperti terlihat pada Gambar 5.

Menggerakkan kamera mengikuti delapan titik yang sudah ditentukan diatur dalam script[10]. Kecepatan gerak kamera ditentukan pada angka 4. Angka ini didapat dari hasil perulangan percobaan sampai mendapatkan kecepatan yang relatif nyaman untuk mata pengguna aplikasi. Kecepatan berbelok juga ditentukan pada angka 0.05. seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Pengaturan Kecepatan Gerakan Kamera

Pengetikan skrip untuk menggerakkan kamera dilakukan menggunakan bantuan editor freeware dari Microsoft Visual Studio Community. Skrip diberi nama AutoMove.cs, skrip diawali dengan pendefinisian beberapa variabel *public* seperti *transform*, *moveTo*, *index*, *turnSpeed* dan

```
private void Start()
{
    moveTo = targets[0].transform;
}

// Update is called once per frame
private void Update()
{
    #region selection

    if (Vector3.Distance(transform.position, moveTo.position)
    {
        index = targets.IndexOf(moveTo.gameObject) + 1;
        if (index < targets.Count)
        {
            moveTo = targets[index].transform;
        }
        else
        {
            moveTo = targets[0].transform;
        }
    }
}
```

Gambar 7 Skrip AutoMove.cs

*moveSpeed*. Dua buah fungsi didefinisikan untuk menggerakkan kamera secara otomatis yaitu fungsi *start*[11], dan fungsi *update*[12]. Fungsi *start* berisi perintah *target[nomor artefak].transform*[13] yang akan menggerakkan kamera menuju ke setiap artefak

berdasarkan urutannya. Sedangkan fungsi *update* berisi perintah untuk menentukan kapan kamera harus berpindah ke objek selanjutnya seperti terlihat pada Gambar 7.

#### D. Instalasi dan Publikasi

Setelah berbagai ujicoba dan penyesuaian dilakukan. Tahap terakhir yang dilakukan adalah memasang aplikasi ke dalam *smartphone*. Diawali dengan pemilihan ukuran layar 5 inci dan orientasi layar rotasi ke kiri (posisi *landscape*). Pilihan USB *debugging* harus diaktifkan pada *smartphone* yang akan memungkinkan perangkat *game engine* Unity3D mengakses *smartphone* secara langsung dan memasang aplikasi ke dalam *smartphone*. Untuk mempublikasikan ke *google play*, dibutuhkan akun e-mail di situs *google*. Dibutuhkan pembayaran sebesar US\$ 25 sekali saja. Selanjutnya berbagai aplikasi dapat dimasukkan ke *google play* pada akun yang sama. Aplikasi hasil penelitian ini dinamai **Virtual Artefact** dan dapat diunduh dari tautan <https://goo.gl/CWkQI1>

#### V. PENUTUP

##### A. Kesimpulan.

Beberapa kesimpulan dapat dihasilkan dari penelitian ini yaitu: Rekonstruksi Objek 3D dapat dilakukan dengan relatif mudah, berbantuan software *freeware* dari Autodesk. Pembentukan lingkungan virtual tidak harus mengikuti lokasi asli dari artefak. Penentuan alur penjelajahan / eksplorasi dapat dibantu dengan menggunakan penomoran pada objek virtual 3D yang digunakan. Diperlukan skrip untuk membantu menggerakkan kamera secara otomatis ke berbagai objek. Kecepatan kamera harus disesuaikan sehingga pengguna merasa nyaman dalam menjelajahi lingkungan virtual dan mengamati berbagai objek peninggalan sejarah. Aplikasi sistem penyaji 3D stereoskopik peninggalan sejarah ini dapat didistribusikan secara gratis melalui *google play*.

##### B. Saran

Benda koleksi yang telah disiapkan sebelumnya dapat diperkaya dengan informasi detail dan dikemas dalam bentuk yang lebih menarik seperti untuk bermain dan belajar. Hal ini dapat diwujudkan melalui gamifikasi. Lingkungan virtual dapat dibangun lebih interaktif dengan menempatkan *third person camera* (pandangan dari sisi lain) sehingga pengguna memperoleh area pandang yang lain dan memperkaya pengalaman penjelajahan dalam ruang virtual.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami berterima kasih atas dukungan Museum Mpu Tantular di Sidoarjo yang telah menyediakan artefak untuk proses rekonstruksi 3D. Tidak lupa

kami sampaikan juga terima kasih atas dukungan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan Kementerian Keuangan Republik Indonesia, melalui program penelitian Riset Implementatif. Tidak lupa kepada Laboratorium Human Centered Computing & Visualization Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang menyediakan berbagai perangkat pendukung penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Getchell, A. Miller, J. R. Nicoll, R. Sweetman, and C. Allison, "Games Methodologies and Immersive Environments for Virtual Fieldwork," *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 3, no. 4, pp. 281–293, Oct. 2010.
- [2] R. Hammady, M. Ma, and N. Temple, "Augmented Reality and Gamification in Heritage Museums," in *Serious Games*, T. Marsh, M. Ma, M. F. Oliveira, J. B. Hauge, and S. Göbel, Eds. Springer International Publishing, 2016, pp. 181–187.
- [3] M. Hayashi, S. Bachelder, M. Nakajima, and A. Iguchi, "A New Virtual Museum Equipped with Automatic Video Content Generator," in *2014 International Conference on Cyberworlds (CW)*, 2014, pp. 377–383.
- [4] A. G. Sooi, S. Sumpeno, and M. H. Purnomo, "User Perception on 3D Stereoscopic Cultural Heritage Ancient Collection," in *Proceedings of the The 2th International Conference in HCI and UX on Indonesia 2016*, New York, NY, USA, 2016, pp. 112–119.
- [5] A. Z. Surya Sumpeno, "Ragam Teknologi Informasi untuk Revitalisasi Museum," *Conf. Semin. Nas. Otomasi Ind. Dan Teknol. Inf. 2015 SNOITI 2015 Inst. Teknol. Sepuluh Nop. ITS Surabaya Indones.*, 2015.
- [6] M. Nabil and F. Saleh, "3D reconstruction from images for museum artefacts: A comparative study," in *2014 International Conference on Virtual Systems Multimedia (VSMM)*, 2014, pp. 257–260.
- [7] G. Kontogianni and A. Georgopoulos, "A realistic Gamification attempt for the Ancient Agora of Athens," in *2015 Digital Heritage*, 2015, vol. 1, pp. 377–380.
- [8] S. Rizvic, D. Pletinckx, and V. Okanović, "Enhancing museum exhibitions with interactive digital content: Sarajevo city model interactive," in *2015 XXV International Conference on Information, Communication and Automation Technologies (ICAT)*, 2015, pp. 1–5.
- [9] B. Keshavarz and H. Hecht, "Stereoscopic Viewing Enhances Visually Induced Motion Sickness but Sound Does Not," *Presence Teleoperators Virtual Environ.*, vol. 21, no. 2, pp. 213–228, Apr. 2012.
- [10] S. L. Kim, H. J. Suk, J. H. Kang, J. M. Jung, T. H. Laine, and J. Westlin, "Using Unity 3D to facilitate mobile augmented reality game development," in *2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, 2014, pp. 21–26.
- [11] A. Okita, *Learning C# Programming with Unity 3D*, 1 edition. Boca Raton: A K Peters/CRC Press, 2014.
- [12] P. Smith, T. P. Hartley, and Q. H. Mehdi, "C# interpreter and unity 3D for educational programming games," in *2013 18th International Conference on Computer Games: AI, Animation, Mobile, Interactive Multimedia, Educational Serious Games (CGAMES)*, 2013, pp. 41–47.
- [13] R. B. Whitaker, *The C# Player's Guide*, 2 edition. Starbound Software, 2015.